

სოხუმის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი

მერაბ ბონეაძე, ლანა მზარაძე

# გეოგრაფიის უმსავალი



თბილისი-2012

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მერაბ გონგაძე, ლანა მზარელუა

გეოგრაფიის შესავალი

## თბილისი, 2012

წინამდებარე ნაშრომი წარმოადგენს სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის გეოგრაფიის მიმართულების საბაკალავრო პროგრამის მიხედვით, სწავლების I სემესტრში, ფაკულტეტის ყველა მიმართულებისათვის გათვალისწინებული საგნის, „გეოგრაფიის შესავალის“ სალექციო კურსს. მისი შინაარსი შეესაბამება ამ საგნისათვის შექმნილ, გეოგრაფიის ელემენტარული საკითხების მომცველ სილაბუსს, რომელსაც აუცილებლად უნდა გაეცნონ საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის ყველა მიმართულების - გეოგრაფიის, ბიოლოგიის, ფიზიკის, ქიმიის, პირველკურსელები. მიუხედავად იმისა, თუ რომელი მიმართულებით გააგრძელებენ ისინი სწავლას, გეოგრაფიის საწყისების ცოდნა ყველა ბუნებისმეტყველისათვის აუცილებელია, რამდენადაც სწორედ გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარეობს ყველა ფიზიკური, ქიმიური თუ ბიოლოგიური პროცესი. წიგნში განხილულია გეოგრაფიის, როგორც მეცნიერების ჩასახვისა და განვითარების ეტაპები, მისი კვლევის სფეროს ყველა კომპონენტი, გეოგრაფიული მეცნიერების თანამედროვე პრიორიტეტები, გარემოს თანამედროვე ცვლილებების გეოგრაფიული ასპექტები, ადამიანის როლი გარემოს ამ გლობალურ ცვლილებათა განვითარებაში.

„გეოგრაფიის შესავალით“ შეიძლება დაინტერესდეს ზოგადი გეოგრაფიის შესწავლის ყველა მსურველი, რამდენადაც ავტორები შეეცადნენ წიგნის შინაარსი გადმოეცათ შეძლებისდაგვარად მარტივად და გასაგები ენით.

რედაქტორი                      პროფ. მელიორ ალფენიძე

რეცენზენტები:            ასოც. პროფ. ეთერ დავითაია

ასისტ. პროფ. კობა კორსანტია

# შინაარსი

## **თავი I. გეოგრაფია როგორც მეცნიერება**

1. გეოგრაფიის საწყისები
2. გამოჩენილი გეოგრაფოსები და მოგზაურები
3. ქართული გეოგრაფიული სკოლა

## **თავი II. წარმოდგენები სამყაროს წარმოშობის შესახებ**

## **თავი III. ვარსკვლავთა გაერთიანებები და მზის სისტემა**

1. გალაქტიკები და მეტაგალაქტიკები
2. მზის სისტემა, პლანეტები და მათი თანამგზავრები
3. ასტეროიდები, კომეტები, მეტეორები,

## **თავი IV. ზოგადი ცნობები დედამიწის შესახებ**

1. დედამიწის ფორმა და ზომა
2. დედამიწის ბრუნვა ღერძის და მზის გარშემო
3. დედამიწის გრავიტაციული და მაგნიტური ველი
4. სასაათო სარტყლები

## **თავი V. წელთაღრიცხვა და კალენდარი**

## **თავი VI. დედამიწის გეოლოგიური ისტორია**

## **თავი VII. დედამიწის შინაგანი აგებულება**

1. დედამიწის ქერქი, მანტია, ბირთვი
2. ლითოსფერული ფილები და მათი მოძრაობა

## **თავი VIII. მიწისძვრები და ვულკანიზმი**

**თავი IX. გეგმა და რუკა, გრადუსთა ბადე, კარტოგრაფიული პროექციები**

**თავი X. ატმოსფერო**

1. ატმოსფეროს შედგენილობა და აგებულება
2. მზის რადიაცია
3. წყალი ატმოსფეროში
4. ატმოსფერული წნევა
5. ჰაერის მასები

**თავი XI. ოკეანეები და ზღვები**

**თავი XII. ხმელეთის წყლები**

**თავი XIII. დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესები**

1. გამოფიტვა და ქარის მოქმედება
2. წყლის მოქმედება მიწის ზედაპირზე და მიწისქვეშ

**თავი XIV. დედამიწის ბუნებრივი რესურსები**

**თავი XV. ადამიანი დედამიწაზე**

1. მოსახლეობა
2. სოფლის მეურნეობა
3. მრეწველობა

**თავი XVI. ეკოლოგია, ეკოსისტემები და ეკოლოგიური პრობლემები**

გეოგრაფიული ცოდნა ციფრებში

გეოგრაფიული აღმოჩენები და გამოკვლევები

ქართველი მოგზაურები

გამოყენებული ლიტერატურა

# თავი I. გეოგრაფია როგორც მეცნიერება

## 1. გეოგრაფიის საწყისები

გეოგრაფია უძველესი მეცნიერებაა, რომლის უმთავრეს მიზანს გარემომცველი ბუნების აღწერა და შესწავლა წარმოადგენს. ადამიანი მთელი თავისი შეგნებული ცხოვრების მანძილზე აკვირდებოდა და სწავლობდა მის გარემომცველ სამყაროს და მიღებულ ცოდნას თავის სამეურნეო საქმიანობაში იყენებდა.

გეოგრაფიის საწყისები ისტორიის უძველეს დროში იღებს სათავეს, რადგან ხალხს ყოველთვის აინტერესებდა, როგორც თავისი საცხოვრებელი ბუნების, ასევე მეზობელი ხალხის გარემო და შორეული ქვეყნები, ამავე დროს ხალხთა ურთიერთშორის სავაჭრო დამოკიდებულებები მოითხოვდა როგორც საკუთარი ქვეყნის, ასევე სხვა ქვეყნების ბუნებისა და მეურნეობის გაცნობასაც. გარდა ამისა, იმ დროინდელ განუწყვეტელ ომებს თან სდევდა თავდამსხმელთა მიერ სხვა ქვეყნების გაცნობაც. შორეულ მოგზაურობებსა და ექსპედიციებს აწყობდნენ ფინიკიელები, ეგვიპტელები, ბაბილონელები, ასურელები, ებრაელები, სპარსელები, ინდოელები, ჩინელები, ბერძნები, რომაელები. ამ ხალხებმა განუმომელი წვლილი შეიტანეს გეოგრაფიული მეცნიერების განვითარების საქმეში.

წარსულში გეოგრაფიის ამოცანებს დედამიწის ფორმის შეცნობა, მის ზედაპირზე უცნობი ტერიტორიების მიკვლევა და აღწერა შეადგენდა. შემდგომში გეოგრაფია განუწყვეტლივ ვითარდებოდა და თანდათან იგი აღწერილობითიდან ღრმა კვლევით და, გარკვეულწილად, პროგნოზულ მეცნიერებად გადაიზარდა.

თანამედროვე გეოგრაფია წარმოადგენს მეცნიერების ურთიერთ-დაკავშირებული დარგების სისტემას, რომლებიც,

პირველ რიგში, ფიზიკურ და სოციალურ-ეკონომიკურ გეოგრაფიებადაა დაჯგუფებული. ფიზიკურ-გეოგრაფიული დარგები (გეოლოგია, გეომორფოლოგია, კლიმატოლოგია-მეტეოროლოგია, ჰიდროლოგია, ნიადაგმცოდნეობა და სხვ.) საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა რიგს მიეკუთვნებიან, რომლებიც უშუალოდ ბუნებასა და მასში მიმდინარე პროცესებს შეისწავლიან. ფიზიკური გეოგრაფიის შესწავლის ობიექტს დედამიწის კომპლექსური გეოგრაფიული (ლანდშაფტური) გარსი წარმოადგენს, რომელიც წარმოიქმნა ლითოსფეროს, ატმოსფეროს, ჰიდროსფეროსა და ბიოსფეროს ერთიერთქმედების საფუძველზე. ერთიანი გეოგრაფიული გარსი ძალზე რთული და არაერთგვაროვანია, რამდენადაც მისი კომპონენტები: დედამიწის გეოლოგიური სტრუქტურა, რელიეფი, ჰაერი, წყალი, ნიადაგები და ცოცხალი ორგანიზმები, მათი სხვადასხვაგვარი განვითარების გამო, ქმნიან სხვადასხვა სირთულისა და მასშტაბის ერთობლიობას დედამიწის სხვადასხვა უბნებში. ბუნებრივი კომპონენტების ასეთ ისტორიულად ჩამოყალიბებულ ერთობლიობას ეწოდება ბუნებრივი ან ფიზიკურ-გეოგრაფიული კომპლექსი. გეოგრაფიული გარსი სწორედ მრავალი ასეთი, შედარებით დამოუკიდებელი, მარტივი და რთული ბუნებრივი კომპლექსებისგან შედგება. ასეთ ცალკეულ კომპლექსებს შეისწავლის ფიზიკური გეოგრაფიის განხრა - ლანდშაფტმცოდნეობა. გარკვეული რანგის ბუნებრივი კომპლექსი, რომელიც გამოირჩევა ინდივიდუალურობით სივრცესა და დროში, ლანდშაფტს წარმოადგენს. ტერმინი შემოღებულია დიდი გერმანელი მეცნიერის ალექსანდრე ჰუმბოლდტის მიერ და გერმანულად „ადგილის სახეს“ ნიშნავს. გეოგრაფიული გარსის და მისი შემადგენელი ნაწილების თანამედროვე მდგომარეობის შეცნობისათვის აუცილებელია დროში მათი განვითარების

ცოდნა. ყოველივე ამას პალეოგეოგრაფია შეისწავლის („პალეო“ ძველს ნიშნავს).

სოციალურ-ეკონომიკური გეოგრაფია საბუნებისმეტყველო და საზოგადოებრივ მეცნიერებათა ნაზავს წარმოადგენს და შეისწავლის ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის განვითარების კანონზომიერებებს სხვადასხვა ბუნებრივ გარემოში და ქვეყანაში, ადგენს გეოგრაფიული ფაქტორების როლს მეურნეობის სხვადასხვა დარგის სივრცობრივ განთავსებაში. ადამიანის მოღვაწეობის ფორმა და ინტენსივობა დაკავშირებულია ბუნებრივ პირობებზე და, თავის მხრივ, ადამიანს აქტიურად ზემოქმედებს გარემოზე. ამდენად, სოციალურ-ეკონომიკური გეოგრაფია ფართოდ იყენებს ფიზიკური გეოგრაფიის სხვადასხვა დარგის კვლევის შედეგებს და ეყრდნობა სხვადასხვა მასშტაბის ბუნებრივი კომპლექსების კანონზომიერებებს.

გეოგრაფიული კვლევების დამაგვირგვინებელ ეტაპს წარმოადგენს სხვადასხვა დანიშნულების, შინაარსისა და მასშტაბის რუკების შედგენა, რომლის მეთოდოლოგიას ცალკე გეოგრაფიული დარგი - კარტოგრაფია ქმნის.

გეოგრაფიული მეცნიერების ყოველ დარგს საკუთარი კვლევის ობიექტი გააჩნია და კვლევის შესაბამისი მეთოდებით არის აღჭურვილი. ამდენად, ეს დარგები ერთ მთლიან, ინტეგრირებულ ჯგუფში არიან მოქცეულნი და მათი შინაგანი ერთიანობა განპირობებულია ყოველი შემადგენლის ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირით.

## **2. გამოჩენილი გეოგრაფოსები და მოგზაურები**

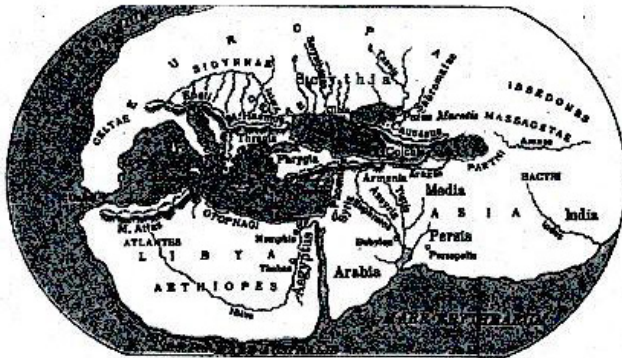
ჩვენამდე მოღწეული პირველი წერილობითი წყაროები, გეოგრაფიული გამოკვლევებისა და აღმოჩენების შესახებ,

განეკუთვნება მესამე ათასწლეულს ქრისტემდე. ეს ცნობები, ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთ ნაპირის გაყოლებით და მცირე აზიაში მცხოვრებ ხალხთა მიერაა მოპოვებული. ძველმა ეგვიპტელებმა მოინახულეს აფრიკის ჩრდილო ნაწილი, ხმელთაშუა ზღვის სანაპიროები, მოაპოვეს დიდძალი გეოგრაფიული ინფორმაცია, რაც შემდგომში გამოიყენეს და განავრცეს ბერძენმა სწავლულებმა. ბაბილონი და ასურეთი ძველი მატერიალური კულტურის კერა იყო. ბაბილონელებმა დაგვიტოვეს ცნობები ქვეყნების, მთების, მდინარეების, არხების, ტაძრების შესახებ, მათ ეკუთვნით მსოფლიოს რუკების შედგენის პირველი ცდაც. თიხის ფირფიტაზე შესრულებული ბაბილონური რუკა ქრისტემდე V საუკუნეს მიეკუთვნება, რომელზეც დედამიწა და შვიდი კუნძულია გამოსახული. რუკაზე, დედამიწის ცენტრში, მდებარეობს ბაბილონი, ხოლო ოკეანის გაღმა - „შვიდი კუნძული“. ბაბილონელები წარმატებით ახდენდნენ ასტრონომიულ დაკვირვებებს, საზღვრავდნენ პლანეტათა ორბიტებს, ყოფდნენ ვარსკვლავებს თანავარსკვლავედებად. შექმნილი ძველი დროის ხალხთაგან ყველაზე მეტი აღმოჩენები ფინიკიელებს ეკუთვნით, რომლებიც ცხოვრობდნენ ხმელთაშუა ზღვის აღმოსავლეთით, ლიბანის ქედსა და სანაპირო ზოლს შორის. ზღვასთან სიახლოვემ ისინი დახელოვნებული და გამოცდილი მეზღვაურები გახადა. ფინიკიელები აწყობდნენ შორეულ მოგზაურობებს და ცის მნათობების საშუალებით ორიენტირებდნენ ზღვაში. ისტორიკოსისა და გეოგრაფის, სტრაბონის (I საუკუნე ქრისტეს შემდეგ) გადმოცემით ფინიკიელები ჰერკულესის სვეტებს (გიბრატალის სრუტის) გადაღმა, ატლანტის ოკეანესაც სტუმრობდნენ. გარდა ამისა, ეგვიპტიდან წითელ ზღვაში გადიოდნენ, საიდანაც ირანისა და ინდოეთისკენ მიემართებოდნენ. სპარსეთის ყურის სანაპიროებში დაკვირვებების შედეგად მათ შეისწავლეს პერიოდულად მქროლავი ქარები - მუსონები. ფინიკიელებმა

მისცეს სახელწოდება ევრაზიის მატერიკის ორ ნაწილს - ევროპასა და აზიას. ბერძნები ფინიკიელების დამსახურებად თვლიდნენ მინის დამზადებას, ქსოვილის წითლად შეღებვის ოსტატობას, ლითონზე მუშაობას, ზომის და წონის სისტემის და დამწერლობის შექმნას. ჩვენს ერამდე III, II ათასწლეულებში ერთ-ერთი უძველესი ცივილიზაცია ინდოეთის ტერიტორიაზე ჩამოყალიბდა. უძველესი ინდური გეოგრაფიული წარმოდგენები შეტანილია საღვთო წიგნებში, უძველესი წერილობითი ძეგლი მდინარე ინდის პოეტური აღწერაა. გეოგრაფიის განვითარებაში დიდი წვლილი მიუძღვით ძველ ჩინელებს (მე-2 და პირველი ათასწლეულები ჩვენს ერამდე). ძველი მსოფლიოს სხვა ხალხების მსგავსად, ჩინელები გეოგრაფიულ ინფორმაციას ძირითადად სამხედრო ლაშქრობების დროს მოიპოვებდნენ. ქრისტემდე IV - III საუკუნეებში ჩინეთში შექმნილია თხზულებები, რომლებიც მთლიანად გეოგრაფიას ეხება.

**ანტიკური ეპოქის გეოგრაფიაში**, ისევე როგორც საერთოდ მსოფლიო მეცნიერებაში, განუზომელია ბერძნებსა და რომაელების წვლილი. ძველბერძნული საბუნებისმეტყველო მეცნიერების ფუძემდებლად ითვლება თალესს მილეთელი. მას ეკუთვნის იმ დროისთვის ცნობილი მსოფლიოს (ოიკუმენის) პირველი აღწერა.

გეოგრაფიული ცოდნის შევსებაში დიდია ანტიკური ხანის უდიდესი მკვლევარის, ჰეროდოტეს დამსახურება, რომელიც ქრისტემდე V საუკუნეში, თავის კლასიკურ „ისტორიაში“, ისტორიულ ამბებთან ერთად იმ მინებსაც აღწერს, სადაც ეს ამბები ხდებოდა. იმ დროისათვის დაგროვილი ინფორმაციისა და ცოდნის საფუძველზე მან შექმნა რუკა, რომელზეც გასაოცარი სიზუსტითაა აღბეჭდილი ხმელთაშუა, შავი, აზოვის ზღვები, კასპიის ზღვის სამხრეთი ნაწილი, სამხრეთი ევროპა, ჩრდილო აფრიკა, ცენტრალური და წინა აზია (ნახ. 1).



დედამიწა ჰეროდოტეს მიხედვით ჩე.წ. აღ-მდე 450 წ

ნახ. 1

ბერძენ მეცნიერთა - პინდარესა (522-442 წწ. ქრისტემდე) და ესქილეს (525-456 წწ. ქრისტემდე) ნაწარმოებებში უკვე ვხვდებით აზიის, ლიბიის და ევროპის აღწერას, რომელთაც საზღვრავდა ფაზისი, ნილოსი, შერკულესის სვეტები, ქიმერიის ბოსფორი. ატლანტის ოკეანე, მათი შეხედულებით, ზღვას წარმოადგენდა. ბერძენმა სწავლულმა ერატოსთენემ გეოგრაფია ზუსტ მეცნიერებად აქცია. მან პირველმა გამომა დედამიწის მერიდიანის სიგრძე, დაამტკიცა დედამიწის სფეროსებურობა, დაწერა გეოგრაფიული ნარკვევები სამ წიგნად, მანვე შეადგინა რუკა გრადუსთა ბადით. მან პირველმა იხმარა ტერმინი „გეოგრაფია“ და 17 საუკუნით ადრე განჭვრიტა დასავლეთის გზით ინდოეთში მოხვედრის შესაძლებლობა სწორედ მისი იდეებით იხელმძღვანელა კოლუმბმა თავისი მოგზაურობის დაგეგმვისას. აღსანიშნავია ფილოსოფოს დემოკრიტეს მოგზაურობა, რომელსაც სხვა საკითხებთან ერთად აინტერესებდა გეოგრაფიული მონაცემებიც. ეთიოპიაში ყოფნისას იგი ცდილობდა მიეკვლია მდ. ნილოსის სათავისათვის. ვარაუდობდნენ, რომ მან პირველმა შემოიღო

ტერმინი ოკვანე. დემოკრიტემ მოიარა ეგვიპტე, ფინიკია, ბაბილონი, სპარსეთი, ინდოეთი, წითელი და ხმელთაშუა ზღვები. ძველი ბერძნული და რომაული გეოგრაფიული სკოლის ბრწყინვალე წარმომადგენელი იყო ბერძენი მეცნიერი, გეოგრაფიის მამად აღიარებული სტრაბონი (ქრისტემდე და ქრისტეს შემდეგ პირველი საუკუნეების მიჯნა). მან აღწერა იმ დროის ცნობილი თითქმის ყველა ქვეყანა და მხარე (ნახ. 2). სტრაბონმა შექმნა მრავალტომიანი ნაშრომი „გეოგრაფია“ 17 წიგნად. რომაელ მოგზაურთა შორის მნიშვნელოვანი ადგილი პლინიუს უფროსს (I საუკუნე ქრისტეს შემდეგ) უკავია, რომლის შრომათა დიდი ნაწილი გეოგრაფიისადრია მიძღვნილი. იგი გვანდის ცნობებს ცალკეული ქვეყნების - იტალიის, ბრიტანეთის, გერმანიის, ესპანეთის, ინდოეთის, ჩინეთის, სპარსეთის, შავი ზღვის სანაპიროების ქვეყნების ფიზიკური გეოგრაფიის შესახებ. პლინიუსის გადმოცემით, რომის იმპერატორმა ნერონმა ექსპედიცია მოაწყო მდ. ნილოსის სათავეების დასადგენად; მათვე გამოიკვლიეს მდ. თეთრი ნილოსი. პლინიუსმა თავისი გამოკვლევების შედეგები 37 წიგნად დაგვიტოვა.



სტრაბონი ჩე.წ.ად-  
მდე 18 წ.



პლინიუსი მელა. ჩე.წ.ად-  
მდე 43 წ

ნახ. 2

**მოგზაურობები და გეოგრაფიული აღმოჩენები შუა საუკუნეებში.** დასავლეთ ევროპის ხალხთა ისტორიაში გეოგრაფიულ მოგზაურობათა ახალი პერიოდი იწყება ამერიკისა (ქრისტეფორე კოლუმბი, 1492 წ.) და ინდოეთისკენ საზღვაო გზის აღმოჩენით (ვასკო და გამა, 1498 წ.). კოლუმბის ოთხმა მოგზაურობამ გეოგრაფიულ აღმოჩენათა ისტორიაში ახალი ფურცელი ჩაწერა. თავის თანამგზავრებთან ერთად მან პირველმა გადაცურა ატლანტის ოკეანე დასავლეთის მიმართულეობით, სადაც ინდოეთი ეგულებოდა. კოლუმბმა ფაქტიურად ახალი კონტინენტი აღმოაჩინა, მაგრამ ეს ბოლომდე ვერ გააცნობიერა. მას სიცოცხლის ბოლომდე სჭეროდა, რომ ინდოეთს მიაღწა აღმოსავლეთიდან. მისი დაწყებული საქმე ლოგიკურ დასასრულამდე ამერიგო ვესპუჩიმ მიიყვანა, რომელმაც კოლუმბის აღმოჩენილი მიწები XV საუკუნის ბოლოს ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ დაწვრილებით გამოიკვლია და დაადგინა, რომ კონტინენტთან ჰქონდა საქმე. მის პატივსაცემად ამ კონტინენტს ამერიკა ეწოდა. 1497-1499 წწ. პორტუგალიელი მეზღვაურის, ვასკო და გამას მეთაურობით მოწყობილმა ექსპედიციამ პირველმა შემოუარა აფრიკის კონტინენტს სამხრეთიდან და ინდოეთის ქალაქ კალკუტას მიაღწა. ამით მან გაიკვლია საზღვაო ღერეფანი ინდოეთისკენ და მნიშვნელოვნად გააიოლა იქ ჩაღწევა. ეს გზა ევროპელთათვის წარმოადგენდა ინდოეთისაკენ მიმოსვლის მთავარ საშუალებას სუეცის არხის გაჭრამდე (1869 წლამდე). დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების ეპოქაში საპატიო ადგილი უკავია დედამიწის ირგვლივ პირველი ნაოსნობის ჩამტრებელ ფერნანდო მაგელანს. მისი ექსპედიცია, რომელიც, 5 პატარა იალქანიანი ხომალდისა და 265 კაცისაგან შედგებოდა, 1519 წლის 20 სექტემბერს ესპანეთიდან ატლანტის ოკეანეში გავიდა და სამშობლოში მხოლოდ ერთი გემით და 30 კაცით დაბრუნდა

1522 წლის 7 სექტემბერს. თვით მაგელანი, ფილიპინების არქიპელაგის კუნძულ მაქტანის მცხოვრებლებთან შეტაკებისას დაიღუპა 1521 წლის 27 აპრილს. ექსპედიციამ გადაცურა ატლანტის, წყნარი (ეს სახელი ოკეანეს თვით მაგელანმა უწოდა, რადგან მასზე ცურვის სამი თვის განმავლობაში ქარიშხალი არ ამოვარდნილა) და ინდოეთის ოკეანეები და ესპანეთს აღმოსავლეთიდან მიაღვა, რითაც საბოლოოდ დამტკიცდა დედამიწის სფეროებურობა. ამრიგად, XV და XVI საუკუნეების მიჯნაზე, სულ რაღაც 25 წლის განმავლობაში, დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების ეპოქა შეემნეს ქრისტიანთა კოლოუმბა, ვასკო და გამამ, ამერიგო ვესპუჩიმ და ფერნანდო მაგელანმა.

**XVII-XVIII საუკუნეებში არაერთი გეოგრაფიული აღმოჩენა** მოხდა რუსი მოგზაურების მიერ. მათ ჩაატარეს ჩრ. ყინულოვანი ოკეანის შემსწავლელი თითქმის ყველა ექსპედიცია, ლაშქრობები ციმბირში, რითაც საფუძველი ჩაეყარა ამ მხარის საფუძვლიან შესწავლას. ამავე პერიოდში, პოლანდიელმა მოგზაურებმა, ასევე შეისწავლეს ჩრ. ყინულოვანი ოკეანის საზღვაო გზები, ევროპისა და ამერიკის ჩრ. ნაწილები. XVIII საუკუნის ბოლოდან დიდი ექსპედიციები ჩატარდა ცალკეული კონტინენტების შიდა ნაწილების მეცნიერული შესწავლისათვის. XIX და განსაკუთრებით XX საუკუნეებში გეოგრაფიული მეცნიერება არნახულად განვითარდა. დარგობრივმა გეოგრაფიულმა გამოკვლევებმა ხელი შეუწყო გეოგრაფიული გარსის შესწავლისადმი კომპლექსური მიდგომის განვითარებას.

### **3. ქართული გეოგრაფიული სკოლა**

ქართული გეოგრაფიული სკოლის განვითარება განპირობებული იყო ისტორიული წარსულში საზოგადოებრივი მოვლენებით. ყოველ პოლიტიკურ, სამეურნეო და კულტურულ

წარმატებასთან ერთად ვითარდებოდა მეცნიერების სხვადასხვა დარგები, მათ შორის გეოგრაფიული მეცნიერებაც. V სკ.-დან საქართველოში იქმნება რიგი ჰაგიოგრაფიული და სხვა ხასიათის წერილობითი ძეგლები, რომლებშიც უხვადაა გეოგრაფიული ტერმინები და ცნობები. X-XII სს. საქართველო ერთ-ერთ უძლიერეს სახელმწიფოდ გადაიქცა. სწრაფად განვითარდა მეცნიერების მრავალი დარგი, საქართველოში შეიქმნა გელათის და იყალთოს აკადემიები, სადაც გეოგრაფიის ელემენტებსაც ასწავლიდნენ. XVIII სკ. ქართული გეოგრაფიული აზროვნების აღმავლობის პერიოდად ითვლება. ამ პერიოდში განხორციელდა რამდენიმე შორეული მოგზაურობა: სულხან-საბა ორბელიანის -- ევროპაში, ტიმოთე გაბაშვილის -- ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში, იონა გედევანიშვილისა -- ევროპაში, რაფიელ დანიბეგაშვილისა -- ინდოეთსა და ბირმაში.

გამორჩეული ადგილი გეოგრაფიული აზროვნების ისტორიაში ვახუშტი ბაგრატიონს უკავია, იგი სამართლიანად ითვლება ქართული მეცნიერული გეოგრაფიის ფუძემდებლად. მან XVIII სკ-ის I ნახევარში შექმნა იმ დროის ცივილიზებული სამყაროს მეცნიერების დონეზე გეოგრაფიულ-კარტოგრაფიული ნაშრომები, რომლებიც მსოფლიო მეცნიერების საგანძურშია შესული. ვახუშტი ბაგრატიონის „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“ პირველი ქართული წიგნია, რომელიც დანერგვით ახასიათებს ქვეყნის ბუნებას, მოსახლეობას, მეურნეობას. მარი ბროსეს მიხედვით „ამ გეოგრაფიას იმგვარივე მნიშვნელობა აქვს საქართველოსთვის, როგორც ჰომეროსის გეოგრაფიულ ნაშრომებს საბერძნეთისთვის“.

XIX საუკუნის დამდეგიდან საქართველოში გეოგრაფიული კვლევის ახალი პერიოდი იწყება. ამ დროს საფუძველი ჩაეყარა კავკასიის გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიულ შესწავლას, რასაც, ძირითადად, უცხოელები აწარმოებდნენ (დიუბუა დე მონპერე, კ. კოსი, ჟ. გამბა, ე. ლენცი და სხვ.). XIX ს. დასაწყისში რაფიელ

დანბეგაშვილმა რამდენჯერმე იმოგზაურა ინდოეთსა და ბირმაში, ხოლო 1815 წ. მოსკოვში დაიბეჭდა მისი მესამე მოგზაურობის ამსახველი წიგნი.

XIX ს-ის 50-იანი წლებიდან საქართველოში გეოგრაფიულმა კვლევამ სისტემატიური ხასიათი მიიღო. თბილისში შეიქმნა კვლევითი დაწესებულებები, რომლებიც თანდათან იქცნენ კავკასიის გეოგრაფიული შესწავლის მთავარ კერად. XIX-XX ს-ის მიჯნაზე საქართველოს ბუნებრივი პირობებისა და რესურსების შესწავლაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს ჰერმან აბიხმა და გუსტავ რადემ. გაფართოვდა გეოდეზიურ-ტოპოგრაფიული, გეოლოგიური, ჰიდროლოგიური სამუშაოები.

1920 წელს თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ჩამოყალიბდა ზოგადი გეოგრაფიის და ანთროპოლოგიის კათედრა სადაც მოღვაწეობდა დიდი მეცნიერი და გეოგრაფიული მეცნიერების დაწესებულებათა ჩამოყალიბების ორგანიზატორი, აკადემიკოსი ალექსანდრე ჯავახიშვილი. მისი ინიციატივით დაარსდა საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოება (1924), კარტოგრაფიის ინსტიტუტი (1924) და გეოგრაფიის სამეცნიერო - კვლევითი ინსტიტუტი (1933). შემდგომში ქართულ გეოგრაფიულ სკოლას შეემატნენ საქვეყნოდ ცნობილი მეცნიერები: აკადემიკოსი თეოდანე დავითაია, პროფესორები ლევან მარუაშვილი, ალექსანდრე ასლანიკაშვილი, ვახტანგ ჯაოშვილი, ნიკო ბერუჩაშვილი, დავით უკლება და სხვები, რომელთა ნაშრომებმა ახალ სიმაღლეებზე აიყვანეს ქართული გეოგრაფიული მეცნიერება.

## თავი II. წარმოდგენები სამყაროს წარმოშობის შესახებ

სამყაროს წარმოშობის შესახებ ორი ძირითადი იდეა არსებობს: კრეაციონული და ევოლუციური. Creatio ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს წარმოქმნას, შობას. ამ იდეის მიხედვით სამყარო გონიერი მატერიისგან – ღმერთისგანაა წარმოქმნილი. ამ იდეას ეყრდნობა სამყაროს შექმნის ბიბლიური, ქრისტიანული და ასევე სხვა რელიგიური წარმოდგენები, რომელთა პირველწყაროდ მიჩნეულია კოსმოგონიური მითები. მათში ყურადღება გამახვილებულია ქაოსისგან კოსმოსის გაჩენაზე და უშუალოდ ასახულია კოსმოგონიური წარმოდგენები სამყაროს აგებულებაზე.

ბიბლიის 6 დღე და მათი შესაბამისი 6 გეოლოგიური ერა. ბიბლიის პირველივე თავი – „დაბადება“ ასახავს სამყაროს შექმნას ღმერთის მიერ 6 დღეში, რომლებიც სიმბოლურად ემთხვევა 6 გეოლოგიურ ერას. თუ კარგად ჩაუკვირდებით ბიბლიის ტექსტს, მივხვდებით, რომ შემოქმედი საქმეს იმ ხანაში იწყებს, როცა სამყარო კოლაფსურ, ანუ უსაზღვროდ გავარვარებულ, წარმოუდგენლად შეკუმშურ მდგომარეობაში იმყოფებოდა. „...ბნელი იყო უფსკრულზე და სული ღვთისა იძვროდა წყლებს ზემოთ. თქვა ღმერთმა: იყოს ნათელი! და იქმნა ნათელი...“ (დაბად. 1: 2-3). მაგრამ ეს ნათელი ჯერ კიდევ არ ნიშნავს მზით განათებულ ან ვარსკვლავებით მოჭედილ ზეცას. ასტროფიზიკოსებს მიაჩნიათ, რომ ნათელს ქმნიდა ერთიანად მანათობელი ნისლეული, რომლითაც მთელი ცის კამარა იყო დაფარული. ბიბლიურ დღეებს თითქმის იმეორებს დიდი მეცნიერების მიერ გეოლოგიურ ერებად დაყოფის ქრონოლოგიური სკალა. სქემატურად ყოველივე ეს ასე შეგვიძლია გამოვსახოთ:

<p>თანამედროვე სამყაროსწინა პერიოდი (ციური სხეულების შექმნამდე 5-15 მილიარდი წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ „ყო ბნელს...“</p>
<p>მზისა და მისი სიტემის შექმნის ხანა (დაახლოებით 5-4,5 მლრდ. წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ პირველ დღეს</p>
<p>არქაული, ან არქეოზოული ერა (უძველესი სიცოცხლის ხანა – 3,5-2,5 მლრდ. წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ მეორე დღეს</p>
<p>პროტეოზოული ერა (უძველესი სიცოცხლის ხანა – 2,5 მლრდ. – 600 მლნ წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ მესამე დღეს</p>
<p>პალეოზოული ერა (ძველი სიცოცხლის ხანა – 570-235 მლნ. წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ მეოთხე დღეს</p>
<p>მეზოზოული ერა (შუალედური სიცოცხლის ხანა – 235-70 მლნ წლის წინ) შეესაბამება ბიბლიურ მეხუთე დღეს</p>
<p>კაინოზოული ერა (ახალი სიცოცხლის ხანა – 65 მლნ წლის წინ დღემდე) შეესაბამება ბიბლიურ მეექვსე დღეს.</p>

Evolutio - ლათინური სიტყვაა და ცვლას, განვითარებას ნიშნავს. ევოლუციური თეორიის მიხედვით სამყარო პირველელემენტის შემდგომ განვითარებულ წარმონაქმნს წარმოადგენს. ამ იდეის პირველწყაროს ღმერთებისა და ადამიანების შესახებ არსებული მითები წარმოადგენს. შემდგომ წარმოიშვა მითები სამყაროს აღსასრულზე, საიქიოსა და სააქაოზე. ამ მითების მიხედვით სამყარომ მრავალი კატასტროფა გადაიტანა და საბოლოოდ მათი მსხვერპლი

გახდება, რასაც მისი პირველად - კოლაფსურ მდგომარეობაში დაბრუნება მოჰყვება.

თანამედროვე მეცნიერული თეორია სამყაროს შექმნის შესახებ “დიდი აფეთქების” სახელითაა ცნობილი. ამ თეორიის მიხედვით, არსებობდა უსასრულოდ მცირე წერტილი, უკიდურესად შეკუმშული, წარმოუდგენლად მკვრივი და გავარვარებული. მისი სავარაუდო ზომა შეადგენდა 1 სმ-ის 10 ათას მემილიარდე ნაწილს. იგი უთვალავ სწრაფად მოძრავ ნაწილაკს - კვარკებსა და ელექტრონებს შეიცავდა. დაახლოებით 15 მილიარდი წლის წინ ეს წერტილი აფეთქდა და უსასრულობაში მილიადრობით გალაქტიკად, ვარსკვლავებად და მათ პლანეტურ სისტემებად, კოსმოსურ მტვრად გაიშალა. სამყაროს გაფართოება დღესაც გრძელდება. თუ გაფართოებაში მონაწილე ნივთიერების საშუალო სიმკვრივე გარკვეულ ზღვარს გადააჭარბებს, მაშინ გაშლა დამთავრდება და შეკუმშვა დაიწყება, მიაღწევს რა თავდაპირველ მდგომარეობას. ამას კვლავ მოყვება აფეთქება და ასე დაუსრულებლად. ყოველივე ეს მოგვაგონებს გულის მუშაობას - პულსაციას. ეს მექანიზმი დამაჯერებლად ჯერ-ჯერობით აუხსნელია. ამ თეორიას საფუძველი ჩაუყარა ამერიკელმა ასტროფიზიკოსმა ედუინ ჰაუელმა (1889-1953), რომელმაც კოსმოსურ ნისლეულებში ვარსკვლავები აღმოაჩინა და დაამტკიცა, რომ ისინი გალაქტიკებს წარმოადგენენ. თავისი გამოკვლევის შედეგად 1929 წელს მან დაადგინა, რომ გალაქტიკებს შორის მანძილი და მათი ერთმანეთისგან დაშორების სისწრაფე პირდაპირპროპორციულია. ამ კანონზომიერებას ჰაბლის კანონი უწოდეს. ინგლისელმა ფიზიკოსმა ისააკ ნიუტონმა XVII საუკუნის ბოლოს აღმოაჩინა მიზიდულობის კანონი და ვარაუდობდა, რომ სივრცე და დრო აბსოლუტური, ანუ უცვლელია. 1905 წელს გამოქვეყნდა გერმანელი ფიზიკოსის ალბერტ აინშტაინის ნაშრომი

“ფარდობითობის სპეციალური თეორია”, რომლითაც მან დაამტკიცა, რომ სამყაროში მდგრადია სინათლის სიჩქარე, ისიც მხოლოდ ვაკუუმში, ხოლო სხეულის სიჩქარე, მანძილი, მასა და დრო შეფარდებითია - დამოკიდებულია დამკვირვებლის მდებარეობაზე, ანუ მის კოორდინატებზე სამყაროში. აინშტაინის ცნობილი განტოლების თანახმად  $E = MC^2$ , სადაც ენერგია(E) მასისა(M) და სინათლის სიჩქარის (C) კვადრატის ნამრავლის ტოლია. ამ თეორიის მიხედვით, დრო და სივრცის სამი განზომილება (სიგრძე, სიმაღლე, სიგანე) ქმნის კოორდინატთა ოთხგანზომილებიან სისტემას. ამავდროულად, სივრცე-დრო გამრუდებულია და ამიტომაც უკიდევანოა. ეს, თავის მხრივ, უკავშირდება გრავიტაციულ ურთიერთმოქმედებას, რაც გამოიხატება შორეული ვარსკვლავიდან წამოსული სხივის კოსმოსურ სხეულთან ჩავლისას გამრუდებაში. კოსმოსური სივრცის საზომ ერთეულად მიღებულია სინათლის წელი, ანუ მანძილი, რომელსაც სხივი გადის 1 წელიწადში წამში 300 000 კმ-ის სისწრაფით (9 460 000 000 000 კმ). ასტრონომებს აქვთ კოსმოსური მანძილის საზომი თავიანთი ერთეული - პარსეკი, რომელიც 3,6 სინათლის წელის ტოლია.

### თავი III. ვარსკვლავთა გაერთიანებები და მზის სისტემა

#### 1. გალაქტიკები და მეტაგალაქტიკები

XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში ინგლისელმა მეცნიერმა უილიამ ჰერშელმა დაადგინა, რომ ჩვენი მზის პლანეტარული სისტემა შედის უზარმაზარ გალაქტიკაში, რომლის ყველაზე მკვრივი ნაწილის ხილული კვალი, ღამით მონმენდილ ცაზე, მკაფიო თეთრი ზოლის სახით ჩანს. ეს ირმის ნახტომია - მიზიდულობის ძალით დაკავშირებული ვარსკვლავთა უზარმაზარი ერთობლიობა ჩვენს გალაქტიკაში (ბერძნული გალაქტიკოს - რძიანი, რძისებრი გზა; ინგლისური Milky way, რუსული Млечный путь). იგი ვარსკვლავთა გიგანტური გაერთიანებაა, რომელშიც 150 მილიარდი ვარსკვლავია. სამყაროში უამრავი გალაქტიკაა, ისინი მეტაგალაქტიკაში, ანუ ყველა ხილვადი გალაქტიკის ერთობლიობაში შედიან. ჩვენს დაჯგუფებაში ყველაზე დიდი გალაქტიკა ანდრომედეს ნისლეულია. იგი შემოდგომით, სალამოს საათებში ჩრდილოეთის ცაზე ელიფსის ფორმის ლაქად მოჩანს. ირმის ნახტომის მსგავსად ანდრომედეს სპირალური გალაქტიკაა, რომლის დიამეტრიც 130 ათასი სინათლის წელიწადია. ჩვენგან იგი 2 მილიონი სინათლის წლითაა დაშორებული. დედამიწასთან ყველაზე ახლოს გალაქტიკა მაგელანის ღრუბელი მდებარეობს (180 ათასი სინათლის წელიწადი), რომელიც ორი ღრუბლის სახით ჩანს სამხრეთ ნახევარსფეროს ცაზე. ისინი მაგელანის ექსპედიციის წევრებმა აღმოაჩინეს წყნარი ოკეანის გადაცურვისას და მათი სახელწოდება აქედან მოდის.

თანავარსკვლავედი ცაზე ხილულ ვარსკვლავთა ერთობლიობაა, რომლის კონტურები განსაკუთრებით ბრწყინვალე ვარსკვლავთა გამოსახულების მიხედვით დგინდება. თანავარსკვლავედთა სახელწოდებები დაკავშირებულია ადამიანის

საქმიანობასთან \_ მიწათმოქმედებასთან, ნადირობასთან, ამდენად მათ ცხოველებსა და ფრინველებს სახელებს არქმევდნენ. მაგ.: ლომის, გედის, დიდი და პატარა დათვის. ძველი ბერძნები მითიური გმირების სახელებსაც არქმევდნენ: პერსევსი, ანდრომედე და სხვ. ზოგიერთი ვარსკვლავის შიგნით ირღვევა არსებული წონასწორობა და იგი ფეთქდება. ამ დროს იზრდება მისი ზედაპირის ფართობი, რამდენიმე ასეულჯერ მატულობს ვარსკვლავის სიკაშკაშე, მას სწყდება გარე გარსი და სივრცეში 100 კმ/წმ სისწრაფით იფრქვევა. უფრო გრანდიოზულია ეს პროცესი ზეახალი ვარსკვლავის ანთებისას. სიკაშკაშე რამდენიმე ასეულ მილიონჯერ მატულობს, ამოფრქვევის სიჩქარე 10-20 ათას კმ/წმ აღწევს. გარშემო წარმოიქმნება იონიზებული აირის ველი, დიფუზიური ნისლეული, რომელიც შემდეგ რადიოგამისხივების მძლავრ წყაროდ იქცევა.

შავი ხვრელი წარმოიშობა მზეზე 3-ჯერ და მეტად მასიური ვარსკვლავის სიკვდილის პროცესში. ამ დროს, ენერჯის წყაროს ამოწურვის შედეგად და ზეგიგანტი ვარსკვლავის ნივთიერების გრავიტაციული ურთიერთმიზიდულობის გავლენით იგი შეკუმშვას იწყებს და ბოლოს ვარსკვლავის რადიუსი ე.წ. გრავიტაციულ რადიუსზე ნაკლები ხდება. ამ დროს მიზიდულობის ძალა იმდენად ძლიერდება, რომ სინათლის სხივი მისგან ვეღარ გამოდის, ვარსკვლავი შავ ორმოდ იქცევა და უხილავი ხდება. ყოველი ციური სხეული, რომელიც მისი მიზიდულობის არეში ჩნდება, ორმოს მიერ შეიწოვება და ქრება. რამდენადაც შავი ხვრელი(ორმო) და მისი თანამგზავრი გიგანტი ვარსკვლავი ერთმანეთის მიმართ გარემოიქცევიან, ვარსკვლავის ნივთიერება გრავიტაციული ძალით შავი ხვრელის ცენტრისკენ გაიწოვება. იქ ამ ნივთიერებისაგან წარმოიქმნება სპირალური ბადრო, რომელიც ხვრელის ირგვლივ მზარდი აჩქარებით იწყებს ბრუნვას. ბადრო ვარვარდება და წარმოქმნის

რენტგენულ სხივებს. სწორედ მათი მეშვეობით აფიქსირებენ შავი ხვრელების არსებობას.

სამყაროს ბედი დამოკიდებულია მასში არსებული “ფარული ნივთიერების” რაოდენობაზე, რომელიც უხილავია და მისი არსებობა მხოლოდ თავისი გრავიტაციის ძალით დასტურდება. მისი ბუნება და სივრცეში გადანაწილება უცნობია, თუმცა მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ იგი შეიცავს სამყაროს მასის 90%-ს და თავმოყრილია შავ ხვრელებში, ჩამქრალ ვარსკვლავებსა და გალაქტიკების ირგვლივ არსებულ სივრცეებში. ასტრონომიული მონაცემები მიუთითებენ, რომ ზოგი გალაქტიკის ირგვლივ არსებული ფარული ნივთიერების მასა ათეულჯერ აღემატება გალაქტიკის მნათი(ხილული) მატერიის მასას. ფარული ნივთიერების მასის დიდი რაოდენობით არსებობა გამოიწვევს მეტაგალაქტიკის გაფართოების შეწყვეტას და საბოლოოდ ხელახალ შეკუმშვას.

## **2. მზის სისტემა, პლანეტები და მათი თანამგზავრები**

მზე პლანეტარული სისტემის ცენტრალური სხეულია. მის გარშემო მოძრაობენ პლანეტები, მათი თანამგზავრები, მცირე ცდომილები, კომეტები, მეტეორები, ეს სხეულები ერთიან ოჯახს ქმნიან, რომელსაც მზის სისტემას უწოდებენ.

მზე გავარჯარებული გაზისაგან შემდგარი მნათობია. იგი პლამზური სფეროა, რომელიც შედგება წყალბადისა (75%) და ჰელიუმისაგან(25%), იგი დედამიწის მასას 333 ათასჯერ აღემატება. მზე ორი ძირითადი გარსისაგან შედგება, მზის მასის 99% შიდა გარსშია მოქცეული, ხოლო გარე ფენა რამდენიმე გარსად იყოფა: ფოტოსფერო, ჰრომოსფერო, და გვირგვინი. ფოტოსფერო საკმაოდ თხელი (200-300)კმ ფენაა, მისი ტემპერატურა C-ით 6000<sup>0</sup>-ს აღწევს და უმთავრესად

წყალბადისაგან შედგება, გვხვდება ჰელიუმის. ქრომოსფეროს ფენის ზემოთ ერთგვარი „ცეცხლოვანი ენების“ აზიდვას აქვს ადგილი. ამ მოვლენამ რეკორდულ სიმაღლეს მიაღწია 1946 წელს, როცა იგი მზის დიამეტრზე ოდნავ მეტს შეადგენდა. მზის გარე სფერო - გვირგვინი, მცირე სიმკვრივის გარსია.

მზის ქიმიურ შემადგენლობაში მხოლოდ დედამიწისეული ნივთიერებებია. წყალბადისა და ჰელიუმის გარდა მზეზე 70-მდე ელემენტია აღმოჩენილი, იგი რთული ციური სხეულია და აქ მიმდინარე პროცესები საკმაოდ დიდ გავლენას ახდენენ დედამიწის გეოგრაფიული გარსის მდგომარეობაზე. მრავალწლიანი დაკვირვების შედეგად დადგენილია მზის აქტიურობა-პასიურობის ანუ მზეზე ლაქების ინტენსიური თუ სუსტი გამოვლინების ციკლური ხასიათი. ცნობილია, რომ მზის აქტივობის მაქსიმუმს დედამიწაზე მაგნიტური ქრიშლების მაღალი აქტიურობა შეესაბამება. ცვალებადია აგრეთვე პლანეტის მაგნიტური ველის დაძაბულობა და მიმართულება, რაც იწვევს სატელეგრაფო, სატელეფონო, და რადიოკავშირების შეფერხებებს.

**პლანეტები** ანუ ცთომილები სამყაროს სხეულთა ჯგუფია, მათი დაკვირვება უშუალო დამზერითაა შესაძლებელი, რისთვისაც ჩვეულებრივ ტელესკოპებს იყენებენ. მზიდან დაშორების მიხედვით ისინი შემდეგნაირად არიან განლაგებული: მერკური, ვენერა, დედამიწა, მარსი, იუპიტერი, სატურნი, ურანი, ნეპტუნი, პლუტონი. პლანეტების ორბიტები დაახლოებით ერთ სიბრტყეშია მოქცეული, ყველა პლანეტა მოძრაობს ერთი საერთო მიმართულებით - დასავლეთიდან აღმოსავლეთით, თუმცა მზიდან მათი დაშორება, სიდიდეები, მოძრაობის სიჩქარეები და მზის გარემოქცევის პერიოდები სხვადასხვაა. ამის მიუხედავად ყველა პლანეტა ერთ ოჯახს, ანუ მზის სისტემას ქმნის, ამ სისტემაში მოიაზრება აგრეთვე, რამდენიმე ათასი ე.წ. მცირე პლანეტა. მზის ოჯახს მიეკუთვნება

კომეტები, მეტეორები, ასტეროიდები, პლანეტების თანამგზავრებიც.

**მერკური (ოტარიდი)** მზესთან ყველაზე ახლოს მდებარე და მზის სისტემის ერთ-ერთი პატარა პლანეტაა. სიდიდით ოდნავ აღემატება ჩვენს მთვარეს. მისი ზედაპირი ქვიანი და უდაბნოს მსგავსია, პლანეტაზე არის უამრავი წრიული ფორმის კრატერი. მერკურის დღე-ღამე დედამიწის 176 დღე-ღამის ტოლია, მზის ირგვლივ ბრუნს კი იგი დედამიწის 88 დღე-ღამეს უნდება, ე.ი. სანამ მერკურზე ერთხელ დაღამდება და გათენდება, ორი „იქური“ წელიწადი გადის. პლანეტაზე არ არის წყალი, არც ქარები იცის. დღე ტემპერატურა  $+430^{\circ}$  C-ით, ღამით კი  $-170^{\circ}$ -ია. მერკურის, ისევე როგორც ვენერას, თანამგზავრი არ ჰყავს.

1974 წელს ქრთველმა მეცნიერმა როლან კილაძემ პირველმა დაადგინა მერკურიზე ატმოსფეროს არსებობა და განსაზღვრა მისი წნევა.

**ვენერა(ასპიროზი)** - მზის სისტემის მეორე, მერკურის მომდევნო პლანეტაა. დედამიწასთან ყველა სხვა პლანეტაზე ახლოსაა. მას „ციცურის ვარსკვლავს“ და „მწუხრის ვარსკვლავსაც“ უწოდებენ, რადგან მისი დანახვა ხან დაისის შემდეგ შეიძლება, ხან განთიადის წინ . იგი იმდენად ნათელი და კაშკაშაა, რომ ხშირად ამოუცნობი მფრინავი ობიექტი ჰგონიათ. ვენერას თეთრი ღრუბლების სქელი ფენა ფარავს, ზედაპირზე ტემპერატურა  $+470^{\circ}$ -ს აღწევს C-ით. ზედაპირი დაფარულია ძალზე ძველი ვულკანური ლავით. ვენერას წელიწადი დედამიწის 7,5 თვის ტოლია, იგი თავისი ღერძის გარშემო, პლანეტების უმეტესობისგან განსხვავებით, აღმოსავლეთიდან დასავლეთით ტრიალებს. მეცნიერები ამ მოვლენის მიზეზს დამატურებლად ვერ ხსნიან. ვენერას ღერძული ბრუნვა რეკორდულად ნელია - მისი პერიოდი დედამიწის 243 დღე-ღამეს უდრის.

მეცნიერები ვენერას დღესაც დიდი გულისყურით სწავლობენ. მის ზედაპირს სხვადასხვა დროს დედამიწიდან გაშვებული რამდენიმე კოსმოსური აპარატი მიუახლოვდა. მათ დედამიწაზე პლანეტის შესახებ ინფორმაციები გადმოსცეს. სამწუხაროდ, პლანეტის სიმბურვალის გამო ისინი მალე დაიწვა.

ცის მნათობებს, და მათ შორის ვენერას, ჯერ კიდევ მაიას ხალხი აკვირდებოდა. მათ ტელესკოპი არ ჰქონიათ, დაკვირვებას შეუიარაღებელი თვალით ობსერვატორიის მზგავსი დიდი ტაძრებიდან ახდენდნენ. ერთი ასეთი ტაძარი დღემდე შემორჩა. ეს არის ნახევრკუნძულ იუკატანზე, ჩიჩენიცაში აგებული ტაძარი კარალოკა, რომლის გუმბათის ფანჯრებიდანაც საღამოს შესაძლებელია პლანეტა ვენერას დანახვა.

**დედამიწა** - მზის სისტემის მესამე, ვენერას მომდევნო, სიდიდით მეხუთე პლანეტაა. სხვა პლანეტებიდან დედამიწა მკაფიო, კაშკაშა ვარსვლავად ჩანს. ეს ნათება მზის სხივების ანარეკლი შუქია. ამ შუქის შესამჩნევად შეგვიძლია ახალ მთვარეს დავაკვირდეთ. შუქი იმდენად ანათებს მთვარის ბნელ ნაწილს, რომ ნაწილობრივ ეს მხარეც ჩანს. მთვარე ამ დროს კაშკაშა, მკვეთრი რკალია, ხოლო მისი დანარჩენი ნაწილი მქრქალად, ფერფლისფერად ანათებს.

ჩვენი პლანეტა მზეს ერთი ასტრონომიული ერთეულით არის დაცილებული. მისი საშუალო ტემპერატურაა +15<sup>0</sup> C-ით. დედამიწა ერთადერთი პლანეტაა მზის სისტემაში, რომელზეც არის სიცოცხლე. დედამიწას აქვს მიზიდულობის ძალა, ამ ძალის მეშვეობით იგი თავის ახლოს აკავებს ატმოსფეროს, რომელიც ძირითადად აზოტისა და ჟანგბადისაგან შედგება. ატმოსფერო სიცოცხლისათვის ხელსაყრელ პირობებს ქმნის. პლანეტაზე გამუდმებით ქრის ქარები, ამის გამო მისი ზედაპირი იცვლება. წყალი დედამიწის ზედაპირის 2/3-ზე მეტს ფარავს, რის გამოც

იგი კოსმოსიდან ცისფერი ჩანს. ამიტომ დედამიწას ცისფერ პლანეტას ეძახიან.

**მარსი(მარიხი)**-მზის სისტემის მეოთხე, დედამიწის მომდევნო პლანეტა, ზოგჯერ წითელ პლანეტასაც ეძახიან. იგი წითლად ჩანს, რადგან მისი ქვიანი ზედაპირი რკინის უანგეულითაა დაფარული. ქარიშხლების გამო ზედაპირიდან ავარდნილი მტვრის გიგანტური მასებისაგან პლანეტის ცა ვარდისფერს იღებს.

პლანეტის ზედაპირზე არის ფორმები, რომელიც მდინარის ამომშრალ კალაპოტს გვაგონებენ, მაგრამ მათში წყალი არ არის. მარსზე უამრავი ჩამქრალი ვულკანის კერაა. მთა ოლიმპი, რომელიც მარსზე მდებარეობს ყველაზე მაღალი მთაა მზის სისტემაში - მისი სიმაღლე 28 კმ-ია. მარსს დედამიწისაგან განსხვავებით, ორი თანამგზავრი ახლავს. პლანეტაზე თვეების განმავლობაში ქარიშხლები მძვინვარებს. დღე-ღამის ხანგრძლივობა „წითელ პლანეტაზე“ თითქმის ისეთივეა, როგორც დედამიწაზე - 24 საათი და 37 წუთი, იქაურ ზამთარში ტემპერატურა C - ით  $-12^{\circ}$  - მდე ეცემა, ზაფხულში 0 - დან  $+13^{\circ}$  - მდე მერყეობს.

**იუპიტერი(მუშთარი)** - მეხუთე, მარსის მიმდევნო და ყველაზე დიდი პლანეტაა მზის სისტემაში. იგი ორჯერ უფრო მძიმეა, ვიდრე ყველა სხვა პლანეტა ერთად აღებული. დიამეტრით 110-ჯერ აღემატება დედამიწას, იგი აირებისა და თხევადი ნივთიერებისაგან შედგება. 1979 წელს დედამიწიდან გაგზავნილი ავტომატური კოსმოსური სადგურიდან დაკვირვების შედეგად აღმოჩნდა, რომ პლანეტას გარშემო აირის სარტყელი აკრავს. იუპიტერზე შეიმჩნევა უზარმაზარი წითელი ლაქა, ეს გიგანტური ქარიშხალია, რომელიც საათში 500კმ სიჩქარით ქრის, მისი მოქმედების რეგიონი სამჯერ აღემატება დედამიწის ზომებს, ეს ნუ გაგაოცებთ - იუპიტერი იმდენად გიგანტური პლანეტაა, რომ სატურნის გამოკლებით, მზის სისტემის ყველა

პლანეტას ერთად დაიტევს. ამ პლანეტის ერთი წელიწადი დედამიწის 12 წელიწადის ტოლია. წელიწადის დროები ერთმანეთისაგან არ განირჩევა, რაც ორბიტისადმი ოუპიტერის ღერძის მართობულობითაა გამოწვეული. ღერძის გარშემო ბრუნვა ჩქარია - მისი პერიოდი 10 საათზე ოდნავ ნაკლებია, თანაც ეკვატორიდან პოლუსებისკენ იზრდება. პლანეტის 16 თანამგზავრიდან ოთხი დიდი თანამგზავრი - იო, ევროპა, განიმედე და კალისტო - 1610 წელს აღმოაჩინა გალილეო გალილეიმ. სამი მათგანი სიდიდით ჩვენს მთვარეს აღემატება, რომელთა ატმოსფერული ტემპერატურა  $-140^{\circ}$ -ია C-ით.

**სატურნი (ზუალი)** - გიგანტური, სიდიდით მეორე პლანეტაა, რიგით მეექვსე, ოუპიტერის მომდევნო ციური სხეული. ოუპიტერივით ისიც ნაწილობრივ თხევადია და აირებსაც შეიცავს. მზეს გარს უვლის დედამიწის 29,5 წლის განმავლობაში. ტემპერატურა  $-150^{\circ}$  - მდეა C - ით. ღრძული ბრუნვის პერიოდი - 10 საათზე ოდნავ მეტი. დედამიწიდან შეგვიძლია დავინახოთ მისი ორი ფართო რგოლი, რომლებიც სინამდვილეში ათასამდე წვრილი რგოლისაგან შედგება. ამ პლანეტას ყველაზე მეტი - თვრამეტი თანამგზავრი ჰყავს. მათგან ერთ-ერთი - ტიტანი მერკურიზე დიდია.

**ურანი** - მზის სისტემის მეშვიდე, მზიდან დაშორებითაც და სიდიდითაც სატურნის მომდევნო პლანეტა, ერთადერთი ცთომილი, რომელიც თითქოს გვერდზე „ნამონოლილი“ ბრუნავს. იგი მზის ირგვლივ სრულ შემოვლას დედამიწის 84 წელს ანდომებს. ტემპერატურა -  $200^{\circ}$  - ზე დაბალია C-ით. ურანს 11 ვიწრო რგოლი და 17 თანამგზავრი ახლავს. რადგან ორბიტაზე გვერდულად მოძრაობს, ხადახან მისი რომელიმე პოლუსი მზისკენ მიიქცევა ხოლმე, რის შედეგადაც პლანეტაზე დღისა და ღამის მონაცვლეობა რამდენიმე წლის მანძილზე წყდება.

**ნეპტუნი** - მზის სისტემის მერვე და სიდიდით მეოთხე, ურანის მომდევნო პლანეტაა. შედგება აირებისაგან და თხევადი ნივთიერებებისაგან. მზის სისტემის არც ერთ პლანეტაზე არ იცის ისეთი ძლიერი ქარიშხლები, როგორც ნეპტუნზე. იქ ქარები საათში 2200 კმ სიჩქარით ქრიან. მზის ირგვლივ შემოვლას ნეპტუნი დედამიწის 165 წელს ანდომებს. ტემპერატურა - 200<sup>0</sup> - ზე დაბალია C-ით. ღერძული ბრუნვის პერიოდი 16 საათია (როგორც ხედავთ, ყველა გიგანტი პლანეტა უდიდესი სისწრაფით ბრუნავს ღერძის ირგვლივ). ახლავს 8 თანამგზავრი. დედამიწიდან მათგან მხოლოდ ორის დანახვა შეიძლება. ნეპტუნის ყველაზე დიდი თანამგზავრის, ტრიტონის ზედაპირი ყინულით არის დაფარული და დაღარულია გიგანტური ნაპრალებით.

**პლუტონი** - მზის სისტემის მეცხრე, ნეპტუნის მომდევნო, ყველაზე პატარა პლანეტაა. მას ყინულის პლანეტას ეძახიან, იმიტომ რომ ყველაზე შორსაა მზიდან და მისი სხივებიც პლანეტის ზედაპირს ნაკლებად ეცემა. ცნობილია რომ ყოველ 248 წელიწადში ერთხელ პლუტონი გაივლის იმ არეში, სადაც მისი ელიფსოიდური ორბიტა უფრო ახლოს გადის მზესთან, ვიდრე ნეპტუნისა. ასტრონომიული თუ ფიზიკური ცნობები ან პლანეტის შესახებ ძალზე მწირია. ვიცით, რომ ახლავს ერთი თანამგზავრი - ქარონი. არც ერთ კოსმოსურ აპარატს ახლოსაც კი არ გაუვლია პლუტონთან მისი უკიდურესი სიშორის გამო. ასტრონომები მის შესახებ ღირებულ ინფორმაციას მხოლოდ ჰაბლის ტელესკოპით იღებენ. დღეს, მეცნიერთა გადანწყვეტილებით, პლუტონი ზომის სიმცირის გამო პლანეტად აღარ ითვლება.

### 3. ასტეროიდები, კომეტები, მეტეორები

**ასტეროიდები.** მზის სისტემაში არის კიდევ უამრავი მცირე ზომის, მაგრამ მზის ირგვლივ საკუთარ ორბიტაზე დამოუკიდებლად მოძრაობის სხეული. მათ მცირე პლანეტებს, ან ასტეროიდებს უწოდებენ. დღეისთვის ცნობილია 1200-ზე მეტი ასეთი პლანეტა. მათ შორის ყველაზე დიდის - ცერერას დიამეტრი 1000 კილომეტრს აღწევს, ხოლო ყველაზე პატარებისა - სულ რამდენიმე მეტრია. უფრო მცირე ზომის ასტეროიდები შესაძლოა ათეულათასობით იყოს. მას შემდეგ, რაც ასტეროიდის ორბიტა საიმედოდ დადგინდება, მას რიგით ნომერს და, აღმომჩენის სურვილის გათვალისწინებით, საკუთარ სახელსაც აკუთვნებენ. ამ სახელთა ზღვაში გვხვდება ქართული სახელებიც: „თბილისი“, „აბასთუმანი“, „თამარი“ „საქართველო“, „მცხეთა“, „ხარაძე“, „გუდიაშვილი“, „ქუთაისი“, „კოლხეთი“, და სხვ.

**კომეტა** ქვის, მტვრისა და ყინულისაგან შედგება. ალბათ ამიტომ, იგი უზარმაზარ ჭუჭყიან თოვლის გუნდას მოგვაგონებს. მზესთან მიახლოებისას ყინული დნება და მტვერთან და აირთან ერთად ქმნის კაშკაშა, მანათობელ კუდს, რომელიც მუდამ მზის საპირისპირო მხარესაა მიმართული და მილიონებით კილომეტრზეა გაჭიმული. კომეტის ბირთვი სივანეში რამდენიმე კილომეტრს აღწევს, ორბიტა კი გრძელი და ელისფურია. ზოგი კომეტის მზის ირგვლივ შემოვლის პერიოდი სულ რამდენიმე წელია, ზოგისა - ასეული, ათასეული ან რამდენიმე მილიონი, მზესთან ყოველი გავლისას კომეტები ნივთიერების ნაწილს კარგავენ და ბოლოს ქრებიან. ზოგი მათგანი ნაწილებად იხლიჩება, ზოგჯერ კი პლანეტებსაც ეჯახებიან.

**მეტეორს** მონყვეტილ ვარსკვლავსაც ეძახიან (ვარსკვლავის ჩამოვარდნა). როცა მეტეორული სხეული, დედამიწის ატმოსფეროში შემოიჭრება, იგი ხურდება და კაშკაშს იწყებს. მეტეორული ნაწილაკების სიჩქარე დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებისა და კოსმოსური ხომალდების

სიჩქარესაც კი აჭარბებს, მანათობელი კვალი ცაზე მხოლოდ ერთხელ გაილეჯებს. ატმოსფეროში შემოსვლისას ისინი მთლიანად დაშლას ვერ ასწრებენ და მათი ნარჩენები დედამიწის ზედაპირზე ცვივა. ასეთ ლოდებს ან ნამსხვრევებს მეტეორიტები ჰქვია. მეტეორიტის დედამიწაზე დაგარდნისას წარმოიშობა ძაბრისებრი ჩაღრმავება - კრატერი.

## თავი IV. ზოგადი ცნობები დედამიწის შესახებ

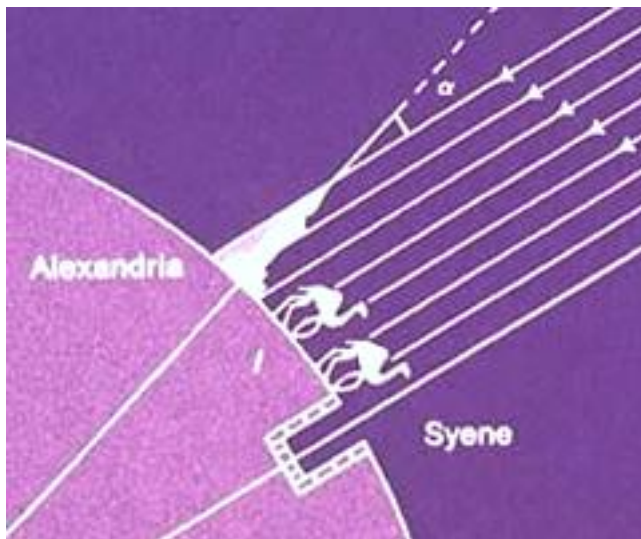
### 1. დედამიწის ფორმა და ზომა

დედამიწა მზის სისტემის მესამე, სიდიდით მეხუთე პლანეტაა, მზიდან 150 მილ. კილომეტრითაა დაშორებული. პლანეტის რადიუსი 6371 კმ-ია, დიამეტრი - 12 742 კმ, ზედაპირის ფართობი - 510 მილნ. კმ<sup>2</sup>, ეკვატორის სიგრძე - 40 075 კმ, ხმელეთის ფართობი - 149 მილნ. კმ<sup>2</sup>, ოკეანეთა და ზღვების - 361 მილნ. კმ<sup>2</sup>. საკუთარი ღერძის გარშემო ერთ ბრუნს პლანეტა 24 საათში ახდენს, ხოლო მზის ირგვლივ ორბიტაზე 29 კმ/წმ სიჩქარით მოძრაობს და ერთ შემოვლას 365 დღე-ღამეს ანდომებს. ზედაპირის საშუალო ტემპერატურაა + 15<sup>0</sup> C-ით. დედამიწა, სავარაუდოდ, 5 მილიარდი წლის წინ წარმოიქმნა კოსმოსური მტვრისა და აირებისაგან. გამდნარი, გავარვარებული, სწრაფად მბრუნავი მასა ცენტრალური მიზიდულობის ძალით უზარმაზარ სფეროდ იქცა.

კაცობრიობის ისტორიის გარიჟრაჟზე შუმერულ, ძველ-ეგვიპტურ, ჩინურ, ბერძნულ ცივილიზაციებში, გეოგრაფიული და გეოდეზიური ცოდნის განვითარებასთან ერთად, თანდათან ყალიბდებოდა წარმოდგენა დედამიწის ფორმასა და ზომაზე. ეს წარმოდგენები თანდათან იხვეწებოდა და იძენდა მეცნიერულ ხასიათს. თავდაპირველად დედამიწას ბრტყელი ან ოდნავ ამობურცული ზედაპირის მქონე სხეულად მიიჩნევდნენ. VI საუკუნეში ქრისტემდე, ძველ საბერძნეთში, პითაგორას მონათვეებმა პირველად გამოთქვეს აზრი დედამიწის სფერულობის შესახებ. ამის დასამტკიცებლად შემდეგი საბუთები არსებობდა: მთვარის დაბნელების დროს მის ზედაპირზე დედამიწის ჩრდილის რკალური კონტური; ხილული ჰორიზონტის გაფართოება დაკვირვების სიმაღლის ზრდასთან ერთად; ცის თალღე მნათობების მდებარეობის ცვლილება

დამკვირვებლის ეკვატორიდან პოლუსისკენ ან პირიქით - პოლუსიდან ეკვატორისკენ გადაადგილებისას; ზღვის ნაპირზე მდგარი დამკვირვებელი ნაპირისკენ მომავალი გემის ჯერ ანძას, შემდეგ კი მთლიან კორპუსს არჩევს. პითაგორასა და ევკლიდეს გამოკვლევებმა გეომეტრიაში მისცა ბიძგი ბერძენი სწავლულის, ერატოსთენის მიერ დედამიწის რადიუსის გაანგარიშებას ქრისტემდე III საუკუნეში. დედამიწის სფერულობის დასამტკიცებლად მეცნიერმა ასეთი გამოკვლევა ჩაატარა: მან იცოდა, რომ ეგვიპტის ქალაქები ალექსანდრია და სიენი(ასუანი) ერთ მერიდიანზე იმყოფებოდა. შესაბამისად, მათ შორის მანძილი დიდი წრის რკალი უნდა ყოფილიყო. ამ ქალაქებს შორის მანძილი მკვლევარს საკმაოდ ზუსტად ჰქონდა გაზომილი (აქლემთა ქარავანის მოძრაობის სიჩქარის მიხედვით მათ შორის 5000 ბერძნული სტადია, ანუ 900 კილომეტრი აღმოჩნდა). წრის რადიუსის გამოსათვლელად საჭირო იყო რკალის შესაბამისი ცენტრალური კუთხის გაზომვა, რაც ერატოსთენმა მარტივად და გონებამახვილურად მოახერხა. მან გამოარკვია, რომ ზაფხულის მაქსიმუმის დროს, როცა მზე შუადღეზე ზენიტში იმყოფება, მისი სხივები სიენის ყველაზე ღრმა ჭის ფსკერსაც კი ანათებდა. ეს იმას ნიშნავს, რომ მზის სხივები აქ დედამიწას  $90^{\circ}$ -იანი კუთხით ეცემა. ერატოსთენის გაზომვების მიხედვით ალექსანდრიაში, ამავე პერიოდში, მზის სხივი დედამიწას პერპენდიკულარულიდან  $7^{\circ}$ -ით გადახრილი კუთხით ეცემა, რაც წრეხაზის სიგრძის  $1/50$  ნაწილს შეადგენს. რამდენადაც ერატოსთენმა იცოდა მანძილი ალექსანდრიასა და სიენს შორის 5000 ბერძნული სტადია (900 კმ), ეს ციფრი გაამრავლა 50-ზე და მიიღო დიდი წრის სიგრძე - 250 000 სტადია (40 000 კმ). წრეხაზის სიგრძის მათემატიკური ფორმულის (წრეხაზის სიგრძე =  $2\pi R$ , სადაც  $\pi$  მუდმივია და უდრის 3,14, ხოლო  $R$  წრის რადიუსია) საშუალებით ერატოსთენმა დაადგინა

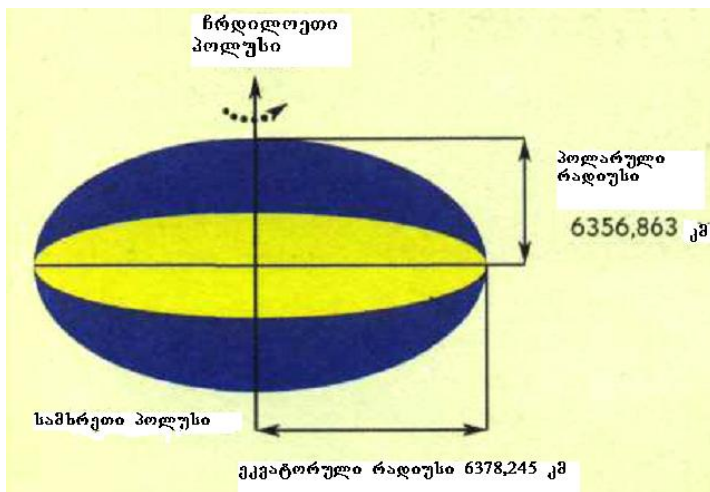
წრის რადიუსი:  $R = 250\,000 : 2\pi = 39\,810$  სტადიას, ანუ 6370 კმ-ს.  
(ნახ. 2ა).



ნახ. 2ა

ჯერ კიდევ ისააკ ნიუტონმა, თავისი მსფლიოს მიზიდულობის კანონის საფუძველზე დაადგინა, რომ დედამიწას იდეალური სფეროს ფორმა არა აქვს, რამდენადაც საკუთარი ღერძის გარშემო ბრუნვისას მოქმედებენ პლანეტის

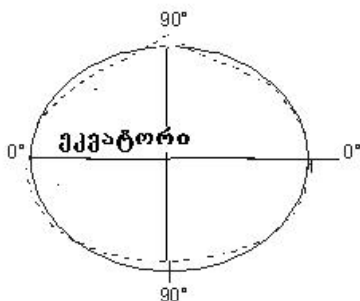
ცენტრიდანული ძალები, რაც იწვევს დედამიწის სფეროს “გამობერვას” ეკვატორის ფარგლებში (ნახ. 3).



ნახ. 3

შესაბამისად, დედამიწის ბრუნვის სიჩქარე უდიდესია ეკვატორის გასწვრივ (0,5 კმ/წმ), ხოლო პოლუსებისაკენ სიჩქარე კლებულობს. აქედან გამომდინარე პოლუსებში მიზიდულობის ძალა მეტია და ზედაპირი უფრო მიახლოებულია ცენტრთან (პოლუსებიდან პლანეტის რადიუსი დაახლოებით 23 კმ-ით ნაკლებია ვიდრე ეკვატორიდან). ამდენად, დედამიწის მერიდიანის ფორმა ელიფსურია, რომლის მოკლე ღერძი პოლარულ, ხოლო გრძელი - ეკვატორულ რადიუსს ემთხვევა. მოკლე, პოლარული ღერძის გარშემო ბრუნვისას ასეთი ელიფსი შემოხაზავს ფიგურას, რომელსაც ბრუნვის ელიფსოიდს უწოდებენ ელიფსოიდის პარამეტრების თანამედროვე გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ დედამიწის რადიუსი ჩრდილო პოლუსზე 70-100 მეტრით გრძელია სამხრეთი პოლუსის რადიუსზე. გამოდის, რომ დედამიწა სამხრეთ პოლუსზე ჩაზნექილია, ხოლო ჩრდილოეთზე - ამოზნექილი. ასეთ ფიგურას კარდიოიდული ელიფსოიდი ეწოდება(ნახ. 4).

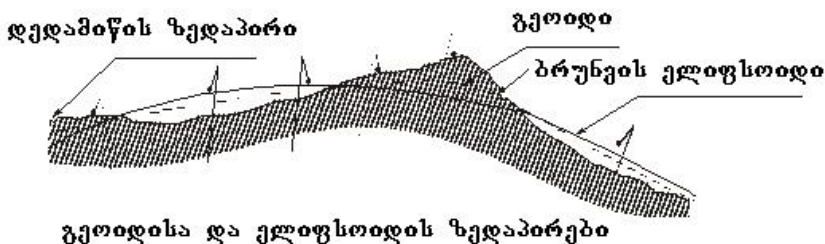
ყოველივე ამას ემატება პლანეტის ზედაპირის უსწორმასწორობებიც, რაც ჩვენს პლანეტას რაიმე გეომეტრიულ ფიგურას ვერ ამგვანებს. ამიტომ დედამიწის ამ ფორმას გეოიდი უწოდეს (ნახ. 5).



კარდოიდი (ა) და ელიფსოიდი (ბ)

ა ----- ბ

ნახ. 4



გეოიდისა და ელიფსოიდის ზედაპირები

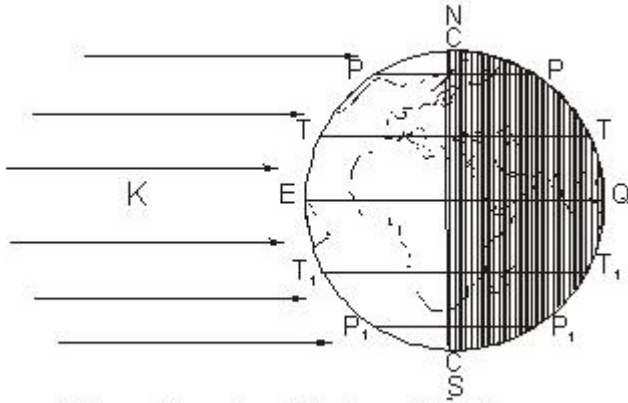
ნახ. 5

## 2. დედამიწის ბრუნვა ღერძის და მზის გარშემო

დედამიწა სამყაროს სივრცეში მრავალ მოძრაობას ასრულებს: ბრუნავს თავისი წარმოსახვითი ღერძის გარშემო,

მზის გარშემო, მზის სისტემასთან ერთად გალაქტიკის ღერძის გარშემო და სხვ. ადამიანმა დროის გაზომვა სწორედ დედამიწის მიერ თავისი ღერძის გარშემო ერთი შემობრუნების - დღე-ღამის ათვლით დაიწყო. შემდეგ იგი მთვარის მოძრაობას აკვირდებოდა და დღე-ღამეები მთვარის ფაზების მიხედვით კვირეებსა და თვეებში გააერთიანა. ადამიანმა, თავისი ასტრონომიული ცოდნის გაფართოების შემდეგ, მზისა და დედამიწის ვარსკვლავურ სივრცეში მოძრაობის მიხედვით, 1 წელიწადი (365 დღე) გამოყო. მოგვიანებით, საათის გამოგონებასთან ერთად, დრო საათებად, წუთებად და წამებად დაიყო.

დედამიწა თავისი ღერძის გარშემო ბრუნავს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, ამდენად, მზე აღმოსავლეთიდან ამოდის და დასავლეთით ჩადის (ნახ.6). დედამიწის ეკვატორის გასწვრივი გარშემოწერილობაა 40000 კმ-ია. ეკვატორზე არსებული ნებისმიერი წერტილი ამ მანძილს 24 საათში, ანუ დედამიწის თავისი ღერძის გარშემო ერთი შემობრუნების პერიოდში გადის. მარტივი არითმეტიკული გაანგარიშების შედეგად ვიღებთ ღერძის გარშემო დედამიწის ბრუნვის სიჩქარეს ეკვატორზე –  $40\ 000 : 24$  საათზე =  $1666,7$  კმ/საათში;  $1666,7 : 60$  წუთზე =  $27,78$  კმ/წუთში;  $27,78 : 60$  წამზე =  $0,46$  კმ/წამში.



დედამიწა ორბიტაზე 21.III და 23.IX

ნახ. 6

განედების სიგრძეების კლებასთან ერთად ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ არსებული წერტილების სიჩქარე თანდათან კლებულობს. მაგალითად, თბილისის განედზე დედამიწის ღერძის გარშემო სიჩქარე 370 მეტრია წამში, ხოლო სანკტ-პეტერბურგის განედზე იგი 250 მეტრს აღწევს წამში. უძველეს დროში ადამიანები თვლიდნენ, რომ დედამიწა სამყაროს ცენტრს წარმოადგენდა და მზე და ვარსკვლავები მის გარშემო ტრიალებდნენ. ეს თეორია II საუკუნეში ქრისტეს შემდეგ, წამოაყენა ბერძენმა მათემატიკოსმა პტოლომემ და თითქმის 14 საუკუნე იარსება, სანამ XVI საუკუნეში პოლონელმა მეცნიერმა კოპერნიკმა არ ჩამოაყალიბა თავისი მოძღვრება მზის გარშემო დედამიწისა და სხვა პლანეტების მოძრაობის შესახებ. ამრიგად, სამყაროს გეოცენტრული წარმოდგენა შეცვალა ჰელიოცენტრულმა თეორიამ. დედამიწის თავისი ღერძის გარშემო ბრუნვის დამამტკიცებელ მაგალითებად გამოდგება დიდი სიმაღლიდან ვარდნილი სხეულის გადახრა ვერტიკალიდან აღმოსავლეთისკენ, ასევე უსასატური ქარების

მოძრაობა პოლუსებიდან ეკვატორისკენ, ან დიდი მდინარეების ნაპირების უპირატესი გარეცხვა დედამიწის ბრუნვის მიმართულეებით. დედამიწაზე მბრუნავი სხეულების თავდაპირველი მიმართულებიდან გადახრა აიხსნება იმით, რომ ინერციულობის გამო ისინი სიჩქარისა და მიმართულების შენარჩუნებას ცდილობენ. როცა სხეული ეკვატორიდან მაღალი განედებისკენ მოძრაობს, მისი წრფივი სიჩქარე თანდათან ნელდება. ამასთანავე, მოძრავი სხეული (მდინარე, ქარი) ინარჩუნებს უფრო მეტ სიჩქარეს, ვიდრე მას ეკვატორზე ჰქონდა. ამის გამო წყლის ნაკადი, ქარის მიმართულება, დედამიწის ბრუნვის მიმართულებისკენ გადაიხრება. ამ ეფექტს კორიოლისის აჩქარებას უწოდებენ, რომლის მიხედვით სხეულის აჩქარება ყოველთვის სიჩქარის ვექტორის მიმართ კუთხითაა მიმართული. კორიოლისის ძალას მაქსიმალური მნიშვნელობა აქვს პოლუსებზე, ხოლო ეკვატორზე იგი ნულის ტოლია.

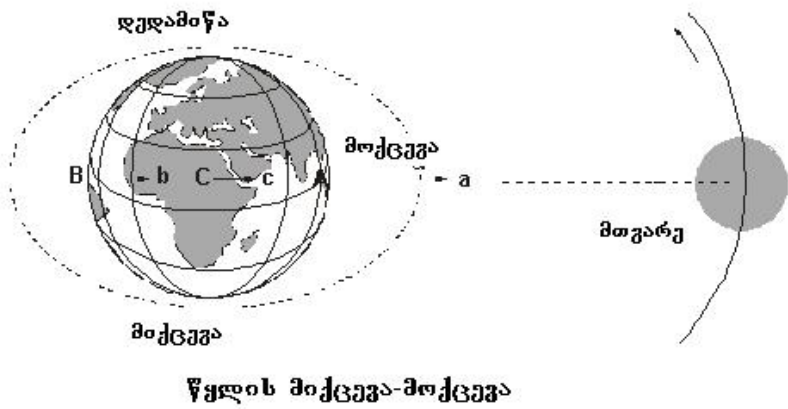
დედამიწის ბრუნვას ღერძის გარშემო როგორც პლანეტარული, ისე გეოგრაფიული მნიშვნელობა გააჩნია. ამ დროს დედამიწის ნებისმიერი წერტილი ერთდროულად განიცდის მიზიდულობასც და ცენტრიდანული ძალების მოქმედებასაც. სინათლის ერთი წყაროს, მზის მიერ, დედამიწის მხოლოდ ამ მნათობისკენ მიქცეული ნაწილია განათებული, ანუ აქ დღეა, ხოლო მოპირდაპირე მხარეზე ღამეა. დედამიწის განათებულ ნახევარსფეროზე სრულიად განსხვავებული სითბური ბალანსია, ვიდრე საპირისპირო მხარეს. ეს გარემოება პირდაპირ აისახება ისეთი გეოგრაფიული პროცესების განვითარებაზე, როგორიცაა ჰაერის მასების მოძრაობა, ტემპერატურების რყევა, ატმოსფერული წნევა და ტენიანობა, ნალექები, აორთქლება, ღრუბლიანობა და სხვ. გეოგრაფიული გარსის ჩამოყალიბების უმთავრეს განმაპირობებელ ფაქტორს დედამიწაზე მზის ენერჯის შემოსვლა წარმოადგენს.

რამდენადაც ჩვენს პლანეტას სფეროსებური ფორმა აქვს მზის სხივები მის ზედაპირზე არათანაბრად ნაწილდება, რაც იწვევს დედამიწაზე გეოგრაფიული ზონების(სარტყლების) ჩამოყალიბებას. დედამიწა რომ არ ბრუნავდეს ღერძის გარშემო და ამ მდგომარეობაში უვლიდეს მზეს, პლანეტის განათებულ მხარეზე მუდმივი დღე იქნებოდა, ხოლო საპირისპირო მხარეს - მუდმივი ღამე. ეს გამოწვევდა ერთი ნახევარსფეროს უკიდურესად გადახურებას, ხოლო მეორის - გადაცივებას, რაც, თავის მხრივ, ისეთ სითბურ ბალანსს დაამყარებდა დედამიწაზე, რომელიც გამორიცხავდა სიცოცხლის თანამედროვე ფორმების არსებობას. სრულიად სხვაგვარი იქნებოდა წყლის გადანაწილება, ატმოსფეროში მუდმივად წარმოიქმნებოდა უდიდესი ძალის ქარები, რასაც ეგზოგენური პროცესების დღევანდელისგან სრულიად განსხვავებული განვითარება მოყვებოდა.

### **3. დედამიწის გრავიტაციული და მაგნიტური ველი**

დედამიწა, ისევე როგორც ყოველი ციური სხეული, იზიდავს სხვა სხეულებს. ყოველი მოვლენა დედამიწის ზედაპირზე თუ მის ქვეშ, მიზიდულობის გარემოში, ანუ ჩვენი პლანეტის გრავიტაციულ (Gravitas - ლათინურად სიმძიმეს ნიშნავს) ველში მიმდინარეობს. დედამიწის ფორმაც გრავიტაციის შედეგს წარმოადგენს. მასვე უნდა ვუმაღლოდეთ, რომ ატმოსფერო გავაქვს. ჰაერის ყოველი ნაწილაკი სხვადასხვა მიმართულებით მოძრაობს და ასეთ პირობებში ისინი თანდათან უნდა დაშორებოდნენ დედამიწას, მაგრამ მათ მიზიდულობის ძალა აკავებთ. გამიკვლევებით დადგენილია, რომ ატმოსფეროს ზედა ფენებში ჰელიუმი ბევრად ნაკლებია, ვიდრე მოსალოდნელი იყო. ეს იმით აიხსნება, რომ ეს გაზი ძალიან მსუბუქია და

ამდენად დედამიწის მიზიდულობის ძალას უჭირს ატმოსფეროს მაღალ ფენებში მისი შეკავება. რაც უფრო ვშორდებით ჩვენს პლანეტას, მისი მიზიდულობის ძალაც მცირდება. სიჩქარე, რომლითაც რომელიმე სხეული შეიძლება გასცდეს ჩვენს პლანეტას, უდრის 11 კმ/წმ-ში. რაც უფრო დიდია სხეულის მასა, მით უფრო მეტია მისი მიზიდულობის ძალაც. მოვარეზე ატმოსფეროს არარსებობა მის მასის სიმცირისა და, შეაბამისად, მიზიდულობის ძალის ნაკლებობის ბრალია (ნახ. 7).



წყლის მიქცევა-მოქცევა

ნახ. 7

გრავიტაციის არსებობამ შესაძლებელი გახადა მიწის მასისა და სიმკვრივის გაზომვა. ნიუტონის კანონის თანახმად, რომელიმე სხეულის წონა მიწის ზედაპირზე (P) პროპორციულია სხეულის მასა (m) გამრავლებული დედამიწის მასაზე (M) და გაყოფილი დედამიწის რადიუსის კვადრატზე:  $P = k(mM:R^2)$ . ამ ფორმულაში k არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, ე. ი. უდრის ძალას, რომლითაც ნერტილში მოთავსებული 1 გრამ-მასა მიიზიდავს მეორე ასეთ გრამ-მასას ერთი სანტიმეტრის მანძილზე. ასეთ შემთხვევაში  $m = 1$ ,  $M = 1$  და  $R = 1$  და ფორმულა მიიღებს ასეთ სახეს:  $P = k$ . ეს სიდიდე XVIII სკ-ში გაზომა

ინგლისელმა ფიზიკოსმა კავენდიშმა. შემდეგ ეს ციფრი დაზუსტდა და ამჟამად იგი უდრის  $9,67.10^{-8}$  CGS სისტემაში. ამ ფორმულით გაიზომა დედამიწის მასა. რაკი დედამიწის მოცულობა ადრევე ცნობილი იყო, გაირკვა მისი სიმკვრივეც, ე. ი. მასა გაყოფილი მოცულობაზე, რაც მიწის საშუალო სიმკვრივეს წარმოადგენს და უდრის 5,52.

უძველესი დროიდან ცნობილია, რომ ბუნებაში არის რკინის მადნები, რომლებიც რკინის საგნებს იზიდავენ. რადგან ასეთი ქანი ცნობილი იყო, კერძოდ მცირე აზიის ქალაქ მაგნეზიასთან, მას მაგნეტი(მაგნიტი) დაერქვა. ბევრად უფრო გვიან, შუა საუკუნეებში, ევროპელმა მეზღვაურებმა შეამჩნიეს, რომ თავისუფლად მოძრავი მაგნიტური ისარის ერთი ბოლო ყოველთვის ჩრდილოეთისკენაა მიმართული, ხოლო მეორე - სამხრეთისკენ. ამ პრინციპის საფუძველზე შეიქმნა კომპასი, რომელმაც უდიდესი სამსახური გაუწია და უწევს მოგზაურებს წარსულშიც და ახლაც.

ერთი მაგნიტის ჩრდილო პოლუსის ბოლო სამხრეთ პოლუსისას იზიდავს, ხოლო ჩრდილოეთისას უკუაგდებს. პოლუსებს შუა მოქმედებენ მაგნიტური ძალები, რომლებიც მიემართებიან პოლუსიდან პოლუსამდე მაგნიტს გარეთ, სანინაალმდეგო მიმართულებით და თანდათან უფრო სუსტდებიან. ამრიგად იქმნება გარკვეული არე, რომელსაც მაგნიტური ველი ეწოდება. ისევე, როგორც სამყაროს ყველა ციურ სხეულს, იგი დედამიწასაც გააჩნია და წარმოიქმნება მის ცენტრში მიმდინარე ჯაჭვური რეაქციების შედეგად. მაგნიტური ველი, თავის მხრივ ქმნის მაგნიტოსფეროს, ანუ დედამიწის გარე სივრცის ნაწილს, რომლის ფიზიკური თვისებები განისაზღვრება მაგნიტური ველისა და მზიდან წამოსული დამუხტული ნაწილაკების ნაკადთა ურთიერთქმედებით. ამასთან დაკავშირებით მაგნიტოსფეროს საზღვრები დედამიწის

განათებულ მხარეზე ვრცელდება პლანეტის 8-14 რადიუსის, ხოლო ბნელ მხარეზე - რამდენიმე ასეული რადიუსის მანძილზე.

ინგლისელი მეცნიერი გილბერტი უკვე მე-17 საუკუნის დასაწყისში მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწაც უზარმაზარ მაგნიტს წარმოადგენს. მას ორი მაგნიტური პოლუსი აქვს - ერთი ჩრდილო პოლუსთან მდებარეობს, მისგან  $11^{\circ}$  -ით სამხრეთით, კერძოდ კანადის ჩ.ა.-ით; მეორე - სამხრეთ პოლუსთან, კუნძულ ტასმანიის სამხრეთით. აღსანიშნავია, რომ ეს ორი პოლუსი ერთმანეთის ანტიპოდი არ არის, მათი შემაერთებელი სწორი ხაზი მიწის ცენტრში არ გაივლის. ჩრდილო მაგნიტური პოლუსი სამხრული მაგნიტიზმის მატარებელია, რამდენადაც მაგნიტური ისრის ჩრდილო პოლუსს იზიდავს. საპირისპირო მდგომარეობაა სამხრეთით - აქაური მაგნიტური პოლუსი ჩრდილო მაგნიტიზმის უბანია. მაგნიტური ისრის გასწვრივ რომ ვერტიკალური სიბრტყე გავატაროთ, ეს იქნება გარკვეული წერტილის მაგნიტური მერიდიანი. რამდენადაც მაგნიტური და გეოგრაფიული პოლუსები ერთმანეთს არ ემთხვევა, ამდენად მაგნიტური და გეოგრაფიული მერიდიანები ერთმანეთს კვეთს და მეტ-ნაკლებად გადახრილია სხვადასხვა მხარეს. ამ გადახრის კუთხეს დეკლინაციას უწოდებენ. თუ ისრის ჩრდილო პოლუსი აღმოსავლეთისკენაა გადახრილი, დეკლინაცია დადებითი იქნება, ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში - უარყოფითი.

მაგნიტური ისარი მაგნიტურ მერიდიანში ჰორიზონტული არ არის. ჩრდილო მაგნიტურ ნახევარსფეროში ისრის ჩრდილო პოლუსი დახრილია ქვევით, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში - სამხრეთისკენ. ამ მოვლენას უწოდებენ ინკლინაციას. მაგნიტურ პოლუსებზე ინკლინაციის კუთხე  $90^{\circ}$  იქნება. პოლუსებიდან დაშორებით ინკლინაცია მცირდება და გარკვეულ ხაზზე ორ პოლუსს შორი კუთხე 0-ს უდრის და ისარიც ჰორიზონტულად დგას - ეს იქნება მაგნიტური ეკვატორი. მაგნიტური მერიდიანების

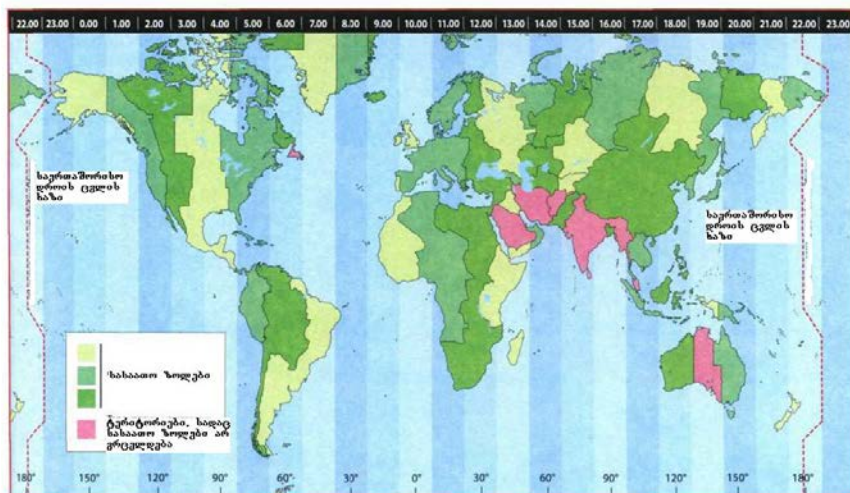
ქსელს მიწის ზედაპირზე გარკვეული საერთო ხასიათი აქვს. ასევეა მიწის ზედაპირის ყოველი ცალკე უბანი, რასაც ამ უბნის ნორმული მაგნიტური ველი ჰქვია. დაკვირვებებით დადგინდა, რომ გარკვეული უბნების მაგნიტური ელემენტები არ ემორჩილებიან საერთო კანონზომიერებას - სხვაგვარია დეკლინაცია და ინკლინაცია, განსაკუთრებით მაგნიტიზმის ინტენსივობა. ამას მაგნიტური ანომალია ჰქვია.

დედამიწის მაგნიტური ველი ცვალებადია დროსა და სივრცეში. თუ გადახრები ხანრძლივი პერიოდის განმავლობაში და ნელა მიმდინარეობს, ამ პროცესს საუკუნებრივ ვარიაციას უწოდებენ, ხოლო თუ იგი ხანმოკლეა და სწრაფი, მაშინ საქმე მაგნიტურ ქარიშხალთან გვაქვს. მაგნიტურ ველში მოთავსებულმა სხეულმა შეიძლება მაგნიტური თვისებები შეიძინოს, რასაც ინდუქციური დამაგნიტება ჰქვია. სხვა პირობებში კი სხეულმა შეიძლება ეს თვისება დაკარგოს, რასაც განმაგნიტებას უწოდებენ.

#### 4. სასაათო სარტყლები

დედამიწა მრგვალია და ბრუნავს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისკენ. ამიტომ, როცა აღმოსავლეთ რეგიონებში მზე ამოდის, დასავლეთ ტერიტორიებზე იგი ჯერ კიდევ არ არის ამოსული. ამ გარემოებასთან დაკავშირებით, უკვე შუა საუკუნეებში გაჩნდა აზრი მსოფლიოში, რომ საჭირო იყო ერთიანი დროის შემოღება. დედამიწის პარალელის სიგრძესა და დღეღამის ხანგრძლივობას შორის დამოკიდებულება შემდეგნაირად გამოიხატება -  $360^{\circ} : 24 \text{ საათზე} = 15^{\circ}$ , ე.ი. ყოველი  $15^{\circ}$  ერთი საათის ტოლია. ასე წარმოიქმნა „ბოლური“ დრო. იგი ემყარება დედამიწის სფეროსებურებას და ღერძის გარშემო ბრუნვას. დედამიწის ზედაპირი პირობითად დაყოფილია 24

სასაათო ზოლად და თითოეული მათგანი 15<sup>0</sup> -ის ფარგლებში მოქცეულ ტერიტორიას მოიცავს. ნულოვანი ზოლი გრინვიჩის მერიდიანის აღმოსავლეთით და დასავლეთით 7<sup>0</sup> და 30<sup>0</sup> სიგანის ორ ზოლს აერთიანებს. ზოლების ათვლა აღმოსავლეთიდან იწყება, ხოლო თითოეული მათგანის შიგნით ერთი საერთო დრო იხმარება. სასაათო ზოლები დიდ სახელმწიფოებს რამდენიმე ადგილობრივი დროის შესაბამის ფრაგმენტებად ყოფს, მაგალითად, რუსეთი თერთმეტ სასაათო ზოლს მოცავს, კანადა - ხუთს, ბრაზილია - სამს. ხშირად პატარა ქვეყნები ერთ სასაათო ზოლშია მოქცეული, მაგალითად, ამიერკავკასიის სამი ქვეყანა - საქართველო, აზერბაიჯანი და სომხეთი. ზოლების საზღვრები მერიდიანებს ყოველთვის არ მიუყვება - გათვალისწინებულია ადგილობრივი რელიეფის თავისებურებანი, რაც მზის ამოსვლა-ჩასვლის თავისებურებებს განსაზღვრავს (ნახ. 8).



ნახ. 8

თავი V. წელთაღრიცხვა და კალენდარი

წელთაღრიცხვა და კალენდარი წარმოადგენს ბუნებრივი მოვლენების პერიოდულობაზე დაფუძნებულ, დროის ხანგრძლივი მონაკვეთების აღრიცხვის სისტემას, რომელიც ციური მნათობების მოძრაობას უკავშირდება. კალენდარი (Calendae) ლათინური სიტყვაა და ძველ რომში ნიშნავდა თვის პირველ დღეს.

კალენდარს, რომელიც ემყარება მზის წლიურ მოძრაობას, ეწოდება მზის კალენდარი. მასში წლის ხანგრძლივობა ახლოსაა მზის წლიური ხილული მოძრაობის პერიოდთან - ტროპიკულ წელიწადთან (365, 2422 საშუალო მზიური დღე-ღამე). იგი წარმოადგენს მზის მიერ გაზაფხულის დღე-ღამეთაობის წერტილის ორჯერ ერთმანეთის მიყოლებით გავლას შორის შექმნილ დროის მონაკვეთს(გაზაფხულიდან გაზაფხულამდე).

მთვარის კალენდარში კალენდარული თვეების მსვლელობა უკავშირდება სინოდურ თვეებს, ე.ი. მთვარის ფაზების ცვლის პერიოდს. მასში წელიწადი შედგება მთვარის 29 და 30 დღიანი 12 თვისაგან, ხოლო დღეების რაოდენობა 354-ია.

მთვარე-მზის ერთობლივ კალენდარში შეთანხმებულია მზის ხილული მოძრაობის პერიოდები და მთვარის ფაზების ცვლა.

თანამედროვე კალენდარული სისტემა მზის კალენდარს ეფუძნება. იულიუს კეისრის მიერ 45 წელს(ქრისტემდე) რომში შემოღებული იყო კალენდარი, რომლის მიხედვით წლის ხანგრძლივობა 365,25 დღე-ღამეს უდრის. მარტივი გაანგარიშების მიხედვით, ყოველი მეოთხე წელიწადი 366 დღიანი გამოდის:  $0,25 \times 4 = 1,0$ . რამდენადაც ეს სიდიდე ოდნავ მეტია ტროპიკულ წელიწადზე, ამდენად ყოველი წლის დასაწყისი ოდნავ წინ გადაინწეოდა. ცდომილების აღმოსაფხვრელად, 1582 წელს, რომის პაპის გრიგორი VII მიერ გატარდა კალენდრის რეფორმა, რომლის მიხედვითაც ყოველ 400 წელიწადში 3

ნაკიანი წელიწადის გამოტოვება ხდება. ამ მანიპულაციის შედეგად კალენდარული წლის ხანგრძლივობა თითქმის უტოლდება ტროპიკულ წელიწადს, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ცდომილებას - 1 დღე ყოველ 3300 წელიწადში. ამ კალენდრით თანამედროვე მსოფლიოს თითქმის ყველა სახელმწიფო სარგებლობს.

ქველ ქრისტიანულ საქრთველოში მიღებული იყო წელთაღრიცხვის სამი სისტემა: წელთაღრიცხვა ქრისტესით, წელთაღრიცხვა დასაბამითგან და წელთაღრიცხვა ქორონიკონით. პირველი მათგანი ერთიანი იყო მთელს ქრისტიანულ სამყაროში, ხოლო დანარჩენი ორი განსხვავდება პირველისაგან.

ქართული დასაბამითგანი ადამიდან ქრისტემდე 5604 წელს ანგარიშობს.

წელთაღრიცხვა ქორონიკონით 532 - წლიანი მოქცევის საშუალებით ხდებოდა: ქრისტეს შემდეგ(ქ.შ.) 780 წელს საქრთველოში დასრულდა 12 ციკლი ქორონიკონისა, ანუ 12-ჯერ 532 წელიწადი ქართული დასაბამითგან:  $532 \times 12 = 6384$ ;  $5604 + 780 = 6384$ . ქრისტეს შემდეგ 780 წელი არის „ქართული დიდი ქორონიკონი“. აქ სრულდება ქართული დასაბამიდან 12(თორმეტი) 532-წლიანი მოქცევა. ქ.შ. 781 წელი მე-13 532-წლიანი მოქცევის პირველი წელია; 1313 წელი  $(780+532=1312)$  მე-14 532-წლიანი ციკლის პირველი წელია. ქართულ დასაბამითსა და ქართულ ქორონიკონს შორის ზუსტი მათემატიკურ-ქრონოლოგიური ურთიერთკავშირია, ისინი ორივე აგებულია 532-წლიან ციკლზე: ქართული დასაბამითგანისა და „დიდი ქორონიკონის“ ჯამის  $(532 \times 12 = 6384)$  საერთო გამყოფია 532-წლიანი ციკლი.

ქართული დასაბამითგანი განსხვავდება ქრისტიანულ სამყაროში გავრცელებულ ანალოგიური სისტემებისაგან. იგი აღემატება ბიზანტიურ დასაბამითგანს(5508 წელი) 96 წლით,

ალექსანდრიუს(5500 წელი) 104 წლით, ხოლო იერუსალიმურ(5492 წელი) დასაბამითგანს 112 წლით.

ქართული დასაბამითგანი ისეთი კალენდარული წელთაღრიცხვაა, რომლის დასაწყისად მიჩნეულია 25 მარტი; ანალოგიურად, ქართული ქორონიკონითაც წლის დასაწყისად 25 მარტია მიჩნეული(ეს დღე ძველი სტილით ხარების ქრისტიანული დღესასწაულია). ეს დღე ძველ საქართველოში მიჩნეული იყო გაზაფხულის ბუნიობად (დღე-ღამტოლობად) და ახალი წლის დასაწყისად. სხვადასხვა გამოკვლევების მიხედვით, ქართული დასაბამითგანის კალენდარი სათავეს იღებს ქრისტემდე III საუკუნეში, კერძოდ 284 წელს, როცა ქართველმა უფლისწულმა ფარნავაზმა დაამარცხა ალექსანდრე მაკედონელის სატრაპი ქართლში - აზონი და საფუძველი ჩაუყარა ქართულ სახელმწიფოს. ამდენად დასაბამითგანის კალენდარი ნიშნავს:  $284 + (10 \times 532) = 5604$  წელი ქრისტემდე. ამ ფორმულაში 284 წ. არის ქართული ეროვნული წელთაღრიცხვის დასაბამი, რომელსაც 10(ათი) 532-წლიანი მოქცევა ემატება; ხოლო 5604 წელი ქართული დასაბამითგანია, ანუ დრო ადამიდან ქრისტემდე. როდის გარდაიქმნა წარმართული ქართული წელთაღრიცხვა ქრისტიანულ ქართულ წელთაღრიცხვად, ჯერჯერობით ცნობილი არ არის.

## თავი VI. დედამიწის გეოლოგიური ისტორია

დედამიწის, როგორც პლანეტის განვითარებას, გეოლოგიური მეცნიერება იკვლევს. ჩვენი პლანეტის ისტორიაში გეოლოგები გამოყოფენ გეოლოგიურისწინა და გეოლოგიურ დროს. პირველ პერიოდში დედამიწა იმდენად გავარვარებული იყო, რომ ქერქი, ანუ ლითოსფერო ჯერ კიდევ არ ჰქონდა. მეორე პერიოდი იწყება ქერქის გაჩენის შემდეგ, რაც პლანეტის შიგა ტემპერატურების დანევამ და ცივი კოსმოსური სივრცის ზემოქმედებამ გამოიწვია. მეცნიერთა ვარაუდით დედამიწის ასაკი დაახლოებით 4,5 მილიარდი წელია. დედამიწაზე განვითარებული მოვლენები გარკვეული ქრონოლოგიური რიგით მიმდინარეობს. დანიელმა ბუნებისმეტყველმა ნიკოლაუს სტენომ XVII საუკუნეში შექმნა გეოქრონოლოგიური სისტემა, რომელიც ბუნებაში მიმდინარე მოვლენებს ერთმანეთთან მიმართებაში თანამიმდევრულად ალაგებდა. ეს ნიშნავდა ამა თუ იმ მოვლენის წინსწრებას სხვებთან შედარებით, ან მათთან თანადროულობას, რაც გამორიცხავდა მათ კონკრეტულ დათარიღებას. შემდგომში ეს მეთოდიკა გეოლოგიის მიმართულებად ჩამოყალიბდა, რომელიც არკვევს შრეთა თანამიმდევრობას და ბუნებრივ კომპლექსებად ყოფს შრეებრივ ქანებს.

მოვლენათა შეფარდებითი ასაკი განისაზღვრებოდა დედამიწის ქერქში დანალექი ქანების შრეთა განლაგების მიხედვით. კერძოდ, ქვედა უფრო ძველია ზედაზე. ამ მეთოდით XVIII საუკუნეში გამოიყო ქანების სამი მსხვილი კომპლექსი: პირველადი, მეორეული და მესამეული, რომელთაც მეოთხეულის სახელწოდებით შეემატა ყველაზე ახალგაზრდა ქანები. მოგვიანებით ტერმინი “პირველადი” შეცვალა “პალეოზოურმა”(ძველი სიცოცხლის დრო, რაც ნიშნავდა გეოლოგიური პერიოდების გამოყოფას ამ დროს არსებული

ცოცხალი ორგანიზმების მიხედვით), “მეორეული” შეცვალა “მეზობოურმა”(საშუალო სიცოცხლე), “მესამეული და მეოთხეული” – “კაინობოურმა”. შემდგომმა გამოკვლევებმა გეოლოგებს დაანახა “პირველელის” ქვეშ არსებული წარმონაქმნები, რომელთაგან უფრო ძველს “არქეული” (უძველესი სიცოცხლე) ეწოდა, ხოლო შედარებით ახალს ”პროტეროზოული” (პირველი, ან წინარე სიცოცხლე). გეოქრონოლოგიის დეტალიზაცია შემდგომაც გრძელდებოდა. 1881 წელს იტალიის ქალაქ ბოლონიაში საერთაშორისო გეოლოგიური კონგრესის II სესიამ მიიღო ოთხი სხვადასხვა რანგის გეოქრონოლოგიური ერთეული: ერა, პერიოდი(ეპოქა), სართული და საუკუნე.

გეოლოგიური ფორმაციების შეფარდებით დათარიღება-დალაგებას სტრატეგრაფია ეწოდება, ხოლო ქანების კომპლექსებს და მის შემადგენელ ნაწილებს - სტრატეგრაფიული ერთეულები.

როგორც ზევით აღვნიშნეთ, გეოლოგიური დათარიღება ეყრდნობა განამარხებული ცოცხალი ორგანიზმების კვლევის მონაცემებს. ბევრი ძველი სახეობა სამუდამოდ გამქრალია. დაშლას და ხრწნას გადაურჩა სხვადასხვა წარმოშობის ქანებში ჩარჩენილი ნაშთები, რომლებიც დღეს გაქვავებული სახით წარმოგვიდგება. სწორედ ისინი აღადგენენ დედამიწის განვითარების ისტორიას. გეოლოგიის ამ დარგს, რომელიც განამარხებულ ორგანიზმებს შეისწავლის, პალეონტოლოგია ეწოდება.

### გეოლოგიური დროის დანაწილება(გეოქრონოლოგიური სკალა)

ერა	პერიოდი და ეპოქა	სართული და საუკუნე
-----	------------------	--------------------

კაინოზოური (დაიწყო 67 მლნ. წლის წინ)	ზედა მეოთხეული ქვედა მეოთხეული	პოლოცენი პლეისტოცენი
	ზედა მესამეული (ნეოგენი)	პლიოცენი მიოცენი
	ქვედა მესამეული (პალეოგენი)	ოლიგოცენი ეოცენი პალეოცენი
მეზოზოური (დაიწყო 240 მლნ.წლის წინ და გრძელდებოდა 173 მლნ. წელი)	ზედა ცარცული	სენონური ტურონული სენომანური
	ქვედა ცარცული	ალბური აპტური ბარემული ჰოტრივული ვალანჟინური
	ზედა იურული	პორტლანდიური კიმერიჯული ოქსფორდული კალოვიური
	შუა იურული	ბათური ბაიოსური
	ქვედა იურული	ააღენური ტოარსული სინემურული
	ტრიასული	ორიული სკვითური
პალეოზოური (დაიწყო 600 მლნ. წლის წინ და გრძელდებოდა 360 მლნ. წელი)	პერმული კარბონული დევონური სილურული ორდოვიციული კამბრიული	
პროტეროზოული	დაიწყო 2 მლრდ. წლის წინ	

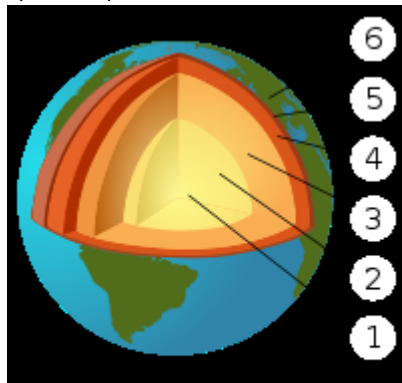
არქეული	დაიწყო 4 მლრდ. წლის წინ	
---------	----------------------------	--

დათარიღების შეფარდებითი მეთოდის გარდა დღეს გამოიყენება აბსოლუტური (ბირთვულ-რადიოლოგიური) მეთოდი, რომელიც დედამიწის განვითარების ისტორიის უკეთ აღქმის საშუალებას იძლევა. დათარიღების ეს წესი ფიზიკურია და ეყრდნობა რადიოაქტიური ქიმიური ელემენტების ბუნებრივი დაშლის თვისებას. ურანის, თორიუმის, რუბიდიუმის, კალიუმისა და ნახშირბადის რადიოაქტიური იზოტოპების დაშლის პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი სიჩქარით, რაზეც გარემოს ფიზიკურ-ქიმიური პირობები გავლენას ვერ ახდენს. დაშლის სიჩქარე იზომება იზოტოპის ნახევრადდაშლის პერიოდით, ანუ დროის იმ მონაკვეთით, რომლის განმავლობაში მოცემული რადიოაქტიური იზოტოპის ატომთა რაოდენობის ნახევარი იშლება და მიიღება მდგრადი რადიოგენური იზოტოპი. საწყისი, ანუ რადიოაქტიური და ახალწარმოქმნილი, იგივე რადიოგენური იზოტოპების წონათა თანაფარდობა საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ მინერალისა და მისი შემცველი ქანის აბსოლუტური ასაკი, რომლის შემადგენელი ელემენტიც დაიშალა. მაგალითად, 1 გრ. ურანი 1 მილიარდი წლის განმავლობაში დაშლის შედეგად იძლევა 0,116 გ ტყვიას, ხოლო 0, 865 გ ურანადვე რჩება. ამ ორი შემადგენლის ჯამი 0,981 - 1 გრამზე ნაკლებია, რაც გამოწვეულია ჰელიუმისა და ამოსხივების ენერჯის დანაკარგებით. ამ მეთოდს ურან-ტყვიის მეთოდი ეწოდა, ანუ საწყისი და ახალწარმოქმნილი ელემენტების სახელი.

## თავი VII. დედამიწის შინაგანი აგებულება

### 1. დედამიწის ქერქი, მანტია, ბირთვი

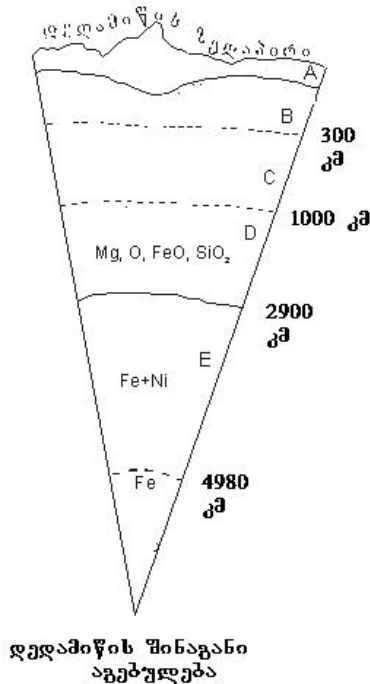
როგორც უკვე ვიცით, თავდაპირველად დედამიწა კოსმოსური მტვრისა და აირებისაგან შექმნილ გავარვარებულ სფეროს წარმოადგენდა. დროთა განმავლობაში იგი გაცივდა და ზედაპირი მკვრივი ქერქით დაიფარა, რომლის სისქე 80-100 კმ-ს აღწევს. ქერქის ქვეშ 2900 კმ სისქის მანტია მდებარეობს, რომელიც ქერქისგან გარდამავალი ზედაპირით გამოიყოფა. მას, მისი აღმომჩენის, იუგოსლაველი გეოფიზიკოსის პატივსაცემად, მოჰოროვიჩიჩის ზედაპირი ეწოდა. მანტია სამ ნაწილად იყოფა: ზედა, შუა და ქვედა. ქერქზე ყველაზე დიდ გავლენას ზედა ფენა - ასთენოსფერო ახდენს, სადაც დიდი წნევისა და ტემპერატურის გამო ნივთიერება ლღვება და მოძრაობს. ეს ბლანტი, გავარვარებული მასა ქერქის სუსტ ადგილებს არღვევს და მასში იჭრება. სწორედ ამ ადგილებში შეინიშნება მიწისძვრებისა და ვულკანიზმის ყველაზე აქტიური კერები. მანტიის ქვეშ ბირთვი მდებარეობს, რომლის რადიუსი 3500 კმ-ს აღწევს (ნახ. 8ა).



1. ბირთვის ეპიტრი; 2. ბირთვი; 3. მანტია; მიწის ქერქი; 4. მანტლის ფენა; 5. გრანიტის ფენა; 6. დამალული ფენა.

## ნახ. 8ა

აქ წნევა 1,4 მილ. ატმოსფეროს აღწევს, ამიტომაც ატომების ელექტრონული გარსები ირღვევა და მათი ბირთვები და ელექტრონები ერთ მასაშია აღრეული. შედეგად ნივთიერება ზემკვირვ მდგომარეობაშია და მაგნიტური თვისებები გააჩნია, რაც თავის მხრივ პლანეტის მაგნიტურ ველს ქმნის (ნახ. 9).



## ნახ. 9

დედამიწის ქერქი მინისქვეშა ძალების ზეგავლენით დანა-წევრებულია ცალკეულ ფილებად (ევრაზიული, აფრიკული, ინდო-აესტრალიური, ჩრდილო ამერიკული, სამხრეთ ამერიკული, წყნაროკეანური, ნასკას, კარიბის, ფილიპინური, არაბული, სკოტის კუნძულების, ანტარქტიკული), რომლებზეც

კონტინენტები და ოკეანეთა ფსკერის ცალკეული ნაწილებია განლაგებული. ისინი ჰორიზონტულად და ვერტიკალურად მოძრაობენ და მუდმივ წინააღმდეგობაში არიან ერთმანეთთან. გერმანელმა გეოფიზიკოსმა ალფრედ ვეგენერმა 1912 წელს გამოაქვეყნა ნაშრომი კონტინენტების ღრეიფზე, სადაც მან წამოაყენა ჰიპოთეზა მობილიზმის შესახებ. ვეგენერმა ერთმანეთს შეადარა სამხრეთ ამერიკის, სამხრეთ აფრიკის, ინდოსტანის ნახევარკუნძულისა და ავსტრალიის პალეოგეოგრაფიული გამოკვლევების შედეგები და დაასკვნა, რომ გვიანპალეოზოურ ხანაში ყველგან შეინიშნებოდა გამყინვარების კვლები, რაც ამ კონტინენტების ახლანდელი განლაგების შემთხვევაში შეუძლებელია. ამას დაემატა სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ და აფრიკის დასავლეთ სანაპიროთა მოყვანილობისა და ამგებელი ქანების ერთგვაროვნება. ყოველივე ამის საფუძველზე მეცნიერმა დაასკვნა, რომ პალეოზოურ ხანაში ახლანდელი კონტინენტები ერთ დიდ ხმელეთს – პანგეას ქმნიდნენ, რომლის სამხრეთ ნაწილში (ალბათ მაშინდელი სამხრეთი პოლუსის სიახლოვეს) მოხდა გამყინვარება. შემდეგ ერთიანი ხმელეთი კონტინენტებად დაიშალა და სხვადასხვა მიმართულებით გადაადგილდა. ამ ჰიპოთეზას ბევრი მონინააღმდეგე გამოუჩნდა და ვეგენერის ტრაგიკულად დაღუპვის (გრენლანდიის ექსპედიციაში, 1930 წელს) შემდეგ კარგა ხანით მიავიწყდათ. XX საუკუნის 50-60-იანი წლებში ოკეანეთა ფსკერის გეოლოგიურმა და გეოფიზიკურმა გამოკვლევებმა მეცნიერებს დაანახა ვეგენერის მოსაზრებათა სისწორე. ახლა ამ თეორიას ლითოსფეროს ფილების ტექტონიკა ეწოდება და აქტიურად ვითარდება.

## 2. ლითოსფერული ფილები და მათი მოძრაობა

დედამიწის ქერქის შედგენილობა არაერთგვაროვანია - კონტინენტები ღრმადაა ჩაძირული მანტიაში, ხოლო ოკეანეთა ფსკერის ქვეშ იგი თხელია. კონტინენტების ქვეშ სამ ფენას - დანალექს, გრანიტულს და ბაზალტურს გამოყოფენ, რომელთა საერთო სისქე 40-80 კმ-ის ფარგლებში მერყეობს. ოკეანეთა ქვეშ მხოლოდ დანალექი და ბაზალტური ფენები გამოიყოფა, რომელთა საერთო სისქე 35-40 კმ-ის ფარგლებში მერყეობს. ქერქის ზემოთჩამოთვლილ ფილებზე შედარებით მცირე ტექტონიკური ერთეულები - ბაქნები და გეოსინკლინები გამოიყოფა. ისინი კონტინენტების, თხელი ზღვებისა და არქიპელაგების სტრუქტურულ ერთეულებს წარმოადგენენ. პირველი გეოსინკლინური აუზი პანგეას - ერთიანი ხმელეთის ორად - ლავრაზიად და გონდვანად გაყოფის შედეგად წარმოიქმნა და მას თეთისი უწოდეს. მილიონობით წლის განმავლობაში ხდებოდა ხმელეთიდან გადარეცხილი მასების ჩატანა ამ ზღვაში და დალექვა. გონდვანას ხმელეთის შემდგომი დანაწევების შემდეგ აფრიკული, არაბული და ინდოსტანის ფილები ჩრდილოეთით გადაადგილდებიან, რის გამოც ზღვა ხმელეთმა შეცვალა. ზღვაში დალექილი ქანები დანაოჭდნენ და ევროპის მთიანეთები, კავკასია და ცენტრალური აზიის მთიანი სისტემები წარმოიშვნენ.

ბაქნები დედამიწის ქერქის შედარებით მდგრადი არეალებია(მაგალითად, რუსეთის, დასავლეთი ევროპის, აფრიკული და სხვ.). ისინი ვერტიკალურად, ძალზე სუსტად მოძრაობენ და ამდენად მათ ზედაპირზე დაბალი და ნაკლებად დანაწევრებული რელიეფი წარმოიქმნება. დანალექი ქანების სისქე ბაქნებზე მცირეა, ხოლო ვულკანიზმი უმნიშვნელო. ისინი ხმელეთის ყველაზე ძველ უბნებს წარმოადგენენ და საფუძველში ნაოჭა სტრუქტურები უდევთ. ბაქნების ზოგიერთ უბანზე დანალექი ქანები გადარეცხილია და კრისტალური

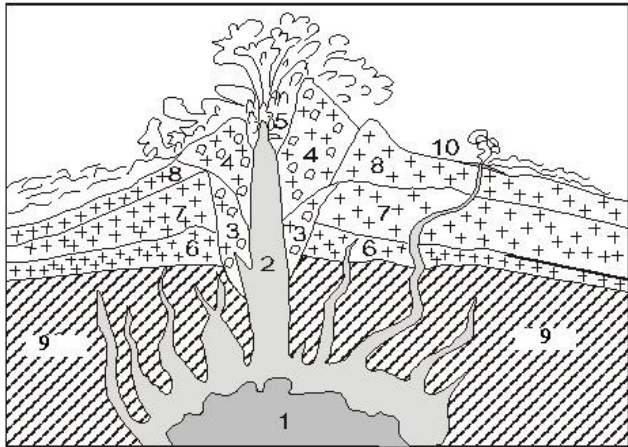
გულია გაშიშვლებული. მათ ფარები ეწოდებათ(მაგალითად ბალტიის ფარი).

თანამედროვე წარმოდგენების მიხედვით, კონტინენტები მოძრაობენ იმ ფილებთან ერთად, რომლებზეც ისინი იმყოფებიან. მათი შეხების ადგილებზე ჩნდება რღვევები და დაძაბულობის კერები მიწიძვრებითა და ვულკანიზმით. განსაკუთრებით რთული სიტუაცია წარმოიქმნება კონტინენტური და ოკეანური ფილების შეჯახების ზონებში. ოკეანეთა ფსკერის ქვეშ მძიმე ბაზალტური ფენაა, რომელიც კონტინენტის შედარებით მსუბუქ, გრანიტულ ფენასთან შეჯახებისას სიღრმეში იძირება. ამ პროცესს **სუბდუქცია** ეწოდება, ხოლო თვით შეჯახებას **კოლიზია**. ეს მოძრაობები დღესაც გრძელდება ქერქის სხვადასხვა უბანზე და შედეგად ნაოჭა უბნები ვითარდება (მაგალითად, კორდილიერები, ანდები, წყნარი ოკეანის დასავლეთით წარმოქმნილი კუნძულთა არქიპელაგები და მთიანი სისტემები). ქერქში ფილების ერთმანეთისგან დაშორებაც მიმდინარეობს, რასაც ასთენოსფეროდან გავარვარებული მასის ამოწევა მოსდევს. ამის მკაფიო მაგალითია ატლანტის ოკეანის ცენტრალური წყალქვეშა ქედი, რომლის გასწვრივ მიმდინარეობს ოკეანური ქერქის გაფართოება, ანუ **სპრედინგი**. ფილების ერთმანეთისგან დაშორების პროცესს **დივერგენცია** ეწოდება, ხოლო დაახლოებას - **კონვერგენცია**.

## თავი VIII. მიწისძვრები და ვულკანიზმი

როგორც ზევით უკვე აღინიშნა, მიწის ქერქში მიმდინარე პროცესებს დედამიწის ზედაპირზე და ოკეანეთა ფსკერზე ვულკანების ამოფრქვევები და მიწისძვრები მოჰყვება, რასაც თავის მხრივ ოკეანეებში კატასტროფული შედეგების მომტანი ტალღების - ცუნამის წარმოშობა სდევს თან.

თავისი მოქმედების ხასიათისა და ამოფრქვეული მასალის შედგენილობის მიხედვით **ვულკანები** მკვეთრად განსხვავდება (მაგალითად, ცენტრალური და ნაპრალოვანი ვულკანები). გეოლოგიურ წარსულში ეს პროცესები გაცილებით ინტენსიური და მასშტაბური იყო, ვიდრე ახლა. ცნობილია ციმბირის, კოლუმბიის, ინდოსტანის, პარანას ვულკანური ამონთხევები, როცა გავარდარებული ლავით ასიათასობით კვადრატული კილომეტრი იფარებოდა. ამჟამად, ვულკანების მოქმედება ძირითადად ცენტრალურ კერასთანაა დაკავშირებული, რაც ვულკანური კონუსების წარმოქმნას განაპირობებს (**ნახ. 10**).



ვულკანის ჭრილი

1. მაგმის კერა;
2. სადინარი;
3. ძველი კონუსი;
4. ახალი კონუსი;
5. კრატერი;
- 6, 7, 8. ლავის ნაკადის ფენები;
9. ძირითადი ქანები;
10. პარაზიტული ვულკანი.

## ნახ. 10

ისინი გავრცელებულია ისლანდიაზე, სიცლიაზე, ჰავაის კუნძულებზე, კამჩატკის ნახევარკუნძულზე და სხვა რეგიონებში. ლავის გარდა ვულკანები ხშირად გაზებსა და ფერფლს ამოაფრქვევენ, რაც არანაკლებ პრობლემებს უქმნის ყოველივე ცოცხალს. ერთერთი ჰიპოთეზის მიხედვით, მეზობოური პერიოდის ბოლოს დედამიწაზე დაწყებულმა მასშტაბურმა ვულკანურმა ამოფრქვევებმა, რასაც თან ახლდა დიდი რაოდენობით ფერფლის ამოტყორცნა, ატმოსფეროს ფერფლით გაჯერება გამოიწვიეს. მის გამო რამდენიმე წლის განმავლობაში მზის ენერჯია თითქმის ვერ აღწევდა დედამიწის ზედაპირამდე, რამაც ბიოსფეროს თითქმის მთლიანი შეცვლა გამოიწვია.

**მიწისძვრა** - დედამიწის ქერქის რყევაა, რომელიც გამოწვეულია ქერქში მიმდინარე პროცესებით. მიწისძვრის კერის - ჰიპოცენტრის სიღრმე ჩვეულებრივად 50-60 კმ-ს არ სცილდება, უფრო ხშირად კი 15-20 კმ-ის სიღრმეზე მდებარეობს. გამონაკლის შემთხვევებში (მაგალითად, წყნარი ოკეანის განაპირა ზოლში), მიწისძვრების ჰიპოცენტრები რამდენიმე ასეული კილომეტრის სიღრმემდე ჩადის. ადგილს დედამიწის ზედაპირზე, რომელიც ჰიპოცენტრის ზევით მდებარეობს და სადაც მაქსიმალურად ვლინდება მიწისძვრის შედეგები - მიწისძვრის ეპიცენტრი ეწოდება. მოქმედი ვულკანები ძირითადად სეისმური აქტიურობის ზონებს ემთხვევა, რომლებიც მაღალ მთიანეთებთან ან ღრმა ოკეანურ ღარებთანაა დაკავშირებული. ასეთი ზონები ვრცელდება წყნარი ოკეანის დასავლურ კიდეზე, ჩრდილოეთიდან სამხრეთით; ატლანტის ოკეანიდან დაწყებული ხმელთაშუა ზღვის, კავკასიის, ჰიმალაის გავლით წყნარ ოკეანემდე; ატლანტის ოკეანეში ასეთი ზონა მოიცავს მის წყალქვეშა ქედს, ისლანდიას, ლომონოსოვის წყალქვეშა ქედის დიდ ნაწილს.

მინისძვრები ოკეანეთა ფსკერზე იწვევს კოლოსალური ზომებისა და კატასტროფულად დამანგრეველი ძალის ტალღების წარმოქმნას წყლის ზედაპირზე, ე.წ. ცუნამი, რომლებსაც ბევრჯერ პირისაგან მინისა ალუგვიათ ზემოთჩამოთვლილი ზონების სანაპიროებზე მდებარე დასახლებული ტერიტორიები. 1755 წელს, ატლანტის ოკეანეში წარმოქმნილი ცუნამის 30 მეტრიანმა ტალღებმა მთლიანად დაანგრიეს პორტუგალიის დედაქალაქი ლისაბონი. ალუგვით კუნძულების სანაპიროსთან წარმოქმნილი ცუნამის სიჩქარე 200 მ/წმ აღწევდა, მან 5 საათში გაიარა 3700 კილომეტრი და ჰავაის კუნძულებს მიაღწია, სადაც დიდი ნგრევა გამოიწვია. 2004 წელს ინდოეთის ოკეანეში წარმოქმნილმა ცუნამიმ კატასტროფული ნგრევა და რამდენიმე ასეული ათასი ადამიანის მსხვერპლი გამოიწვია ინდონეზიის კუნძულებზე, ასევე ინდოჩინეთისა და ინდოსტანის ნახევარკუნძულების სანაპიროებზე. 2011 წლის მარტში წყნარი ოკეანის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში წყალქვეშა ბიძგებმა გრანდიოზული ცუნამი წარმოშვა, რომელმაც საშინელი ნგრევა და მსხვერპლი მოუტანა იაპონიის ჩრდილო-აღმოსავლეთ სანაპიროს.

ვულკანებისა და მინისძვრების გავრცელება დაკავშირებულია მინის ქერქის მოძრაობის შედეგად გაჩენილ ღრმა და ვრცელ ნაპრალებთან, მთლიანობაში კი ლითოსფეროს დინამიკის ერთიან პროცესთან.

## თავი IX. გეგმა და რუკა, გრაფუსთა ბადე, კარტოგრაფიული პროექციები

გეგმა და რუკა წარმოადგენენ ადგილის შემცირებულ გამოსახულებას ქალაქდღმე, მაგრამ მათ შორის არსებობს მნიშვნელოვანი განსხვავებები:

1. გეგმაზე მცირე ტერიტორიები გამოისახება, ამიტომაც იგი მსხვილ მასშტაბში სრულდება. რუკაზე კი დიდი ტერიტორიები გამოისახული, რის გამოც იგი წვრილმასშტაბიანია.

2. რუკის შედგენისას გათვალისწინებულია დედამიწის სფერულობა, გეგმაზე კი - არა.

3. რუკას გააჩნია გრაფუსთა ბადე - მერიდიანები და პარალელები, რომელთა მიხედვითაც განისაზღვრება მიმართულება. გეგმაზე კი მხარეების გამოცნობა მისი ჩარჩოს საშუალებით ხდება.

4. რუკაზე ობიექტები გამოსახულია პირობითი ნიშნებით, გეგმაზე კი საგნები ფორმითა და მოხაზულობით სინამდვილეში არსებულ საგნებს ჰგავს, ოღონდ შემცირებული სახით.

**ადგილის გეგმა.** დედამიწის ზედაპირის მცირე უბნის, ნაგებობის ან რაიმე საგნის ნახაზს, რომელიც შესრულებულია მსხვილ მასშტაბში და პირობითი ნიშნებით, ადგილის გეგმა ეწოდება. გეგმაზე ყველა საგანი პირობითი ნიშნებით გამოისახება და მათ ტოპოგრაფიულ ნიშნებსაც უწოდებენ. ისინი დეტალურად აღწერენ გზებს, ტყეებს, შენობებს და სხვა. გეგმის საშუალებით შეგვიძლია, საჭირო ადგილის შესახებ დეტალური ინფორმაცია მივიღოთ. ამიტომაც გეგმის შედგენა მსხვილ მასშტაბში ხდება. ადგილის გეგმის შესადგენად ჩატარებულ სამუშაოებს აგეგმვა ეწოდება. ამჟამად გეგმას ძირითადად აეროფოტოსურათების და GPS-ის საშუალებით ადგენენ. ადგილის გეგმა ისე უნდა დაიხაზოს, რომ მისი ზედა კიდე ჩრდილოეთის მიმართულების, ქვედა - სამხრეთის, მარცხენა -

დასავლეთის, მარჯვენა კი აღმოსავლეთის მხარეების მაჩვენებელი იყოს.

**გეოგრაფიული რუკა** დედამიწის მთელი ზედაპირის ან ცალკეული ნაწილების შემცირებული და განზოგადოებული გამოსახულებაა სიბრტყეზე, სათანადო პირობითი ნიშნების მეშვეობით. რადგანაც დედამიწა სფეროა, სიბრტყეზე გადმოტანისას იგი სახეს იცვლის, ე.ი. ადგილი აქვს დამახინჯებებს. დედამიწის სიბრტყეზე გადმოტანის ხერხს **კარტოგრაფიული პროექცია** ეწოდება. რუკის მიხედვით თვალსაჩინო წარმოდგენა გვექმნება დედამიწის ზედაპირის ან მისი ცალკეული ნაწილების შესახებ. იგი წარმოადგენს გეოგრაფიული და ისტორიული ცოდნის უმნიშვნელოვანეს წყაროს. მისი მეშვეობით შეიძლება განვსაზღვროთ, თუ სად მდებარეობს ესა თუ ის კონტინენტი, ოკეანე, სახელმწიფო, მთა, მდინარე, ქალაქი და ა. შ. ასევე, მისი საშუალებით შეგვიძლია მივიღოთ ცნობები სხვადასხვა ტერიტორიის ბუნების, მოსახლეობის, მათი საქმიანობის შესახებ. რუკებს დიდი გამოყენება აქვთ სოფლის მეურნეობაში, სამხედრო და საგზაო საქმეში, საზღვაო და საჰაერო ნავიგაციაში. რუკა შეუცვლელი მეგზურია ტურისტებისა და მოგზაურთათვის. რუკების კრებულს ატლასი ეწოდება. პირველად ეს ტერმინი 1595 წელს მერკატორმა გამოიყენა.

ადამიანები რუკებს უძველესი დროიდან ემნიშვნენ. ჩვენთვის ცნობილი ყველაზე ძველი რუკები დაახლოებით 4 ათასი წლის წინ ბაბილონელებისა და ეგვიპტელების მიერაა შექმნილი. რუკების სრულყოფაში დიდი წვლილი მიუძღვით ძველ ბერძენ მეცნიერებს ერატოსთენესა და პტოლემეოსს, ალექსანდრიელ ასტრონომს ჰიპარქეს, მოგვიანებით - ფლამინდიელ მოგზაურსა და მეცნიერს გერჰარდ მერკატორს და სხვებს. თანამედროვე რუკების შესადგენად სხვადასხვა

მონაცემებს იყენებენ - აგეგმვის, სტატისტიკურს, ლიტერატურულს, ასევე აერო და კოსმოსურ ფოტოსურათებს.

რუკა 5 ძირითადი ნაწილისაგან შედგება: **დასახელება, მიმართულება, მასშტაბი, გრაფუსთა ბადე და ლეგენდა.**

ყველა რუკას აქვს **დასახელება**, რომელიც გვამცნობს თუ რას ასახავს, ანუ რა შინაარსისაა იგი. ამის მიხედვით რუკები შეიძლება იყოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული, პოლიტიკური, თემატური, რომლებიც სხვადასხვა ინფორმაციას გვანვდიან.

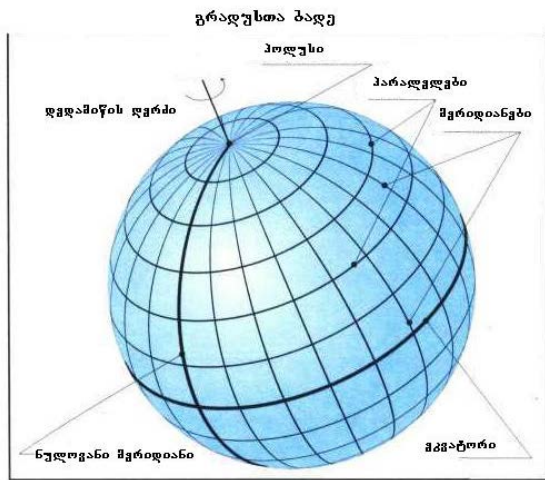
**მიმართულება.** რადგანაც დედამიწა სფეროა, მას არც ზედა ნაწილი აქვს და არც ქვედა, არც დასაწყისი და არც ბოლო. ამიტომ შეთახმდნენ, რომ რუკის ზემოთა ნაწილი ჩრდილოეთია, ხოლო ქვემოთა - სამხრეთი. თუმცა, ზოგჯერ რუკის მობრუნება უფრო მოსახერხებელია, ამიტომ მხარეები შეიძლება სხვადასხვა მხარეს აღმოჩნდეს. ამიტომ ასეთ რუკაზე მოცემულია კომპასის სიმბოლო, რომელიც ჩრდილოეთს გვიჩვენებს.

**მასშტაბი.** რუკის ზომისა და მასზე ნაჩვენები ადგილის რეალური ზომის შეფარდებას მასშტაბი ეწოდება. ზოგ რუკას დართული აქვს სკალა, რომელზეც სათანადო მასშტაბია მითითებული. სკალაზე ნაჩვენებია, რეალურად რა მანძილს შეესაბამება რუკაზე ასახული კონკრეტული დაშორება პუნქტებს შორის. ზოგიერთ რუკაზე ამას ციფრები გვეუბნება. მაგალითად, 1:100 ნიშნავს, რომ რუკაზე ასახული 1 სანტიმეტრი დედამიწის ზედაპირზე 100 სანტიმეტრს უდრის. სხვადასხვა დანიშნულების რუკას განსხვავებული მასშტაბი აქვს: მსოფლიო რუკებს იგი ძალზე წვრილი აქვთ, ხოლო ქალაქის გეგმის მასშტაბი გაცილებით მსხვილია.

**გრაფუსთა ბადე** არის წარმოსახვითი წრეხაზების ქსელი, რომელიც რუკასა და გლობუსზე გეოგრაფიული ობიექტის ადგილმდებარეობის დადგენაში გვეხმარება.

რუკაზე პოლუსების შემაერთებელ წარმოსახვით წრეხაზებს მერიდიანები ეწოდება და ისინი თანაბარი სიგრძისაა. ნულოვანი ანუ სანწყისი მერიდიანი ლონდონის მახლობლად, ქ. გრინვიჩზე გადის. იგი დედამიწას დასავლეთ და აღმოსავლეთ ნახევარსფეროებად ყოფს.

რუკაზე პარალელები დედამიწას ქაშვების მსგავსად არტყია, ისინი ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით გავლებული წარმოსახვითი წრეხაზებია. ყველაზე გრძელი პარალელი ეკვატორია, ხოლო ყველაზე მოკლე პოლუსებთან ახლოს გადის (ნახ. 11).

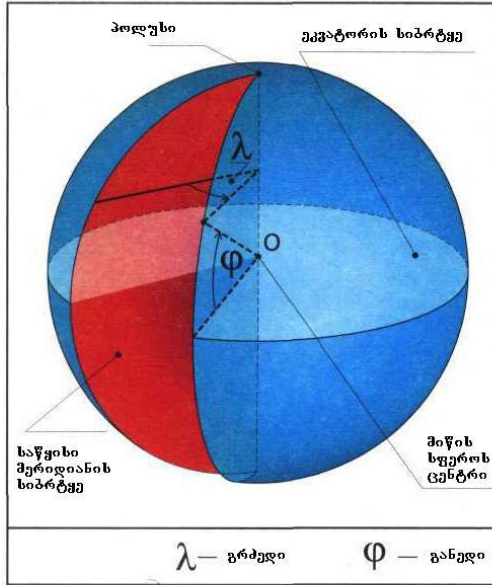


ნახ. 11

გრადუსთა ბადის საშუალებით შესაძლებელია დედამიწის ზედაპირზე ნებისმიერი ადგილის მდებარეობის, ანუ მისი გეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრა გრძედისა (მერიდიანი) და განედის (პარალელი) მეშვეობით. გრძედები და განედები გრადუსებად, მინუტებად და სეკუნდებად იყოფა, რაც ადგილის მდებარეობის ღიდი სიზუსტით დადგენის საშუალებას გვაძლევს (ნახ. 12).

**გრძედი** არის კუთხე, მოცემული წერტილში გამავალი მერიდიანის სიბრტყესა და სანყისი ნულოვანი მერიდიანის სიბრტყეს შორის, საიდანაც იწყება გრძედის ათვლა. ნულოვან მერიდიანად ითვლება ის, რომელიც გადის ქ. გრინვიჩის ობსერვატორიაზე, ამიტომ მას გრინვიჩის მერიდიანს უწოდებენ. გრძედის ათვლა იწყება 0-დან 180° - მდე.

**განედი** არის კუთხე, პლანეტის ცენტრიდან მოცემულ წერტილამდე გავლებულ ხაზს და ეკვატორის სიბრტყეს შორის, რომელიც ითვლება 0-დან 90° - მდე ეკვატორის ორივე მხარეს. გეოგრაფიული განედი, რომელიც ჩრ. ნახევარსფეროში მდებარეობს ჩრ. განედი, ხოლო თუ იგი სამხრეთ ნახევარსფეროში მდებარეობს - სამხ. განედი. ეკვატორის გარდა კიდევ რამდენიმე განედს ჰქვია თავისი სახელი: ჩრდილო განედის 23° და 27'-ს ჩრდილო ტროპიკი ეწოდება, სამხრეთ განედის 23° და 27'-ს - სამხრეთ ტროპიკი; არსებობს ასევე ორი პოლარული წრე - ჩრდილო და სამხრეთი, რომლებიც ჩრდილო და სამხრეთ განედების 66° და 30'-ს შეესაბამება.



გეოგრაფიული კოორდინატები

ნახ. 12

**ლეგენდა** წარმოადგენს რუკაზე გამოყენებული პირობითი ნიშნების ერთობლიობას თავიანთი აუცილებელი განმარტებებით. იგი წარმოადგენს რუკის წაკითხვის გასაღებს და გარკვეულწილად ხსნის მის შინაარსს, ცალკეული ელემენტების, მათი გრაფიკული ფორმის მნიშვნელობასა და შეთანხმებას. ლეგენდისათვის აუცილებელია შინაარსის ამომწურავი სისრულე, ზუსტი შესაბამისობა ლეგენდის ნიშნებისა რუკაზე, ნიშნების განმარტებათა ლაკონიურობა და ერთმნიშვნელოვნება.

**რუკის შედგენა და გაფორმება.** ტოპოგრაფიულ აგეგმვას ტოპოგრაფები აწარმოებენ სპეციალური ხელსაწყოებით, შემდეგ აგეგმვის მასალებით რუკებს ადგენენ. თანამედროვე რუკების შესადგენად ფართოდ იყენებენ აერო და კოსმოსურ

ფოტოსურათებს, რომლებსაც სპეციალური თვითმფრინავებიდან და კოსმოსური ხომალდებიდან იღებენ. აერო ან კოსმოსურ სურათზე ობიექტების ამოცნობას დემიფორირება ეწოდება. რუკაზე საგნებსა და მოვლენებს სპეციალური პირობითი ნიშნებით გამოსახავენ. ისინი სამ ჯგუფად შეიძლება დაიყოს: მასშტაბგარეშე, ხაზობრივი და ფართობული.

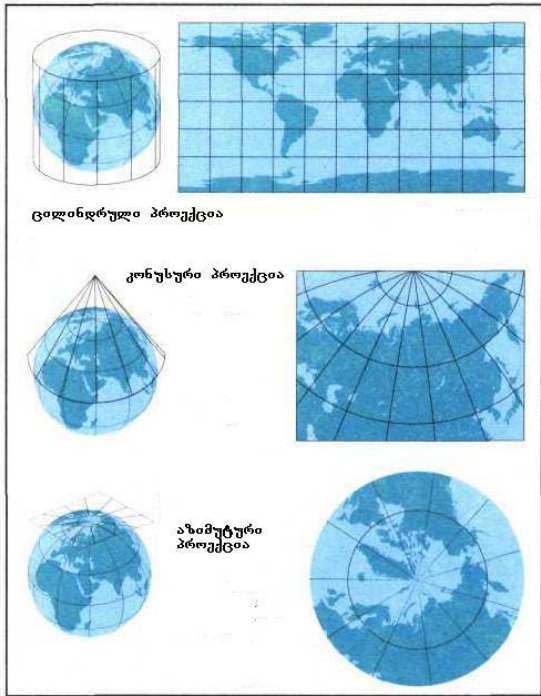
მასშტაბგარეშე ნიშნებს ისეთი ობიექტების გამოსახატად იყენებენ, რომლებიც სიმცირის გამო რუკის მასშტაბში ვერ გამოისახება, (შახტი, აეროპორტი, უღელტეხილები).

ხაზობრივი ნიშნებით ისეთ ობიექტებს გამოსახავენ, რომლებსაც ხაზობრივი გავრცელება ახასიათებს მაგ. (მდინარეებს, გზებს, მილსადენებს, საზღვრებს და სხვ.)

ფართობული ნიშნებით დიდი განფენილობის ობიექტების მაგ. (კონტინენტები, ზღვები, სახელმწიფოები დას სხვ.) კონტურები გამოისახება, ამასთანავე იყენებენ როგორც შეფერადების, ისე დაშტრიხვისა და ცალკეული ნიშნების ხერხს.

**კარტოგრაფიული პროექციები.** რუკა ვერასოდეს ასახავს დედამიწას ისეთს, როგორიც იგი სინამდვილეშია, ვინაიდან შეუძლებელია ბრტყელ ზედაპირზე მრგვალი ზედაპირის ასახვა დამახინჯების გარეშე. დედამიწის ზედაპირის ასახვას რუკაზე **პროექცია** ეწოდება, რომლებიც სხვადასხვაა. თითოეული მათგანი ურთულესი მათემატიკური გამოთვლების შედეგად იქმნება. ძირითადად სამი სახის პროექცია არსებობს: **ცილინდრული**, **კონუსური** და **აზიმუტური**, ასევე მათი ვარიაციებიც. ყველა ისინი დედამიწის ზედაპირს ასე თუ ისე ამახინჯებს - ცვლის ადგილის ფორმებსა და ზომებს, ან მანძილებს სხვადასხვა პუნქტებს შორის. **ცილინდრული** პროექცია იმ გამოსახულების მსგავსია, რომელსაც გლობუსზე ქალაქის ცილინდრისებურად შემოხვევის, ხოლო შემდეგ გლობუსის შიგნიდან განათების შედეგად მივიღებთ. გამოსახულების შუა ნაწილში ეს პროექციები ზუსტი იქნება,

ხოლო კიდევბისკენ - დამახინჯდება. კონუსური პროექცია იმ გამოსახულების მსგავსია, რომელსაც გლობუსზე ქალაქის კონუსისებურად შემოხვევის, შემდეგ კი გლობუსის შიგნიდან განათების შედეგად მივიღებთ. იქ სადაც კონუსი გლობუსის ზედაპირს ეხება, გამოსახულება ყველაზე ზუსტია. აზიმუტური პროექცია იმ გამოსახულების მსგავსია, რომელსაც გლობუსის წინ ქალაქის გაშლით, შემდეგ კი გლობუსის გამჭოლი სინათლით განათების შედეგად მივიღებთ (ნახ. 13).



ნახ. 13

**რუკების კლასიფიკაცია.** რუკები დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. ამიტომაც მათ სამი ძირითადი ნიშნის მიხედვით ყოფენ: მათზე გამოსახული ტერიტორიის, მასშტაბისა და თემის ე.ი. შინაარსის მიხედვით. შინაარსის მიხედვით რუკები იყოფა ზოგადგეოგრაფიულ და თემატურ რუკებად.

**ზოგადგეოგრაფიულ** რუკებზე დაახლოებით ერთნაირი დანვრილებით გამოისახება ადგილის ძირითადი ელემენტები: რელიეფი, მდინარეები, ტბები, მცენარეული საფარი, დასახლებული პუნქტები, საზღვრები და ა. შ. მათ მიეკუთვნება **ტოპოგრაფიული** რუკებისც, რომლებზეც ტერიტორიები უფრო დანვრილებითაა ნაჩვენები. **თემატურ** რუკებზე ასახულია დედამიწის ან მისი ცალკეული რეგიონების ბუნებრივი გარემოს რომელიმე კომპონენტი. ასეთია გეოლოგიური, კლიმატური, ნიადაგების, მცენარეულობის, პოლიტიკური და სხვა სახის რუკები. მათი მასშტაბი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტერიტორიის სიდიდეზე. ამის მიხედვით განარჩევენ მსხვილმასშტაბიან (ტოპოგრაფიულ) - 1:10 000-დან 1:200 000-ის ჩათვლით, საშუალომასშტაბიან - 1:200 000-დან 1:1000 000-მდე და წვრილმასშტაბიან რუკებს - 1:1000 000 და მეტი. რაც უფრო დიდია ტერიტორია, მით უფრო წვრილია რუკის მასშტაბი. ისინი დანიშნულების მიხედვითაც განსხვავდება. არსებობს სასწავლო, ტურისტული, საზღვაო, სამხედრო, ისტორიული, გეოგრაფიული და სხვა სახის რუკები.

## თავი X. ატმოსფერო

### 1. ატმოსფეროს შედგენილობა და აგებულება

დედამიწის გარშემო არსებული ჰაერის გარსი ატმოსფეროს სახელითაა ცნობილი. ატმოსფერო უდიდეს როლს ასრულებს გეოგრაფიულ გარსში. იგი იცავს მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს, ასევე ადამიანს დამლუპველი ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან, განაპირობებს სითბოსა და სინოტივის განაწილებას დედამიწის ზედაპირზე. ატმოსფეროს მიერ დედამიწა თითქოს თბილ საბანშია გახვეული, რითაც მზისაგან მიღებულ სითბოს ინარჩუნებს.

სუფთა და მშრალი ჰაერი ზღვის დონეზე წარმოადგენს სხვადასხვა გაზის მექანიკურ ნარევს. ატმოსფეროს ჰაერი შეიცავს აზოტს (78,09%), ჟანგბადს (21%), არგონს (0,93%) და ნახშირბადის დიოქსიდს (ნახშირორჟანგი)-0,03%. ატმოსფეროში ასევე არის ჰელიუმის, წყალბადის, ოზონის, ნეონის, მეთანის, კრიპტონის, ქსენონის, იოდის უმნიშვნელო რაოდენობა (მთლიანობაში 0,1%). უმთავრესი შემადგენლების - აზოტისა და ჟანგბადის მოცულობითი თანაფარდობა მუდმივია. გაზების შედგენილობა ატმოსფეროში სიმაღლის მიხედვით იცვლება: 200-250 კმ-ის სიმაღლემდე ჭარბობს აზოტი და ჟანგბადი, ხოლო 250-დან 500-700 კმ-მდე სიმაღლეზე - ჟანგბადი ატომების სახით, უფრო ზევით - ჰელიუმი და წყალბადი. ამასთან ამ ფენების ქვედა საზღვრები მერყეობს მზის აქტივობის მიხედვით.

წყლის ორთქლის, ოზონისა და ნახშირორჟანგის ოდენობა იცვლება როგორც სივრცის, ასევე დროის ფართო დიაპაზონში. განსაკუთრებით საგრძნობია ეს წყლის ორთქლის შემთხვევაში, რომლის ოდენობის ცვალებადობა, ძირითადად, ტემპერატურის ცვლილებებზეა დამოკიდებული. პოლარული წრეების მიღმა

ჰაერი მხოლოდ 0,2% ტენს შეიცავს, ხოლო ეკვატორულ ზონაში - დაახლოებით 3%-ს. რაც უფრო მეტია ჰაერში წყლის ორთქლი, მით ნაკლებია სხვა გაზები, მაგრამ თანაფარდობა მათ შორის არ იცვლება. სიმაღლის ზრდასთან ერთად წყლის ორთქლის შემცველობა კლებულობს: 2 კმ სიმაღლეზე 2-ჯერ, 8 კმ სიმაღლეზე 100-ჯერ, ხოლო 10-15 კმ-ის სიმაღლეზე იგი უმნიშვნელო რაოდენობითაა.

გაზების გარდა ატმოსფეროში მუდმივად არსებობს სხვადასხვა წარმოშობის ნივთიერებათა უწვრილესი ნაწილაკები - კვამლი, მტვერი, წყლის ორთქლის კონდენსატები, რომელთაც აეროზოლური ნაერთები ეწოდება. ატმოსფეროში ისინი ხვდებიან დედამიწის ზედაპირიდან ასული ნიადაგის, ქანების გამოფიტვის პროდუქტების, ვულკანური ფერფლის, ზღვის მარილის, კვამლის, ორგანიკის უწვრილესი ნაწილაკების სახით. კოსმოსიდან ატმოსფეროში აღწევს კოსმიური მტვერი, რომლის რაოდენობა 100 კმ სიმაღლემდე 28 მლნ. ტონას აღწევს და თანდთან ეფინება დედამიწის ზედაპირს. აეროზოლების საერთო წონა არანაკლებ  $10^8$  ტონაა, მაგრამ მათი რაოდენობა მერყევია. აეროზოლები დიდ როლს ასრულებენ მთელ რიგ ატმოსფერულ პროცესებში. მათ შორის ყველაზე მცირეთა - კონდენსაციის ბირთვების მეშვეობით ხდება ნისლის ღრუბლებად გარდაქმნა. დამუხტულ აეროზოლებს უკავშირდება ატმოსფერული ელექტრობის მოვლენები.

ატმოსფერო არ წარმოადგენს იდეალურ იზოლიატორს; მას აქვს ელექტრობის გატარების უნარი ისეთი იონიზატორების ზემოქმედების შედეგად, როგორებიცაა მზის ულტრაიისფერი გამოსხივება, კოსმოსური სხივები, დედამიწის ქერქსა და ატმოსფეროში არსებულ რადიოაქტიურ ნივთიერებათა გამოსხივება.

ატმოსფეროს მთელი მასის დაახლოებით 50% კონცენტრირებულია მის ქვედა, 5 კილომეტრიან ფენაში, 75% - 10 კმ

სისქის, ხოლო 90% - 16 კმ სისქის ფენაში. 3000 კმ-ის ზევით ატმოსფეროს სიმკვრივე დიდად არ განსხვავდება კოსმოსური სივრცის სიმკვრივისაგან, მაგრამ მისი კვალი 10 000 კმ-ის სიმაღლეზეც შეინიშნება. დედამიწის ჰაერის გარსის ქვედა საზღვარი მკვეთრადაა გამოხატული, იგი პლანეტის ზედაპირს ემთხვევა, რაც შეეხება ატმოსფეროს ზედა საზღვრად პირობითად მიღებულია 1000-1200 კმ. მისი ქვედა ფენა უშუალოდ ეკვრის დედამიწის ზედაპირს და ტროპოსფეროს სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ ფენის საშუალო სიმაღლეა 11 კმ-ს შეადგენს. სწორედ ტროპოსფეროშია მოქცეული ატმოსფეროს მასის ძირითადი (80%) ნაწილი. ტროპოსფეროს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელი ნიშანი, სიმაღლის ზრდასთან ერთად, ტემპერატურის თანდათანობით შემცირებაა, ყოველ 100 მ-ზე 0,5-0,6° - ით. ტროპოსფეროს უდიდესი როლის შესრულება უწევს ბუნებრივ გარსში, ამ მხრივ შეიძლება აღვნიშნოთ ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა და ქანების გამოფიტვის პროცესის მიმდინარეობა, ნალექდაგროვება, აგრეთვე ჰაერის მასების წარმოშობა და მათი ინტენსიური მოძრაობა, როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტული მიმართულებით. ტროპოსფეროს ტენის სახეები - წყლის ორთქლი და წვეთები, ცინულის კრისტალები და ფიფქები, განაპირობებენ ატმოსფერული ნალექების (ნისლი, წვიმა, ნამი, ჭირხლი, თოვლი, სეტყვა) მრავალგვარობას. ტროპოსფეროში იბადება და ვითარდება პასატები და ბრიზები, მუსონები და გრივალი და ა.შ. ტროპოსფეროს ზედა საზღვართან გავრცელებულია საკმად თხელი (1კმ-ის სისქის) გარდამავალი ტროპოპაუზის ფენა, რომლის ზემოთ ჰაერის ვერტიკალური დენების აღმასვლას ადგილი არა აქვს. აქვე იწყება ატმოსფეროს მეორე - სტრატოსფეროს ფენა. ქვედა სტრატოსფეროს იზოთერმულ ფენაში ჰაერის ტემპერატურა 60-70° - ით 0-ზე დაბლაა. უფრო მაღლა ტემპერატურის

თანდათანობითი მატება ძირითადად დაკავშირებულია, მოკლევალდიან რადიაციასთან და ოზონის გახურებასთან. ამ ფენას ზედა სტრატოსფეროს უწოდებენ.

მნიშვნელოვანია სტრატოსფეროს როლი მასში ოზონის შრის არსებობის გამო, რომლის ფენა 20 კმ-ის სისქისაა. ოზონის წარმოშობას განაპირობებს მზის ულტრაიისფერი რადიაციის გემოქმედება უანგბადზე, რაც მის ატომებად დაშლას იწვევს. ოზონი მთლიანად შთანთქავს მზის ულტრაიისფერ გამოსხივებას და ამით იცავს დედამიწის ცოცხალ არსებებს უეჭველი განადგურებისაგან.

სტრატოსფეროს ფენის მაღლა მეზოსფერო მდებარეობს, იგი თითქმის 80კმ-ის სიმაღლემდე ვრცელდება, მეზოსფეროში ტემპერატურა ტროპოსფეროს მსგავსად კლებულობს. უფრო მაღლა კი იონოსფეროა გავრცელებული. ტემპერატურა აქ საკმაოდ მაღალია, ამიტომ ამ სფეროს თერმოსფეროსაც უწოდებენ. ჰაერის იონიზაციას აქ ულტრაიისფერი სხივების მაღალი შეღწევადობა განაპირობებს. იონიზაციის წყალობით რადიოტალღები მრავალჯერადად არეკლება, ამდენად ისინი დედამიწას გარს შემოუვლიან და აღწევენ ყველაზე დაშორებულ პუნქტებსაც კი. იონოსფეროს ამ თვისების გარეშე პირდაპირი რადიოკავშირი მხოლოდ 50-100 კმ-ის მანძილზე იქნებოდა შესაძლებელი. იონოსფეროში წარმოიქმნება, აგრეთვე, უნიკალური ატმოსფერული მოვლენა - პოლარული ციალი.

ატმოსფეროს გარე ფენა - ეგზოსფერო 800-1000 კმ-ის სიმაღლეზე მდებარეობს. მის ფარგლებში აირების, ატომებისა და მოლეკულების მოძრაობის სიჩქარე ძალზე მაღალია და მეორე კოსმოსურ სიჩქარეს (11,2 კმ/წმ) აღწევს. ამის გამო ეს სხეულები გადალახავენ რა დედამიწის მიზიდულობის ძალას, კოსმოსურ სივრცეში იფანტებიან.

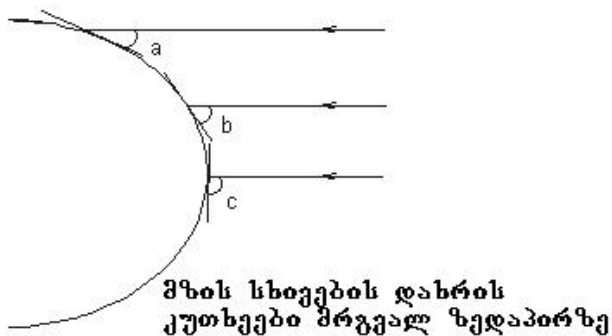
## 2. მზის რადიაცია

დედამიწა გამუდმებით იღებს მზის ენერჯიას. მიუხედავად იმისა, რომ ენერჯიის ეს დოზა მზის მთელი გამოსხივების მხოლოდ 2 მემილიარდედ ნაწილს წარმოადგენს, მაინც  $1,36 \cdot 10^{24}$  კალორიას უტოლდება წელიწადში. ამგვარად, მზის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, ანუ მზის რადიაცია წარმოადგენს გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე ყველა ბუნებრივი პროცესის ენერჯიის წყაროს. დედამიწაზე მოსული მზის რადიაცია შედგება 46% ხილული და 54% უხილავი გამოსხივებისაგან. ამ უკანასკნელის 7% - ს ულტრაიისფერი გამოსხივება წარმოადგენს. მზის რადიაციის 99% მოკლექტალოვანი გამოსხივებისგან შედგება და მხოლოდ 1% მოდის გრძელქალოვანი გამოსხივებაზე. მზის რადიაციის ინტენსივობის განსაზღვრისთვის მიჩნეულია სითბოს კალორიათა ის რაოდენობა, რომელსაც შთანთქმავს აბსოლუტურად შავი ზედაპირის  $1 \text{ სმ}^2$ , როცა მზის სხივი მასზე პერპენდიკულარულად ეცემა  $1 \text{ წუთის}$  განმავლობაში (კალ./სმ<sup>2</sup>/წუთი).

მზის სხიური ენერჯიის ნაკადი, რომელიც დედამიწის ატმოსფეროსკენ მოდის, დიდი მუდმივობით გამოირჩევა. მის ინტენსივობას მზის მუდმივას უწოდებენ ( $I_0$ ), რომელიც  $2 \text{ კალ./სმ}^2/\text{წუთში}$  ტოლია. წლის განმავლობაში დედამიწიდან მზემდე მანძილის ცვალებადობასთან დაკავშირებით მზის მუდმივა მერყეობს: იანვრის დასაწყისისთვის იგი მატულობს, ხოლო ივლისის დასაწყისში - კლებულობს. მისი წლიური რყევა  $\pm 3,5\%$ -ს შეადგენს.

მზის სხივები დედამიწაზე ყველგან რომ შვეულად ეცემოდნენ და ატმოსფერო არ არსებობდეს, მაშინ დედამიწის ზედაპირის ყოველი კვადრატული სანტიმეტრი  $1000$

კილოკალორიას მიიღებდა წელიწადში. მაგრამ დედამიწა სფეროა და ამდენად სხივები მასზე ყველგან შვეულად არ ეცემა, ამასთან ისინი დედამიწის მხოლოდ ერთ ნახევარსფეროს ანათებენ. ამდენად, დედამიწის განათებული ზედაპირის ყოველ კვ. სმ-ზე მხოლოდ 260-მდე კილოკალორია მოდის წელიწადში (ნახ. 14).



ნახ. 14

აღსანიშნავია, რომ რაც უფრო მცირეა სხივის დაცემის კუთხე, მით უფრო მცირეა მზის რადიაციის ინტენსივობა. ეს დამოკიდებულება შემდეგი ფორმულით გამოისახება:  $I_1 = I_0 \sin h$ , სადაც  $I_0$  მზის რადიაციის ინტენსივობაა სხივების შვეული დაცემის დროს, ხოლო  $I_1$  - ინტენსივობა სხივების  $h$  კუთხით დაცემის დროს.

$I_1$  იმდენად ნაკლებია  $I_0$  - ზე, რამდენადაც  $a$  კვეთა ნაკლებია  $b$  კვეთაზე (ნახ.14ა).

$a/b = \sin h$ , შესაბამისად:  $I_1 = I_0 \sin h$ , მზის სხივების დაცემის კუთხე(მზის სიმაღლე) უდრის  $90^\circ$  -ს მხოლოდ ტროპიკებს შორის. სხვა განედებზე ის ყოველთვის ნაკლებია  $90^\circ$  -ზე, შესაბამისად, სხივების დაცემის კუთხის კლებასთან ერთად, იკლებს მზის რადიაციის ინტენსივობა დედამიწის ზედაპირზე. მზის რადიაციის ოდენობა პირდაპირპროპორციულია დედამიწის ზედაპირის მზის სხივებით განათებულობის ხანგრძლივობასთან. ეკვატორულ ზოლში წლის განმავლობაში შემოსული მზის სითბოს რაოდენობა თითქმის არ იცვლება, მაშინ როცა მაღალ განედებში ეს რყევა ძალზე მნიშვნელოვანია.

მზის რადიაციის იმ ნაწილს, რომელიც ატმოსფეროს გავლით ეფინება დედამიწის ზედაპირს, **პირდაპირი რადიაცია** ეწოდება. მზის სხივების იმ ნაწილს, რომელიც ატმოსფეროში იფანტება, **გაბნეული რადიაცია** ეწოდება, ხოლო ამ ორივეს ჯამს - ეწოდება **ჯამური რადიაცია**. თანათარღობა პირდაპირ და გაფანტულ რადიაციას შორის მნიშვნელოვნად იცვლება ღრუბლიანობის, ატმოსფეროს გამტვერიანების, ასევე მზის სიმაღლის მიხედვით. ღრუბლიანი ცის შემთხვევაში გაბნეული რადიაცია შეიძლება აჭარბებდეს პირდაპირს. მზის მცირე სიმაღლისას ჯამური რადიაცია თითქმის მთლიანად შედგება გაბნეულისაგან. მზის 500 სიმაღლის დროს გაბნეული რადიაცია არ აჭარბებს 10-20%-ს.

დედამიწის ზედაპირზე მოხვედრილი მზის ჯამური რადიაცია ნაწილობრივ **არეკლება** და უკან, ატმოსფეროში ბრუნდება. დედამიწის ზედაპირიდან არეკლილი რადიაციის რაოდენობის შეფარდებას ზედაპირზე შემოსულ რადიაციასთან **ალბედო** ეწოდება. ალბედო ასახავს ზედაპირის ამრეკლავ თვისებებს და გამოისახება პროცენტებში. 1 – a – სხივების შთანთქმის კოეფიციენტი. ალბედო დამოკიდებულია დედამიწის ზედაპირის თვისებებსა და მდგომარეობაზე: ფერი, სინოტივე, უსწორმასწორობა. ყველაზე დიდი არეკვლის უნარიანობით ხასიათდება ახლადმოსული თოვლი - 0,90. ქვიშანი უდაბნოს ზედაპირის ალბედო 0,09-დან 0,34-მდე ცვალებადობს, თიხიანი უდაბნოს ზედაპირის ალბედო - 0,3-ია, მდელოები - 0,22, ფოთლოვანი ტყეებისა - 0,06-0,19, სახნავისა - 0,07-0,1. წყლის წყნარი ზედაპირის არეკვლის უნარი მზის სხივების შვეულად დაცემისას - 0,02-ია, ხოლო მზის პორიზონტთან ახლოს დგომისას - 0,35.

სუფთა ატმოსფერო არეკლავს მზის რადიაციის 0,1-ს. პოლარული წრეების შიგნით არსებული დაბალი ტემპერატურების ძირითად მიზეზს თოვლით დაფარული ყინულების დიდი ალბედო წარმოადგენს.

მთლიანად დედამიწის ალბედო ძალზე რთული გამოსათვლელია, რამდენადაც პლანეტის ზედაპირი მეტად უსწორმასწოროა. ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს ღრუბლიანობას - ღრუბლების ალბედო ცვალებადობს 0,5-დან 0,8-მდე. დედამიწის ალბედოდ მიჩნეულია 0,35.

გამოსხივება. ყოველი სხეული, რომლის ტემპერატურა აბსოლუტურ ნულზე ( $-273^{\circ}$  C-ით) დაბალია ასხივებს ენერჯის გარკვეულ რაოდენობას. აბსოლუტურად შავი სხეულის გამოსხივების უნარი(E) აბსოლუტური ტემპერატურის(t) მეოთხე ხარისხის პროპორციულია:  $E = Qt^4$  კალ/სმ<sup>2</sup> წუთში(სტეფან -

ბოლცმანის კანონი), სადაც  $Q$  მუდმივი კოეფიციენტია და  $= 8,26 \times 10^{-11}$  კალ/სმ<sup>2</sup> წუთში.

რაც უფრო მაღალია გამოსხივების წყაროს ტემპერატურა, მით უფრო მოკლეა მის მიერ გამოყოფილი სხივის ტალღის სიგრძე. სწორედ ასეთ გამოსხივებას ავზავნის ჩვენსკენ მზე. მიწის ზედაპირი შთანთქავს მას და რამდენადაც მისი ტემპერატურა რამდენიმე ათეულ გრადუსს არ აღემატება, გამოყოფს გრძელტალღოვან გამოსხივებას, ამდენად იგი უხილავია.

**რადიაციული და სითბური ბალანსი.** დედამიწა ერთდროულად იღებს და გასცემს მზის რადიაციას. სხვაობა მათ შორის წარმოადგენს რადიაციულ ბალანსს. დედამიწის რადიაციული ბალანსი იქმნება ზედაპირისა და ატმოსფეროს რადიაციული ბალანსებისაგან. ზედაპირის რადიაციული ბალანსი განისაზღვრება შემდეგი განტოლებით:  $R = Q(1 - a) - I_{\text{ფ}}$ , სადაც  $Q$  ზედაპირის გარკვეულ ფართობზე შემოსული მზის ჯამური რადიაციაა,  $a$  - ალბედო, ხოლო  $I_{\text{ფ}}$  - ზედაპირის ეფექტური გამოსხივება. თუ შემოსული რადიაცია აჭარბებს გასულს, მაშინ ბალანსი დადებითია, ხოლო თუ მდგომარეობა პირიქითაა, მაშინ ბალანსი უარყოფითია.

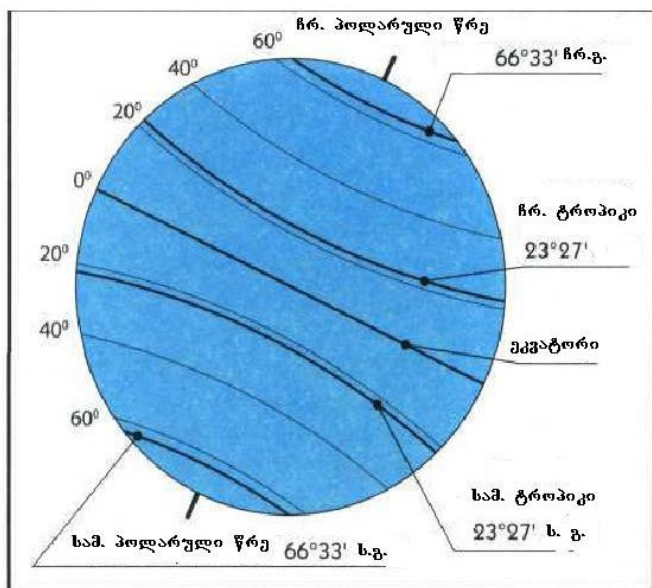
**სითბური სარტყლები.** ტროპიკები და პოლარული წრეები, რომლებიც განსაზღვრავენ განათებულობის სარტყლებს, არ წარმოადგენენ სითბური სარტყლების რეალურ საზღვრებს, რამდენადაც ზედაპირზე ტემპერატურის განაწილებაზე, გარდა დედამიწის ფორმისა, გავლენას ახდენს მთელი რიგი ფაქტორებისა: ხმელეთისა და წყლის განაწილება, თბილი და ცივი ოკეანური და ატმოსფერული დინებები, და სხვ. ამდენად, სითბური (ტემპერატურული) სარტყლების საზღვრებად მიჩნეულია იზოთერმები. ასეთი სარტყლები შვიდია:

**ცხელი სარტყელი,** რომელიც მოქცეულია ჩრდილო და სამხრეთი ნახევარ-სფეროების  $+20^{\circ}$ -ან წლიურ იზოთერმებს შორის;

ორი ზომიერი სარტყელი, რომლებიც შემოსაზღვრულია ეკვატორიდან +20<sup>0</sup>-ანი იზოთერმით, ხოლო პოლუსებიდან ყველაზე თბილი თვის +10<sup>0</sup>-ანი იზოთერმით;

ორი ცივი სარტყელი, რომლებიც ყველაზე თბილი თვის +10<sup>0</sup>-ან და 0<sup>0</sup>-იან იზოთერმებს შორის იმყოფებიან;

ორი ყინულოვანი სარტყელი, რომლებიც პოლუსებთან მდებარეობენ და ყველაზე თბილი თვის 0<sup>0</sup>-იანი იზოთერმით ისაზღვრებიან. ჩრდილო ნახევარსფეროში ეს სარტყელი გრენლანდიასა და პოლუსის მიმდებარე ტერიტორიას მოიცავს, ხოლო სამხრეთში - სამხრეთ განედის 60<sup>0</sup>-იანი პარალელის შიდა სივრცეს (ნახ. 15).



ნახ. 15

ტემპერატურული სარტყლები კლიმატური სარტყლების საფუძველს წარმოადგენენ. ყოველი სარტყლის შიგნით ძალზე

ცვალებადია ჰაერის ტემპერატურები დედამიწის ზედაპირის თავისებურებებთან დაკავშირებით.

სითბური სარტყლების საფუძველზე დადგინდა ბუნებრივი ზონებისა და ზონალობის არსებობა დედამიწაზე. ეს იყო ერთერთი უმნიშვნელოვანესი მოვლენა XX საუკუნის გეოგრაფიულ მეცნიერებაში, რომელიც გახდა საფუძველი ზონალობის და აზონალობის თეორიის ჩამოყალიბებისა. ამ საკითხებზე ჩვენ შემდგომ სასწავლო კურსებში გვეყენება საუბარი.

### 3. წყალი ატმოსფეროში

დედამიწის ატმოსფეროში დაახლოებით 14 000 კმ<sup>3</sup> წყლის ორთქლია, რომელიც ძირითადად დედამიწის ზედაპირიდან აღის. ატმოსფეროში ტენი კონდენსირდება, გადაიტანება საჰაერო დინებებით და ისევ უბრუნდება დედამიწას. ყოველივე ეს წყლის სხვადასხვა ფიზიკურ მდგომარეობაში ყოფნის უნარის წყალობით ხორციელდება. წყლის ორთქლის შემცველობა ჰაერში, ანუ ჰაერის ტენიანობა, ხასიათდება აბსოლუტური სინოტივით, ხვედრითი სინოტივით, შეფარდებითი სინოტივით, სინოტივის დეფიციტით, ნამის წერტილით.

წყლის ორთქლის შემცველობა ჰაერში ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ მცირდება. მაქსიმალური აბსოლუტური სინოტივე აღინიშნება წითელი ზღვის თავზე და მდ. მეკონგის დელტაში (30 გრ/მ<sup>3</sup>), უდიდესი საშუალო წლიური სინოტივე (67 გრ/მ<sup>3</sup>) - ბენგალის ყურეში, უმცირესი საშუალო წლიური სინოტივე (დაახლოებით 1 გრ/მ<sup>3</sup>-ზე), აბსოლუტური მინიმალური სინოტივე (0,1 გრ/მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლები) - ატარქტიდაზე.

**კონდენსაცია და სუბლიმაცია.** ორთქლით გაჯერებულ ჰაერში, როცა ტემპერატურა ჩამოდის ნამის წერტილამდე, ან იზრდება ორთქლის რაოდენობა, მიმდინარეობს კონდენსაცია - წყალი ორთქლის მდგომარეობიდან გადადის თხევადში. ტემპერატურის  $C$ -ით  $0^{\circ}$ -ზე ქვევით დაწვევისას წყალი შეიძლება უშუალოდ მყარ მდგომარეობაში გადავიდეს. ამ პროცესს სუბლიმაცია ეწოდება. როცა დედამიწის ზედაპირის მიერ გაცემული ჰაერის ტემპერატურა აღწევს ნამის წერტილამდე, ცივ ზედაპირზე წარმოიქმნება ნამი, თრთვილი, ჭირხლი.

**ნამი** - წყლის უწვრილესი წვეთები და წარმოიქმნება ღამით მცენარეთა ფოთლებზე, მათ მიერ სითბოს გაცემისა და გადაცივების შედეგად.

**თრთვილი** - მყარი თეთრი ნალექია, რომლის წარმოქმნის მექანიზმი იდენტურია ნამისა, ოღონდ ეს პროცესი მიმდინარეობს ტემპერატურის  $0^{\circ}$  - ზე დაბლა დაწვევისას(სუბლიმაცია). ნამის წარმოქმნისას მცენარეებში არსებული სითბო გამოიყოფა, ხოლო თრთვილის წარმოქმნისას, პირიქით - სითბო შთაინთქმება.

**ჭირხლი** - თეთრი ფხვიერი ნალექია, რომელიც წარმოიქმნება ხეებზე, მავთულებზე, შენობების კუთხეებში, ორთქლით გაჯერებული ჰაერის  $0^{\circ}$  - ზე მნიშვნელოვნად დაბალი ტემპერატურის დროს.

კონდენსაციისა და სუბლიმაციის პროდუქტების(წყლის წვეთები, ყინულის კრისტალები) მიწის ზედაპირის სიახლოვეს დაგროვებისას წარმოიქმნება **ნისლი**.

თუ კონდენსაცია ან სუბლიმაცია მიმდინარეობს მიწის ზნდაპირიდან რამდენიმე ასეული მეტრის ან უფრო მეტ სიმაღლეზე, მაშინ წარმოიქმნება **ღრუბლები**. ისინი

წარმოიქმნებიან აღმავალი ჰაერის ნაკადის გაცივების შედეგად. ამ პროცესში ჰაერი აღწევს იმ საზღვარს, როცა მისი ტემპერატურა ნამის წერტილის ტოლია. ამ საზღვარს



დ) მაღალი-გროვა (Alto cumulus), ე) მაღალი-ფენოვანი (Altostratus)

III ოჯახი (ქვედა იარუსი)

ვ) ფენოვანი-გროვა (Stratocumulus), ზ) ფენოვანი (Stratus), თ) ფენოვანი-წვიმის (Nimbostratus)

IV ოჯახი (ვერტიკალური განვითარების ღრუბლები)

ი) გროვა (Cumulus) კ) გროვა-წვიმის (Cumulonimbus)

ღრუბლების ხასიათისა და ფორმის ჩამოყალიბება განპირობებულია პროცესებით, რომლებიც ვითარდება ჰაერის გადაცივების შედეგად. დედამიწის არაერთგვაროვანი ზედაპირის გათბობით განვითარებული კონვექციის შედეგად წარმოიქმნება გროვა ღრუბლები (IV ოჯახი).

**ნალექები.** ატმოსფერულ ნალექებად ითვლება ატმოსფეროდან დედამიწაზე წვიმის, თოვლისა და სეტყვის სახით მოსული წყალი. წყლის წვეთები და ყინულის კრისტალები ღრუბელში ძალზე მცირეა, მათ ადვილად იკავებს ჰაერი, მისი მცირე აღმავალი ნაკადები იოლად აიტაცებენ მათ ზევით. ნალექის წარმოსაქმნელად აუცილებელია ღრუბლის ელემენტების გამსხვილება იმდენად, რომ მათ წინააღმდეგობა გაუწიონ ჰაერის აღმავალ ნაკადებს. ნაწილაკების გამსხვილება მათი შეერთების შედეგად ხდება. წვეთებისა და კრისტალების შეჯახება ხდება მათი უნესრიგო (ტურბულენტური) მოძრაობის ან მათი სხვადასხვა სიჩქარით ვარდნის დროს.

ნალექების მოსვლის ხასიათს განაპირობებენ მათი წარმოქმნის პირობები.

გაბმული (ზომიერი) ნალექები გამოირჩევიან თანაბარი ინტენსივობითა და ხანგრძლივობით, ჩვეულებრივ მოდიან წვიმის სახით ფენოვანი-წვიმის ღრუბლებიდან.

თავსხმა ნალექები ხასიათდებიან ინტენსივობის სწრაფი ცვალებადობით და მცირე ხანგრძლივობით, მოდიან გროვა-ფენოვანი ღრუბლებიდან წვიმის, თოვლის, სეტყვის სახით.

ჰავაის კუნძულებზე დაფიქსირებულია თავსხმა წვიმა 21,5 მმ/წუთში ინტენსივობით.

წვრილი წვიმა ან თოვლი მოდის ფენოვანი და ფენოვანი-გროვა ღრუბლებიდან. შედგებიან წყლის უწვრილესი წვეთებისა ან კრისტალებისაგან(წლის დროის მიხედვით).

#### 4. ატმოსფერული წნევა

ჯერ კიდევ მე-17-ე საუკუნის შუა წლებში ჰაერი უწონო ეგონათ. მოგვიანებით, ცნობილი გახდა, რომ 45<sup>0</sup>-იან პარალელზე, ოკეანის ზედაპირზე, 0 გრადუსი ტემპერატურის დროს, 1 მ<sup>3</sup> მოცულობის ჰაერის წონა 1,033 კგ-ს შეადგენს. ამავე დროს დადგინდა, რომ 10,3 მ-ის სიმაღლის წყლის სვეტი განზონასწორებულია მიწისპირა ფენის ატმოსფერული წნევით. რადგან ვერცხლისწყალი 13,6-ჯერ მძიმეა წყალზე, ამიტომ, 10,3 მ (1030 სმ) :13,6 =75,74 სმ, შესაბამისად, ატმოსფერული წნევა ვერცხლისწყლის სვეტის 76 სმ-ის სიმაღლით წონასწორდება. ეს მოვლენა დაედო საფუძვლად ატმოსფერული წნევის გაზომვას. ამ მიზნით შემუშავებულ ხელსაწყოს ბარომეტრი უწოდეს, ამავე დროს დადგინდა, რომ სიმაღლის ზრდასთან ერთად ატმოსფერული წნევა კლებულობს.

ატმოსფერული წნევის გადანაწილების წარმოჩენა შესაძლებელია რუკაზე გავლებული ხაზებით, რომლებიც აერთებენ ერთი და იგივე წნევის წერტილებს. ამ ხაზებით შექმნილ სიბრტყეებს იზობარები ეწოდება.

ატმოსფერული წნევის ცვალებადობა ჰორიზონტული მიმართულებით ხასიათდება ბარიული გადიენტით. იგი წარმოადგენს გარკვეულ მანძილზე იზობარის პერპენდიკულარული მიმართულებით წნევის შემცირებისკენ ცვლილებას. ატმოსფერული წნევა ცვალებადობს ჰაერის გადაადგილების

შედეგად, რაც დაკავშირებულია ჰაერის სხვადასხვა სიმკვრივესთან, რაც თავის მხრივ განპირობებულია დედამიწის ზედაპირიდან მის არათანაბარ გათბობასთან. აშკარაა, რომ ჰაერის გათბობა ან გაცივება დედამიწის ზედაპირის მიერ არ გამოიწვევდა წნევის ცვლილებას, რომ არა ჰაერის გადაადგილება ვრტიკალურად და ჰორიზონტულად. ჰაერის აღმასვლა გამთბარი ზედაპირიდან და გადაადგილება ცივი უბნისკენ იწვევს მიწის ზედაპირზე ჰაერის წნევის ცვლილებას. ამგვარად, ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებების (თერმული მიზეზები) შედეგად წარმოიქმნება წნევის ცვლილების დინამიური მიზეზები (ჰაერის მასის შემცირება ან ზრდა უბნის თავზე).

## 5. ჰაერის მასები

ჰაერის შედარებით ერთგვაროვანი მასები ვრცელდებიან რამდენიმე ათას კოლომეტრზე ჰორიზონტულად და რამდენიმე კოლომეტრზე ვერტიკალურად. ისინი წარმოიქმნებიან შედარებით ერთგვაროვან ზედაპირზე (ოკეანის ან კონტინენტის) ჰაერის ხანგრძლივი დგომის შედეგად. თუმცა, მათ ყველა მონაკვეთში ერთნაირი თვისებები არ გააჩნიათ. ამ თვისებების მუდმივი ცვლა ქმნის განსხვავებულ მდგომარეობას ერთსა და იმავე ჰაერის მასაში. განსხვავებენ თბილსა და ცივ ჰაერის მასებს. თბილი ჰაერის მასა გადაადგილდება თბილი ზედაპირიდან შედარებით ცივისკენ; ცივი კი პირიქით - ცივი ზედაპირიდან შედარებით თბილისკენ. თბილი ჰაერის მასა ცივდება ცივ ზედაპირთან შეხებისას, ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტი მასში მცირდება, ხშირად შეიმჩნევა ინვერსია. ჩვეულებრივ, ასეთი ჰაერის მასა მდგრადია. თუ იგი ძლიერ გაჭერებულია ტენით, ცივი ზედაპირისკენ მისი გადაადგილებისას, წარმოიქმნება ნისლი, რომლის თავზე

ხშირად ჩნდება ფენოვანი ღრუბლები, მათგან წვრილი წვიმა ცრის. ცივი ჰაერის მასა თბილ ზედაპირზე განფენისას თბება, ვერტიკალური გრადიენტი მატულობს და ჰაერის მასა არამდგრადი ხდება. ამ დროს წარმოიქმნება თერმული კონვექცია, კონვექციური ღრუბლები და მოდის თავსხმა ნალექები. გამოიყოფა ჰაერის მასების წარმოქმნის 4 კერა: დაბალი წნევის ეკვატორული ოლქი, მაღალი წნევის სუბტროპიკული ოლქი; ზამთრის მაქსიმუმები ზომიერ განედებში კონტინენტების

თავზე, რომლებიც ზაფხულში დეპრესიებით იცვლება; მაღალი წნევის პოლარული ოლქები(არქტიკული და ანტარქტიკული).

**ატმოსფერული ფრონტები.** ფიზიკური თვისებებით განსხვავებული ჰაერის მასებიმათი მუდმივი გადაადგილების შედეგად ერთმანეთს უახლოვდებიან. წარმოიქმნება გარდამავალი ზონა, სადაც იქმნება ენერჯის დიდი მარაგი და ატმოსფერული პროცესები განსაკუთრებით აქტიურდება. დაახლოებულ ჰაერის მასებს შორის ჩნდება ზედაპირი, სადაც მკვეთრად ცვალებადობს მეტეოროლოგიური ელემენტები. ასეთ ზედაპირს უწოდებენ ფრონტალურს, ანუ ატმოსფერულ ფრონტებს. ცივი ჰაერი ყოველთვის ამ ზედაპირის ქვეშ იმყოფება, ხოლო თბილი - მის ზემოთ. ეს ზედაპირი ყოველთვის დახრილია ცივი ჰაერისკენ, ხოლო დახრის კუთხე არ აჭარბებს 1 გრადუსს. საშუალო განედებზე ფრონტის ზედაპირი 8-12 კმ-ზე აღის; ფრონტის და დედამიწის ზედაპირების გადაკვეთისას წარმოიქმნება ატმოსფერული ფრონტის ხაზი, რომლის სიგანე დედამიწისპირა ზონაში ცვალებადობს რამდენიმე კმ-დან რამდენიმე ასეულ კმ-დე, ხოლო სიგრძე - რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათას კმ-დე.

**ციკლონები და ანტიციკლონები.** ატმოსფერო მუდმივ, მაგრამ არაერთგვაროვან მოძრაობაში იმყოფება. ატმოსფეროს

სამი ქვედა ფენა - ტროპოსფერო, სტრატოსფერო და მეზოსფერო - გაერთიანებულია საჰაერო დინებების ერთობლიობით, ჰაერის ერთიანი ცირკულაციით. უფრო ზედა ფენები - თერმოსფერო და ეგზოსფერო, თუმცა უკავშირდებიან ქვედა ფენებს, მაინც გააჩნიათ მკვეთრად გაიშვიათებული ჰაერის მიძრაობის თავისებურებანი. შედარებით უკეთაა შესწავლილი ტროპოსფეროს ცირკულაცია, რაც საჰაერო დინებების რთულ სისტემას წარმოადგენს. ჰაერის ნაკადში მიმდინარე ცვლილებები იწვევენ წნევის ცვალებადობას ზედაპირთან: ჰაერის გახლეჩვის ზონის ქვევით წნევა მკვეთრად ეცემა, ხოლო ჰაერის ნაკადების შერწყმის ზონის ქვევით კი მატულობს. შედეგად მიწის ზედაპირთან წარმოიქმნება მაღალი და დაბალი წნევის არეები, სადაც შეიძლება ჩამოყალიბდეს ციკლონები და ანტიციკლონები. ციკლონი - აღმავალი მბრუნავი ჰაერის ჭავლია დახრილი ღერძით, რომელიც დედამიწის ზედაპირთან დაბალი წნევის დახშული არეთი(ბარიული მინიმუმი) ვლინდება. ქარი ამ დროს არეს პერიფერიებიდან ცენტრისკენ უბერავს საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით(ჩრდილო ნახევარსფეროში). ანტიციკლონი - დაღმავალი მბრუნავი ჰაერის ჭავლია დახრილი ღერძით, რომელიც დედამიწის ზედაპირთან მაღალი წნევის დახშული არეთი(ბარიული მაქსიმუმი) ვლინდება. ქარი ამ დროს არეს ცენტრიდან პერიფერიებისკენ უბერავს საათის ისრის მიმართულებით(ჩრდილო ნახევარსფეროში). ჰაერის ეს ჭავლები საკმაოდ ბრტყელია, რამდენადაც მათი ჰორიზონტული ზომები 100-150-ჯერ მეტია ვერტიკალურზე (დიამეტრი 1500-3000 კმ-ია, ხოლო სიმაღლე ძირითადად 2-4 კმ, მაქსიმუმ 15-20 კმ).

**ქარი** ეწოდება ჰაერის მოძრაობას ჰორიზონტული მიმართულებით. ქარის სიჩქარე იზომება მეტრობით წამში, ზოგჯერ კი კილომეტრობით საათში, ან ბალებში (ბოფორტის

სკალა 0-დან 12 ბალამდე). ქარის საშუალო სიჩქარე დედამიწის ზედაპირთან 5 – 10 მ/წმ-ში ტოლია. ქარის ძალა განისაზღვრება წნევით, რომლითაც ჰაერის მოძრაობის მასა აწვება საგნებს და იზომება კილოგრამობით კვ. მეტრზე. ქარის ძალა მის სიჩქარეზე დამოკიდებულია:  $P = 0,25 \cdot V^2$  კვ/მ<sup>2</sup>. სადაც P ძალაა, V - სიჩქარე, ხოლო 0,25 - კოეფიციენტი. ქარის სიჩქარე ბარიული გრადიენტის სიდიდებზე დამოკიდებულია: რაც უფრო დიდია ბარიული გრადიენტი, მით მეტია ქარის სიჩქარე. ჰაერის მოძრაობას აწვებს მისი ხახუნი მიწის ზედაპირთან, რაც მკაფიოდ ვლინდება ზედაპირიდან დაახლოებით 1000 მ-დე სიმაღლის ინტერვალში. ქარის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს, ასევე, ჰაერის სიმკვრივე: რაც უფრო ნაკლებია სიმკვრივე, მით უფრო მეტია სიჩქარე. ზედაპირიდან სიმაღლის ზრდასთან ერთად ჰაერის ხახუნი ზედაპირთან და სიმკვრივე მცირდება და ქარის სიჩქარეც იზრდება. მაქსიმუმს იგი აღწევს მიწის ზედაპირიდან ზატყულში 100 მეტრიან და ზამთარში 50 მეტრიან ფენაში დღის 13-14 საათზე, ხოლო მინიმუმს ღამის საათებში. ატმოსფეროს უფრო მაღალ ფენებში ქარის სიჩქარის დღეღამური სვლა საპირისპიროა. ასეთი მდგომარეობა აიხსნება ატმოსფეროში დღეღამის განმავლობაში ჰაერის ვერტიკალური გაცვლის ინტენსივობის ცვალებადობით. დღისით ინტენსიური ვერტიკალური გაცვლა დედამიწის ზედაპირთან უფრო მაღალ ფენებსაც მოიცავს და აწვებს ჰაერის ჰორიზონტულ გადაადგილებას. ღამით ჰაერის ინტენსიური ცვლის არარსებობის გამო მიწისზედა გადაცვივებული ფენის ზეგავლენა უფრო მაღლა არ ვრცელდება და აქ ჰაერი გადაადგილდება ბარიული გრადიენტის შესაბამისი სიჩქარით. ქარის მიმართულება განისაზღვრება იმ წერტილის მდგომარეობით, რომლიდანაც ქარი უბერავს. მისი მიმართულების დასადგენად ჰორიზონტი იყოფა 16 რუმბად. რუმბი არის ხილული ჰორიზონტის წერტილისკენ მიმართულება

ქვეყნის მხარეების მიმართ. მთავარი რუმბებია: ჩრდილოეთის(N), სამხრეთის(S), აღმოსავლეთის(E), დასავლეთის(W). ქარის მიმართულება შეიძლება გამოსახოს აზიმუტით, ანუ კუთხით მერიდიანსა და ქარის მიმართულებას შორის მოცემულ ადგილზე. აზიმუტი აითვლება ჩრდილოეთიდან აღმოსავლეთისკენ (0-დან 360<sup>0</sup> - მდე). ქარის მიმართულება დამოკიდებულია ბარიული გრადიენტის მიმართულებაზე, დედამიწის ლედის გარშემო ბრუნვის გადამხრელ ძალაზე, ხახუნზე, ცენტრიდანულ ძალებზე.

**გაბატონებული ქარები.** ატმოსფერული წნევის ზონალურ განაწილებას უკავშირდება დედამიწის ზედაპირთან გაბატონებული ქარების ზონალობა. პოლარული განედების მაღალი წნევის არეებიდან და სუბტროპიკებთან ჰაერი მოძრაობს დაბალი წნევის არეებისაკენ, ანუ ეკვატორისა და ზომიერი განედებისაკენ. სუბტროპიკებსა და ზომიერ განედებს შორის გაბატონებული ქარების მიმართულება სამხრეთ-დასავლეთური და დასავლეთურია ჩრდილო ნახევარსფეროში და ჩრდილო-დასავლეთური და დასავლეთური - სამხრეთ ნახევარსფეროში. **ჰასატები** ეწოდება ქარებს, რომლებიც სუბტროპიკული განედებიდან ეკვატორისკენ უბერავენ. უფრო ზუსტად - ისინი წარმოადგენენ სუბტროპიკული ანტიციკლონების ეკვატორისკენ მიმართულ ნაწილებში მქროლავ ქარებს. რამდენადაც ჰასატები დაკავშირებულია ზომიერი განედებიდან წამოსულ სუბტროპიკულ ანტიციკლონებთან, შესამჩნევია ზომიერ განედებში მიმდინარე ატმოსფერული პროცესების გავლენა მათზე. ჰასატების ვერტიკალური გავრცელება ეკვატორისკენ იზრდება: თუ 25 გრადუსიან განედთან იგი 1-2 კმ სიმაღლეს აღწევს, ეკვატორთან ისინი მთელს ტროპოსფეროს მოიცავენ. მათი სიჩქარე აღწევს 5-8 კმ/წმ-ში. ოკეანის თავზე, ეკვატორისკენ, ჰასატები მოძრაობენ ნაკლებად გამთბარიდან უფრო მეტად გამთბარი ზედაპირებისკენ, ამიტომაც მათში

ძლიერი კონვექცია წარმოიქმნება. თუმცა ეს პროცესი მხოლოდ დაბალ ფენებში მიმდინარეობს, რამდენადაც 1200-2000 მ-ის სიმაღლეზე რამდენიმე ასეული მეტრის სისქის ინვერსიული ფენაა განვლილი. პასატური ინვერსია წარმოადგენს შეკუმშვის ინვერსიას(ჰაერის დაღეჭვის შედეგს), რაც ანტიციკლონებს ახასიათებს, რომლებთანაც დაკავშირებულია პასატები. ინვერსიული ფენა ღრუბლების ვერტიკალურ განვითარებას უშლის ხელს, ამიტომ პასატებს ბრტყელი გროვა ღრუბლები და მცირე ნალექიანობა ახასიათებს. მოპირდაპირე ნახევარსფეროებიდან მქროლავი პასატები ერთმანეთს ეკვატორთან ხვდებიან. მათი შეერთების არემი(კონვერგენციის შიდატროპიკული ზონა) წარმოიქმნება ჰაერის მძლავრი აღმავალი ნაკადები, სქელი გროვა და გროვა-წვიმის ღრუბლები, მოდის უხვი, თავსხმა ნალექები, უბერავენ საშუალო სიძლიერის გამჭოლი ქარები.

მატერიკებისა და ოკეანეების არათანაბარ გათბობა-გაციებას უკავშირდება **მუსონების** წარმოქმნა. ისინი წარმოადგენენ საჰაერო დინებებს, რომლებიც წელიწადში ორჯერ იცვლიან მიმართულებას(ზამთრიდან ზაფხულში და პირიქით).ზაფხულში და ზამთარში ისინი საკმაოდ მდგრადია, ხოლო გარდამავალ პერიოდებში ამ თვისებას კარგავენ. ისინი ჩნდებიან მატერიკებსა და ოკეანეებს შორის სასაზღვრო ზოლში, იქ სადაც წნევის კონტრასტები განსაკუთრებით დიდია. ზამთარში მატერიკებზე ატმოსფერული წნვა ბევრად მაღალია, ვიდრე ოკეანეზე და ჰაერი მოძრაობს ბარიული გრადიენტის მიმართულების შესაბამისად ხმელეთიდან ოკეანისაკენ (ზამთრის მუსონი). ზაფხულში მდგომარეობა საპირისპიროდ იცვლება - ხმელეთზე წარმოქმნილი დაბალი წნევის გამო მუსონი ოკეანიდან მატერიკისკენ უბერავს (ზაფხულის მუსონი). მუსონები უშუალო კავშირშია ციკლონებთან და ანტიციკლონებთან. ისინი იქ ვლინდებიან, სადაც ციკლონები და

ანტიციკლონები მდგრადია და სეზონის მიხედვით სჭაბნიან ერთმანეთს. იმის გამო, რომ ზამთრის მდგრადი ანტიციკლონები და ზაფხულის ციკლონები ვითარდებიან ზომიერ განედებში, მატერიკების აღმოსავლეთ ნაწილებში, შესაბამისად მუსონებიც მატერიკების აღმოსავლეთ კიდეებში ავლენენ თავს. ისინი ტროპოსფეროს ქვედა, 1 კმ-იან ფენაში ვრცელდებიან, სანინალმდეგო საჰაერო დინება(ანტიმუსონი) მათ თავზე არ წარმოიქმნება. მუსონების გავრცელება არ შემოისაზღვრება ზომიერი განედებით, ისინი კარგად ვითარდებიან ტროპიკულ განედებშიც.

ჰაერის ადგილობრივ(ლოკალურ) ცირკულაციას მიეკუთვნებიან **ბრიზები, მთა-ხეობის ქარები და ფიონები**. ბრიზები ჩნდებიან ზღვების, დიდი ტბების, იშვიათად, დიდი მდინარეების ნაპირებზე და ხასიათდებიან დღე-ღამის განმავლობაში ქარის მიმართულების მკვეთრი ცვლილებებით. დღისით, როცა ხმელეთი კარგადაა გამთბარი, მის თავზე წარმოიქმნება ჰაერის აღმავალი მოძრაობა, რომელიც წყლისკენაა მიმართული. მინის ზედაპირთან კი ქარი 8-10 საათის განმავლობაში უბერავს ზღვიდან ნაპირისკენ - ეს **ზღვის(ანუ დღის) ბრიზია**. მზის ჩასვლის შემდეგ ხმელეთი სწრაფად ცივდება და ზღვიდან, რომელიც მთელი დღე ნელა თბებოდა, აღმავალი თბილი ჰაერის ნაკადი მოძრაობს, ხოლო ხმელეთიდან ზღვისკენ - ცივი, მინის პირა ჰაერის ნაკადი. ამას **სანაპირო(ანუ ღამის) ბრიზი** ჰქვია.

ჰაერის აღმავალი ნაკადების მოძრაობისას ღრუბლები წარმოიქმნება, ხოლო დაღმავლისას - ცა უღრუბლოა.

**მთა-ხეობის ქარებს** ბრიზების დარად 24 საათიანი პერიოდულობა გააჩნიათ. ეს არის ჰაერის ადგილობრივი ცირკულაცია, რომელიც ორი ურთიერთდაკავშირებული ნაწილისგან შედგება: ფერდობების ქარები და ხეობათა ქარები. ფერდობების ქარები წარმოადგენენ ჰაერის სხვადასხვანაირად

გათბობისა და გაცივების შედეგს ფერდობის ზედაპირისა და თავისუფალი ატმოსფეროს ერთსა და იმავე დონეზე. დღისით, უღრუბლო ამინდში, ჰაერი ფერდობებთან უფრო ძლიერად თბება, ვიდრე მათგან მოშორებით, მაგრამ იმავე დონეზე, ანუ თავისუფალ ატმოსფეროში. ამის შედეგად წნევებს შორის წარმოქმნილი განსხვავება ჰაერს უბიძგებს ზევით, ფერდობის აყოლებით, ხოლო თხემიდან - დაბლა, ხეობისაკენ. ხეობის თავზე ჰაერი დაბლა ეშვება ფერდობისკენ. ღამით სურათი იცვლება: ჰაერი ფერდობის გაყოლებით ეშვება, ქვევით კი, ხეობაში იგი ზევით იწევს, ფერდობისკენ. მთა-ხეობის ქარები გამოწვეულია იმით, რომ ხეობაში ჰაერის გათბობა-გაცივება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს, ვიდრე მის მიმდებარე ვაკეზე იგივე სიმაღლეზე. ამიტომ ჰაერი დღისით ხეობის ფსკერს აუყვება ზევით(ხეობის ქარი), ხოლო ღამით ქვევით ეშვება(მთის ქარი). ყოველივე ეს ერთად, ანუ ფერდობისა და მთა-ხეობის ქარები, წარმოქმნის ჰაერის ადგილობრივი ცირკულაციის რთულ სისტემას.

**ფიონი** არის ხშირად თოვლითა და ყინულით დაფარული მთებიდან მქროლავი თბილი, მშრალი და გამჭოლი ქარი. იგი წარმოიქმნება მთის მოპირდაპირე ფერდობებზე მკვეთრად განსხვავებული ატმოსფერული წნევის შედეგად. ჰაერის ნაკადი, დაბალი წნევის არისაკენ ქედის თხემის გადალახვისას, ფერდობზე აღმავალი მოძრაობის დროს გრილდება(1 გრადუსით ყოველ 100 მეტრზე კონდენსაციის საზღვრამდე და 0,5 – 0,6<sup>0</sup>-ით ყოველ 100 მეტრზე კონდენსაციის საზღვრის ზევით) და კარგავს ტენს(წარმოიქმნება ღრუბლები, მოდის ნალექები). ქედის თხემთან მას გააჩნია უფრო დაბალი ტემპერატურა და აბსოლუტური სინოტივე, ვიდრე ფერდობის ძირში ჰქონდა. მოპირდაპირე ფერდობზე დაშვებისას ჰაერი თბება 1<sup>0</sup>-ით ყოველ 100 მეტრზე და იძენს ფიონისთვის დამახასიათებელ

თვისებებს: შედარებით მაღალ ტემპერატურას და დაბალ შეფარდებით სინოტივს.

ფიონი უბერავს ზამთარში და გაზაფხულზე. ზამთარში სინოტივის დიდი დეფიციტის დროს იგი იწვევს თოვლის სწრაფ დნობასა და აორთქლებას, ხოლო გაზაფხულზე - მცენარეთა გამოშრობას. ფიონის ხანგრძლივობა რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღე-ღამემდე მერყეობს, სიჩქარე - უმნიშვნელოდან 20 კმ/სთ - მდე.

**ამინდი და ჰავა.** ცნებები „ამინდი“ და „ჰავა“ ცალცალკე არ განიხილება, რამდენადაც ისინი ატმოსფეროს მდგომარეობას წარმოსახავენ.

**ამინდი** - ატმოსფეროს მდგომარეობაა განსაზღვრულ ადგილას მოცემულ მომენტში დროის მცირე მონაკვეთში. ცნება „დღე-ღამის ამინდი“ ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგან დღე-ღამე ყველაზე მცირე ბუნებრივი პერიოდია ატმოსფეროს მდგომარეობის კანონზომიერ ცვლილებებში. ეს ცვლილებები გამოიხატება ამინდის ელემენტების - ჰაერი ტემპერატურის და სინოტივის, ღრუბლიანობის, ნალექების, ატმოსფერული წნევის, ქარის დღე-ღამურ სვლაში.

**ჰავა** - ატმოსფეროს მდგომარეობაა გარკვეული სივრცისა ან მთლიანად დედამიწისთვის. წარმოდგენა ამ მდგომარეობაზე შეიძლება შეგვექმნას ამინდის შესახებ მრავალწლიანი მონაცემების გაანალიზების შედეგად, რაც ჰავის ცვლილების კანონზომიერებათა, ანუ ამინდის რეჟიმის დადგენის საშუალებას იძლევა.

ამგვარად, ამინდი და ჰავა ერთმანეთთან მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულებაში იმყოფებიან.



## თავი XI. ოკეანეები და ზღვები

მსოფლიო ოკეანე ჰიდროსფეროს ძირითადი ნაწილია. იგი ერთიანია და დედამიწის ზედაპირის 71% უკავია. მსოფლიო ოკეანეს არაერთი გეოგრაფიული მახასიათებელი აქვს, რომელთაგან მნიშვნელოვანია: ფსკერის რელიეფი, წყლის ტემპერატურა, მარილიანობა, ოკეანური დინებები, მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო და სხვა. ოკეანეების წყლის ტემპერატურა და ოკეანური დინებები მოქმედებს მიმდებარე ტერიტორიების ჰავის ფორმირებაზე, მარილიანობა-წყლის ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროს განვითარებაზე, მათ გეოგრაფიაზე და ა.შ.

მსოფლიო ოკეანეს არაერთგვაროვანი ფსკერის რელიეფი აქვს. იგი რამდენიმე ნაწილისაგან შედგება. ყველაზე თავთხელ ნაწილს (0-დან 200მ-ის სიღრმემდე) შელფი ანუ კონტინენტური თავთხელი ეწოდება, შემდეგ (200მ-დან 3000მ-დე) კონტინენტური ფერდობი მოდის, რომელიც ოკეანურ ფსკერში გადადის. ოკეანური ფსკერის ფარგლებში გამოყოფენ ოკეანურ ღრმულებს, რომლებიც 6 კმ-ზე უფრო ღრმად მდებარეობენ. ყველაზე დიდი ჩაღრმავება მსოფლიო ოკეანის ფსკერზე არის მარიანას ანუ ჩელენგერის ღრმული. მისი სიღრმე 11 034 მეტრია. დედამიწის ყველაზე მაღალი მთა ევერესტი თავისუფლად დაეტოდა მასში ისე, რომ მთის წვერი წყლის ზედაპირს ვერ მისწვდებოდა. ყოველწლიურად ოკეანის ფსკერზე 30 მლრდ. ტონა სხვადასხვაგვარი წარმოშობის მასალა ილექება, რომლის 2/3 მდინარეების მიერ არის ჩამოტანილი.

ზღვის სანაპიროზე წყლის დონე დღე-ღამეში ორჯერ იმატებს და ასევე ორჯერ იკლებს. ეს მზისა და მთვარის მიერ დედამიწის მიზიდულობის გამო ხდება. ამ მოვლენას ზღვის მიქცევა და მოქცევა ეწოდება. მოქცევის დროს ზღვა ნაპირზე გადმოდის და სანაპირო ზოლს ფარავს, მიქცევის დროს კი

ნაწილობრივ ფსკერს აშიშვლებს. მოქცევის საშუალო სიმაღლე 1-2 მეტრია, მაგრამ ოკეანეთა სხვადასხვა ნაწილში იგი სხვადასხვაა. ღრმა ყურეებში ეს მაჩვენებელი ათეულ მეტრსაც აჭარბებს. ყველაზე მაღალი (დაახლოებით 30 მ) მოქცევა ხდება ფანდისყურეში, კუნძულ ნიუტაუნდლენდზე (ჩრ. ამერიკა). ძალიან მაღალი მოქცევები იცის საფრანგეთშიც, სენ-მალის ყურეში. აქ მოქცევის საშუალო სიმაღლე 15 მეტრს აღწევს. ასეთ ტალღას ხუთსართულიანი სახლის დაფარვა შეუძლია. უკუქცევის დროს ზღვა ერთ კილომეტრზე მეტი მანძილით შორდება ნაპირს. ადგილობრივი მცხოვრებლები ამ დროს ზღვის გაშიშვლებულ ფსკერზე თევზებს აგროვებენ. ამ ადგილებში ფრანგებმა მოქცევის ჰიდროელექტროსადგური ააგეს, რომელიც ტალღების უზარმაზარ კინეტიკურ (ანუ მექანიკური მოძრაობის) ენერჯიას ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის.

მსოფლიო ოკეანეში წყლის ტემპერატურა დიდ გავლენას ახდენს ჰაერის ტემპერატურაზე და იმ ქვეყნების კლიმატზე, სადაც ეს ჰაერი ქარის დახმარებით შეიჭრება ხოლმე. წყლის ყველაზე მაღალი ტემპერატურა მსოფლიო ოკეანის ზედაპირზე, ნაპირებისაგან დაშორებით, ეკვატორულ სარტყელში აღინიშნება, საშუალო წლიური ტემპერატურა  $28^{\circ}$  - მდე ადის. სუბტროპიკებიდან პოლარული წრეების მიმართულებით წყლის ზედაპირის საშუალო წლიური ტემპერატურა სწრაფად კლებულობს, ზამთარში კი ამ წრეების სიახლოვეს იმდენად ცივა, რომ ოკეანე იყინება. ზღვის წყალი იყინება  $0^{\circ}$  -ზე დაბალ ტემპერატურის დროს. რაც უფრო მეტია ზღვის წყლის მარილიანობა, მით უფრო დაბალია მისი გაყინვის ტემპერატურა. წყალი მით უფრო თბილია, რაც უფრო ახლოა ეკვატორთან. წყლის ტემპერატურა მის სიღრმეზეც არის დამოკიდებული. ზედა ფენა, რომელიც ზედაპირიდან 200 მ სიღრმემდეა, თბილია, რადგან მას მზე ათბობს. მოძრაობისას

თბილი წყალი შეერევა და ტემპერატურას უცვლის მოსაზღვრე ფენას, რომელიც სიღრმეში 1000 მ-მდე ვრცელდება. შემდეგ ცივი ფენაა, იქ მზის სხივი ძნელად აღწევს და წყალიც თითქმის არ მოძრაობს. სულ ქვემოთ, ფსკერის ყველაზე ღრმა ადგილებში, სადაც მზის შუქი საერთოდ ვერ აღწევს, წყალი ყინულივით ცივია და ძლიან ბნელა.

ოკეანეს, ზღვას, ტბასა და ხმელეთს შორის სასაზღვრო ხაზს სანაპირო ხაზს უწოდებენ. სანაპირო ხაზი ასახავს თანამედროვე ან ძველი ნაპირების მოხაზულობას. ეს ზოლი წყლის დონის ცვალებადობის მიხედვით იცვლება. ამის გამო სანაპირო ხაზი პირობითია და განისაზღვრება ოკეანის, ზღვის, ტბის საშუალო მრავალწლიური დონის მიხედვით. ძველი სანაპირო ხაზის შესწავლით შეიძლება დავადგინოთ დედამიწის ქერქის ვერტიკალური მოძრაობათა ხასიათი და ტიპი

ოკეანის თუ ზღვის ნაპირი, სადაც ხმელეთი და წყალი ერთმანეთს ეხება, მოქცევისა თუ უკუქცევის, ასევე ზვირთცემის ტალღების გამო გამუდმებით იცვლება. დროთა განმავლობაში ეს პროცესები ნაპირს გასაოცარ სახეს აძლევს. ზღვებსა და ოკეანეებში წარმოქმნილი ტალღები ორგვარია: დესტრუქციული და კონსტრუქციული. დესტრუქციულია ტალღა, რომელიც ნაპირს რეცხავს. ეს ხშირი, ძლიერი, მაღალი ტალღები შტორმის დროს წარმოიქმნება, მძლავრი დარტყმებით შლის ნაპირებს და ყოველგვარი ნაშალი მიაქვს. კონსტრუქციული ტალღა ქმნის, აგებს ნაპირს, ის რბილი და მოალერესეა. წარმოიქმნება წყნარ, მშვიდ ამინდში, ამ ტალღებს ინერტული მასალები (ხმელეთის ნაშალი, მდინარეების ჩატანილი ქვა-ღორღი) „მშვიდად“ მიაქვს წყლის სიღრმეში, მაგრამ ტოვებს ლამაზ ქვიშის სანაპიროს - პლაჟებს. მსოფლიო ოკეანე წყნარ, ატლანტის, ინდოეთის, ჩრდილოეთის ყინულოვან (არქტიკის) და სამხრეთის ოკეანეებად იყოფა.

**წყნარი ოკეანე** მდებარეობს ოთხივე ნახევარსფეროში. მის სანაპირო ზოლში წარმოდგეილია ხუთი კონტინენტი: დასავლეთიდან-ევრაზია და ავსტრალია, სამხრეთიდან-ანტარქტიდა, აღმოსავლეთიდან კი-ჩრდილოეთი და სამხრეთი ამერიკა. იგი სრუტეებით ყველა ოკეანეს უკავშირდება. ჩრდილო ცინულოვან ოკეანესთან ბერინგის სრუტე აერთებს, ინდოეთის ოკეანესთან-მალაკის, ზონდის, ტორესის და ბასის სრუტეები, ატლანტის ოკეანესთან კი-ჰანამის არხი, მაგელანის და დრეიკის სრუტეები. ოკეანეებს შორის უდიდესია წყნარი ოკეანე. მისი ფართობი 180 მლნ. კმ<sup>2</sup> - ია, საშუალო სიღრმე - 4280 მეტრია, რითაც იგი ყველა სხვა ოკეანეს აღემატება. მისი ფსკერის რელიეფი რთული და მრავალფეროვანია, აქ მდებარეობს, როგორც მსოფლიოში უდიდესი მარიანის ღრმული, ასევე ფსკერზე აღმართული ჰავაის ვულკანური კუნძულები, მათი სიმაღლე 10 კმ-ს აღემატება. წყნარი ოკეანის ფსკერის რელიეფი ძირითადად ერთგვაროვანია. მის ცენტრალურ ნაწილში ჭარბობს მოსწორებული ფსკერი, რომლის სიღრმე 4-6 ათასი მეტრის ფარგლებში მერყეობს. კონტინენტური მეჩრეი ფართოა ოკეანეს დას. სანაპიროებთან. აქ ოკეანური ღრმულები კუნძულების მერიდიანულ ზოლს მიუყვება. განსაკუთრებით მასშტაბურია კურილია-კამჩატკის, იაპონიის, მარიანის, ფილიპინების და ტონგას ღრმულები. აღმოსავლეთ სანაპიროებზე კონტინენტური მეჩრეი ძალზე ვიწროა. ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკას ოკეანის გასწვრივ ძირითადად ოკეანური ღრმულები გასდევს. ოკეანის ფსკერზე წარმოდგენილია რამდენიმე წყალქვეშა ქედი. მათი მწვერვალები წყლიდანაა ამოზიდული და მრავალრიცხოვან კუნძულებს ქმნის. წყნარ ოკეანეში 10 000-ზე მეტი კუნძულია, რომელთა სართო ფართობი 3,6 მლნ. კმ<sup>2</sup>-ზე მეტია.

წყნარი ოკეანის ჰავა ძირითადად უკავშირდება მზის რადიაციას, რომელიც იცვლება ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ.

განსაკუთრებით ფართო ზოლის სახით წარმოდგენილია ტროპიკული სარტყელი. მასზე დიდ გავლენას ახდენს პასატები, რომლებიც სათავეს უდებენ ოკეანურ ღინებებს. ეკვატორის მიმართულებით წლის საშუალო ტემპერატურა მატულობს. იგი ტროპიკებს შორის, მთელი წლის მანძილზე  $C -$  ით  $+24 +28^{\circ}$  შორის მერყეობს. აქ მარილიანობის მაჩვენებელი 35 პრომილეს აღწევს.

წყნაროკეანური ღინებები მუდმივ ქარებს ანუ პასატებს უკავშირდება. ისინი წარმოდგენილია ტროპიკულ სარტყელში, როგორც ჩრდილო, ისე სამხრეთ ნახევარსფეროში. ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში, ჩრდილო-აღმოსავლეთის პასატი სათავეს უდებს ჩრდილოეთის პასატურ ღინებას. იგი ცენტრალური ამერიკიდან ფილიპინის კუნძულამდე აღწევს. აქ იგი ორ ნაწილად იყოფა. ერთი, კუროსივოს თბილი ღინების სახელწოდებით, მიედინება ჩრდილოეთით, ევრაზიის სანაპიროების გასწვრივ. მეორე ნაწილი, ეკვატორული უკუღინების სახით, ბრუნდება ამერიკის კონტინენტისაკენ. კუროსივო იაპონიის სანაპიროებიდან იცვლის მიმართულებას და ჩრდილო-წყნაროკეანური ღინების სახელწოდებით ჩრდილოეთ ამერიკის კონტინენტამდე აღწევს. აქ იგი კვლავ ჩრდილოეთის და სამხრეთის ნაკადებად იყოფა. ჩრდილოეთის ნაკადი ალასკის თბილი, ხოლო სამხრეთის ნაკადი - კალიფორნიის ცივი ღინების სახელწოდებით არის ცნობილი.

ამგვარად, წყნარი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში იკვრება ოკეანური ღინების ერთი წრე.

ოკეანის სამხრეთ ნაწილში სამხრეთ-დასავლეთის პასატი სათავეს უდებს სამხრეთ პასატურ ღინებას. იგი ინდონეზიის კუნძულებთან სამ ნაკადად იყოფა. ერთი ეკვატორული უკუღინების სახით, ბრუნდება ამერიკის კონტინენტისაკენ. მეორე გაედინება კუნძულებს შორის და აღწევს ინდოეთის ოკეანემდე. მესამე, აღმოსავლეთ ავსტრალიის თბილი ღინების

სახელწოდებით, მიემართება ტასმანიის ზღვისაკენ. მის სამხრეთ ნაწილში იგი უერთდება დასავლეთური ქარების ცივ დინებას და აღწევს სამხრეთ ამერიკის სანაპიროებამდე. სამხრეთ ამერიკას იგი პერუს ცივი დინების სახელით მიუყვება. ამგვარად, წყნარი ოკეანის სამხრეთ ნაწილში იკვრება ოკეანური დინების მეორე წრე.

წყნარი ოკეანე ხასიათდება ცოცხალი ორგანიზმების დიდი რაოდენობით და მრავალფეროვნებით. ამ მაჩვენებლებით გამოირჩევა ეკვატორული სარტყელი. აქ თევზების და მოლუსკების ათასობით სახეობა ცხოვრობს. ოკეანის ფაუნისთვის უჩვეულოდ დიდი ფორმები (გიგანტიზმი) და ღრმა წყლის ენდემური სახეობებია დამახასიათებელი. ცხოველთა სამყაროს განაწილება ზონალურ ხასიათს ატარებს და სამ ძირითად-ტროპიკულ, ზომიერ და არქტიკულ (ანტარქტიკულ) ნაწილად იყოფა.

წყნარი ოკეანის სანაპირო წყლებით მსოფლიოს არაერთი დიდი სახელმწიფო სარგებლობს. მასზე უშუალო გასასვლელი აქვს ამერიკის შეერთებულ შტატებს, ჩინეთს, რუსეთს, იაპონიას, ავსტრალიას, ინდონეზიას და სხვებს. მის სანაპიროებზეა წარმოდგენილი მსოფლიოს უდიდესი პორტების 1/6, მათ შორის: ტოკიო, სინგაპური, სიდნეი, სან-ფრანცისკო და სხვ. მრავალ ტურისტს იზიდავს ჰავაის, ფიჯის, სოლომონის, ახალი კალედონიის ტროპიკული კუნძულები.

წყნარი ოკეანის ზღვები: ბერინგის, ოხოტის, იაპონიის, ყვითელი, აღმოსავლეთ ჩინეთის, სამხრეთ ჩინეთის, ფილიპინების, იავის, სულავესის, ბანდის, მარჯნის, ფიჯის.

სრუტეები: ბერინგის, კუნაშირის, ლაპერუზის, თათრის, კორეის, ტაივანის, მალაკის, ზონდის, ტორესის, ბასის, დრეიკის, მაგელანის, პანამის არხი.

ყურეები: სიამის, კალიფორნიის, ალასკის

**ატლანტის ოკეანე** მდებარეობს ოთხივე ნახევარსფეროში. მისი ფართობი 92 მლნ.კმ<sup>2</sup> - ია. მის სანაპირო ზოლში წარმოდგენილია ხუთი კონტინენტი: დასავლეთიდან - ჩრდილოეთი და სამხრეთ ამერიკა, აღმოსავლეთიდან - ევრაზია და აფრიკა, სამხრეთიდან კი - ანტარქტიდა. მას საზღვაო კავშირი აქვს ყველა ოკეანესთან. ამ ოკეანეზე მსოფლიო ოკეანის 1/4 მოდის. მისი აღმოსავლეთი და დასავლეთი სანაპირო ურთიერთშემავსებელი მოხაზულობისაა. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინოა სამხრეთ ამერიკისა და აფრიკის შედარებისას. ოკეანე უდიდეს სივანეს ზომიერ განედებში აღწევს და ეკვატორისაკენ ვიწროვდება. მისი მაქსიმალური სიღრმე 9222 მ-ია (კუნძულ პუერტო-რიკოს ჩრდილოეთით).

ატლანტის ოკეანის ფსკერის რელიეფი მრავალფეროვანია. მის ღერძულ ნაწილში წარმოდგენილია მსოფლიოში უგრძესი წყალქვეშა შუა ატლანტის ქედი. იგი ისლანდიიდან ს.გ. 55° - მდეა გადაჭიმული. ატლანტის ქედსა და მის ფერდობებს ოკეანის ფსკერის 1/3 უკავია. ქედი თითქმის თანაბრად დაშორებული კონტინენტების სანაპირო ზოლს. მისი მწერვალეები ვულკანური კონუსების სახით გამოდის ოკეანის ზედაპირზე. ამგვარია აზორის, ამაღლების და სხვა კუნძულები. შუა ატლანტის ქედი ოკეანის ფსკერს ორ, აღმოსავლეთ და დასავლეთ ნაწილებად ყოფს. დასავლეთი ნაწილის ფსკერი გაცილებით ღრმანწყლიანია, ვიდრე აღმოსავლეთი. აქ გამოიყოფა რამდენიმე ისეთი ღრმული, რომლის სიღრმე 5 კმ-ს აღემატება. ამგვარია ჩრდილო-ამერიკის, გვიანის, ბრაზილიისა და არგენტინის ღრმულები. კონტინენტურ თავთხელს ოკეანის ფსკერის 1/10 უკავია. იგი ფართოდაა წარმოდგენილი ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში. ატლანტის ოკეანის ჰავა მრავალფეროვანია, იგი ყველა კლიმატურ სარტყელშია წარმოდგენილი. ოკეანის უდიდეს ნაწილზე გავლენას ახდენს

ტროპიკული და ზომიერი სარტყლები. მათი ჰაერის მასების ურთიერთქმედების შედეგად ხშირად ყალიბდება ტროპიკული გრივალისებური ქარები. ქარების სიძლიერეზე აგრეთვე მოქმედებს როგორც მიმდებარე ხმელეთის, ისე ოკეანის წყლის ტემპერატურის ამპლიტუდა. ნალექების წლიური რაოდენობა იცვლება როგორც განედების, ისე მერიდიანების მიხედვით. მაგალითად, არქტიკულ და ანტარქტიკულ სარტყელში 200 მმ ნალექი მოდის, ხოლო ეკვატორულ სარტყელში 10-ჯერ მეტი. ისევე როგორც წყნარ ოკეანეში, ნალექების რაოდენობა მატულობს აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით. მაგალითად, თუ ტროპიკების გასწვრივ, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ამერიკის (სახ.გვ.141 ნახ.7.2.1.) სანაპიროებთან 200 მმ ნალექი მოდის, ატლანტის ოკეანის ცენტრალურ ნაწილში იგი 1000 მმ-ს, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილში 200 მმ-ს აღწევს. აფრიკის დასავლეთ სანაპიროზე, ნამიბიის უდაბნოს მიმდებარედ, ბენგალის ცივი დინების გავლენით ნალექების რაოდენობა 50 მმ-მდე კლებულობს.

ატლანტის ოკეანის მარილიანობა უკავშირდება ატმოსფერულ ნალექებს და შემდინარე წყლებს. მაგალითად ეკვატორულ სარტყელში იგი 34 პრომილეს უდრის, ხოლო ტროპიკულში - 37 პრომილეს. ეკვატორულ სარტყელში მარილიანობას ამცირებს ნალექების დიდი რაოდენობა და უხვწყლიანი მდინარეების შედინება. ტროპიკულ სარტყელში წყლის მარილიანობაზე მოქმედებს ნალექების მცირე რაოდენობა და გიბრალტარის სრუტიდან ხმელთაშუა ზღვის შედარებით მლაშე წყლის შედინება. ოკეანის ჩრდილო ნაწილში აისბერგები გაცილებით დიდი მანძილზე ეშვებიან დაბალი განედებისაკენ, ვიდრე სამხრეთ ნაწილში. თუმცა ანტარქტიდიდან მოცურავე აისბერგების მოცულობა 2-ჯერ აღემატება გრენლანდიიდან და ჩრდილო-ყინულოვანი ოკეანიდან შემოსული აისბერგებისას.

ტროპიკული სარტყლის პასატები განაპირობებს ოკეანური დინებების ორ შტოს - ჩრდილოეთ და სამხრეთ პასატურ დინებას. მათ აღმოსავლეთიდან დასავლეთის მიმართულებით თბილი და მარილიანი წყლის მასები გადააქვთ. სამხრეთ ამფრიკის სანაპიროებთან სამხრეთ პასატური დინება ჩრდილოეთის და სამხრეთის ნაკადებად იყოფა. ჩრდილოეთის ნაკადი, გვიანის თბილი დინების სახელწოდებით, ჯერ კარბის ზღვაში, შემდეგ კი მექსიკის ყურეში შეედინება. მეორე ნაკადი სამხრეთით მიედინება და ბრაზილიის თბილი დინების სახელით მოიხსენიება. ჩრდილოეთის პასატური დინება ასევე შეედინება მექსიკის ყურეში. აქ იგი სამხრეთ პასატური დინების ჩრდილოეთ განშტოებას უერთდება და თბილი წყლის მძლავრ ნაკადს წარმოქმნის. ფლორიდის ნახევარკუნძულთან დინება დიდი სიჩქარით შეიჭრება ანტლანტის ოკეანეში. აქ იგი გოლფსტრიმის სახელწოდებითაა ცნობილი. გოლფსტრიმი ჩრდილოეთ ამერიკის სანაპიროებთან, სუბტროპიკულ სარტყელში ჯერ აღმოსავლეთით, შემდგომ კი ჩრდილო-დასავლეთით მიემართება. იგი ევროპის სანაპიროებთან ორ ნაკადად - ჩრდილო ანტლანტიკურ თბილ და კანარის ცივ დინებად იყოფა. ჩრდილო ანტლანტიკური თბილი დინება ღრმად იჭრება გრენლანდიის ზღვაში და ჩრდილო ყინულოვან ოკეანეში, იგი არსებითად ცვლის ევროპის ზომიერ და არქტიკული სარტყლის ჰავას. ოკეანის სამხრეთ ნაწილში, ბრაზილიის თბილი დინება უერთდება დასავლური ქარების ცივ დინებას. აფრიკის სანაპიროებთან იგი ჩრდილოეთით, ბენგალის ცივი დინების სახელწოდებით მიემართება და გვინეის ყურემდე აღწევს, რის გამოც მნიშვნელოვნად ცვლის კონტინეტის სანაპირო ზოლის ჰავას.

ატლანტის ოკეანის სანაპიროებთან ევროპისა და ამერიკის მაღალგანვითარებული სახელმწიფოებია განლაგებული. მასზე უშუალო გასასვლელი აქვს ამერიკის შეერთებულ შტატებს,

კანადას, დიდ ბრიტანეთს, გერმანიას, საფრაგეთს, იტალიას, რუსეთს და სხვებს. ოკეანე მათ შორის სატრანსპორტო და ეკონომიკური ურთიერთობის ძირითადი საშუალებაა. ატლანტის ოკეანის საშუალებით ხორციელდება მსოფლიო გადაზიდვების 2/3. მის სანაპიროებზე მდებარეობს მსოფლიო მნიშვნელობის პორტები: ნიუ-იორკი, ახალი ორლეანი, მონტევიდეო, ჰავრი, როტერდამი, ჰამბურგი, მარსელი, ოდესა და სხვები. ოკეანეს უდიდესი სარენაო მნიშვნელობაც აქვს. მასზე მოდის მსოფლიო თევზჭერის 40%. ატლანტის ოკეანის სანაპირო ზოლი, განსაკუთრებით სუბტროპიკულ და ტროპიკულ სარტყელში, დიდი რაოდენობით დამსვენებელს იზიდავს. ძალზე პოპულარულია ხმელთაშუა, ადრიატიკის და შავი ზღვის კურორტები, კანარის, კარიბის ზღვის აუზის, მწვანე კონცხისა და სხვა კუნძულები.

ატლანტის ოკეანის ზღვები: ჩრდილოეთის, ბალტიის, სარგასის, კარიბის, ხმელთაშუა, ადრიატიკის, ეგეოსის, მარმარილოს, შავი, აზოვის.

სრუტეები: ქერჩის, ბოსფორის, დარდანელის, ოტრანტოს, გიბრალტარის, დევისის, ჰადსონის, ფლორიდის, იუკატანის, ლა-მანშის, პადე-კალეს, სკაგერაკის, კატეგატის, დიდი ბელტის, მაგელანის და დრეიკის.

არხები: სუეცის, პანამის.

**ინდოეთის ოკეანე** სიდიდით მესამეა მსოფლიოში. იგი მდებარეობს აღმოსავლეთ, ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროში. მის სანაპირო ზოლში წარმოდგენილია ოთხი კონტინენტი: დასავლეთიდან, აფრიკა, ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან ევრაზია, სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან-ავსტრალია, სამხრეთიდან კი - ანტარქტიდა. მას საზღვაო კავშირი აქვს ორ ოკეანესთან. საზღვარი ატლანტისა და წყნარ ოკეანეებთან პირობითია. სანაპირო ზოლი სუსტადაა დანაწევრებული.

აფრიკიდან და ევრაზიიდან ღრმად იჭრება არაერთი ნახევარკუნძული, რითაც ინდოეთის ოკეანეში გამოიყოფა რამოდენიმე ყურე და ზღვა.

ინდოეთის ოკეანის ფსკერის რელიეფი მრავალფეროვანია. მის ცენტრალურ ნაწილში წარმოდგენილია მერიდიანული და სუბმერიდიანული წყალქვეშა ქედები. ქედებს შორის ღრმულებია, რომელთა სიღრმე 5 კმ-ს აღწევს. ქედები წყალქვეშა ვულკანიზმის შედეგად განვითარდა, რაც ამჟამადაც მიმდინარეობს. ქედების მწვერვალები კუნძულები და არქიპელაგებია. ეკვატორის სიახლოვეს განლაგებული კუნძულები მარჯნის რიფებით არის გარემოცული, რაც ძალიან ლამაზ პეიზაჟს ქმნის. აქ კონტინენტურ თავთხელს - 29%, ღრმულებსა და ფსკერს - 52%, ხოლო წყალქვეშა ქედებს 17% უკავია. ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში კონტინენტური თავთხელი თანდათან გადადის კონტინენტურ ფერდობში. იგი დაღარულია წყალქვეშა კანიონებით, რომელთა შორის გამოირჩევა ინდისა და განგის კანიონები.

ინდოეთის ოკეანის ჰავა ნაკლებად მრავალფეროვანია. რამდენადაც ოკეანე ძირითადად ტროპიკულ სარტყელშია, მასზე ასევე დიდ გავლენას ახდენს მიმდებარე კონტინენტების ჰავა. გეოგრაფიული მდებარეობა განსაზღვრავს წყლის ტემპერატურას და მარილიანობას. ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში, არაბეთის ნახევარკუნძულის სანაპირო ზოლში კი  $28^{\circ}$  - ის ტოლია. სანაპირო ზოლიდან მოშორებით და სამხრეთის მიმართულებით ოკეანის წყლის ტემპერატურა კლებულობს. მაგალითად, სუბტროპიკულ სარტყელში იგი  $+ 20^{\circ}$ -ს არ აღემატება. ანტარქტიდის სიახლოვეს, ოკეანის წყლის ტემპერატურა  $0^{\circ}$  - მდე ეცემა. ანალოგიური ვითარებაა მარილიანობის მიხედვითაც. მასზე, წყლის ტემპერატურასთან ერთად, ნალექების რაოდენობა, აორთქლება და მდინარეთა

შენაკადები მოქმედებს. ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში მარილიანობა 36 პრომილეა, ეკვატორულში - 34, ხოლო სუბტროპიკულში - 32 პრომილე; მარილიანობის მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია წითელ ზღვაში - 42 პრომილე, რაც მისი „ჩაკეტილი“ მდებარეობით და მშრალი ჰავითაა განპირობებული. ნალექების წლიური რაოდენობა იცვლება განედების მიხედვით. მათი მაქსიმალური რაოდენობა (2-3 ათასი მმ) ეკვატორულ სარტყელში აღინიშნება, მინიმალური კი კოტინენტების სიახლოვეს. განსაკუთრებით მშრალია ავსტრალიის დასავლეთ სანაპირო, სადაც წლიურად 200-300 მმ ნალექი მოდის.

ინდოეთის ოკეანეზე ქრიან როგორც პასატები, ისე მუსონები. ზაფხულში მუსონებს, რომლებიც ოკეანიდან კონტინენტისაკენ ქრიან, ხშირად ახლავთ ქარიშხალი. იგი განსაკუთრებით ხშირია ოკეანის დასავლეთ ნაწილში. ამ დროს დიდი რაოდენობით მოდის ნალექი, რაც წყალმოვარდნებს იწვევს. ოკეანის სამხრეთ ნაწილში ბევრი აისბერგი დაცურავს.

ოკეანურ დინებებს მუსონების გავრცელების არეალში სემონური ხასიათი აქვს. ინდოეთის ოკეანის ჩრდილო ნაწილში განსაკუთრებით მასშტაბურია სომალის დინება, რომელიც აღწევს აღმოსავლეთ აფრიკის სანაპიროებამდე. იგი ზამთრობით, ბენგალის ყურედან სამხრეთ ნახევარსფეროში მიედინება. ზაფხულში მუსონური დინება სომალის ნახევარკუნძულთან იწყება და ბენგალის ყურის შიდა ნაწილისაკენ მიემართება. ოკეანეში მუდმივი, პასატური დინებები იმის მგავსს გზას გადის, რასაც წყნარ ოკეანეში. აქ კარგადაა გამოხატული სამხრეთ პასატური თბილი დინება. მას პასატებთან ერთად ხელს უწყობს წყნარი ოკეანიდან შემოსული დინებაც. თბილი დინება კუნძულ მადაგასკარამდე აღწევს. აქ იგი ორად: მადაგასკარისა (სამხრეთის) და მოზამბიკის (ჩრდილოეთის) დინებად იყოფა. სამხრეთის ნაკადი თანდათან,

+27<sup>0</sup> - დან +16<sup>0</sup> - მდე ცივდება. იგი ზომიერ სარტყელში უერთდება დასავლეთის ქარების მუდმივ დინებას. ავსტრალიის დასავლეთ სანაპიროებთან ცივი დინება ჩრდილოეთით მიემართება და უერთდება სამხრეთ პასატურ თბილ დინებას. ამგვარად იკვრება ოკეანური წყლის დინების წრე ინდოეთის ოკეანის სამხრეთ ნაწილში.

ინდოეთის ოკეანე ინდონეზიის არქიპელაგის სრუტეების მეშვეობით წყნარ ოკეანეს უკავშირდება. ამის გამო, ოკეანის აღმოსავლეთ ნაწილის ცოცხალი სამყარო წყნარი ოკეანის მსგავსია. ანალოგიური ვითარებაა დასავლეთ ნაწილშიც, რომლის ცოცხალი სამყარო ანტლანტის ოკეანის მსგავსია. სახეობათა მრავალფეროვნებით და რაოდენობით ევრაზიის და ინდონეზიის სანაპირო ზოლი გამოირჩევა. აადგილობრივი მოსახლეობა დიდი რაოდენობით მოიპოვებს და მოხმარს ზღვის პროდუქტებს. მათთვის ზღვის რესურსებს საციცხლო მნიშვნელობა აქვს. ამ ოკეანეში ცოცხალი სამყარო სამ ძირითად - ტროპიკულ, ზომიერ და ატარქტიკულ ნაწილებადაა წარმოდგენილი. ტროპიკულ ნაწილში ხელსაყრელი პირობები იქმნება მარჯნის გავრცელებისათვის. პლანქტონით(წყალმცენარეები, მოლუსკები, მეღუმები, კიბოსნაირები) მდიდარი ოკეანის ტროპიკული სარტყელი თევზების ძირითადი საკვები არეალია. განსხვავებული წყალქვეშა ფლორა და ფაუნაა წარმოდგენილი კონტინენტურ თავთხელსა და სანაპირო ზოლში. აქ გვხვდება მიქცევა-მოქცევისთვის დამახასიათებელი წყალ-ხმელეთის მცენარეულობა და ცხოველთა სამყარო. ოკეანის სამხრეთ ნაწილში, ზომიერ და ანტარქტიკულ სარტყელში, მსხვილი ძუძუმწოვრები მტაცებლური თევზჭერის გამო თითქმის ამოწყდა. აქ ამჟამად, საერთაშორისო ორგანიზაციების გადანწყვეტილებით, აკრძალულია ვეშაპზე ნადირობა.

ინდოეთის ოკეანის სანაპიროებთან აფრიკის, სამხრეთ აზიის სახელმწიფოები და ავსტრალიაა წარმოდგენილი. მასზე უშუალო გასასვლელი აქვს სპარეთის ყურის ქვეყნებს, რომლებიც მსოფლიოში ნავთობის მოპოვებით გამოირჩევიან. ინდოეთის ოკეანე ნავთობის გადაზიდვის ძირითადი არტერიაა. მის სანაპიროებზე მდებარეობს მსოფლიო მნიშვნელობის პორტები: ელ-ქუვეითი, ბანგკოკი, ბომბეი, ყარაჩი, და სხვ.

ინდოეთის ოკეანის ზღვები: ანდამანის, არაბეთის, არაფურის, წითელი, ტიმორის;

სრუტეები: ბაბ-ელ-მანდების, მოზამბიკის.

**ჩრდილოეთ ცინულოვანი ოკეანე** ფართობით ყველაზე პატარა ოკეანეა მსოფლიოში. იგი მდებარეობს სამ-დასავლეთ, აღმოსავლეთ და ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. მის სანაპირო ზოლში წარმოდგენილია ორი კონტინენტი: ევრაზია და ჩრ. ამერიკა. მას საზღვაო კავშირი აქვს ატლანტის და წყნარ ოკეანესთან. ატლანტის ოკეანისაგან მას ბათინის მიწა და კუნძული გრენლანდია გამოყოფს. აღმოსავლეთით ჩრდილოეთის ცინულოვან ოკეანეს წყნარ ოკეანესთან ბერინგის სრუტე აკავშირებს. იგი საკმაოდ ვიწრო (86 კმ) და თხელწყლიანია (მაქსიმალური სიღრმე-60 მეტრი). ოკეანე მნიშვნელოვნად არის დაშორებული ჩრდილო ტროპიკს. მისი უდიდესი ნაწილი პოლარული წრის შიგნით მდებარეობს.

ჩრდილოეთის ცინულოვანი ოკეანის ფსკერის რელიეფი თითქმის ერთგვაროვანია. მისი ნახევარი კონტინენტურ თავთხელს უკავია, რითაც იგი სხვა ოკეანეებისაგან გამოირჩევა. იგი ოკეანის მთელ პერიმეტრზეა წარმოდგენილი. თავთხელი განსაკუთრებით ფართოა ევრაზიის სანაპიროებთან. აქ მისი საშუალო სიგანე 1300 კმ-ს აღწევს. თავთხელის ფარგლებში ბევრი კუნძული და არქიპელაგია. მათი რაოდენობით მას მეორე ადგილი უკავია წყნარი ოკეანის შემდეგ. ისინი კონტინენტური წარმოშობისაა. ოკეანის ცენტრალურ ნაწილში მდებარეობს

ლომონოსოვის წყალქვეშა ქედი, რომელიც ოკეანის ფსკერს ორ ნაწილად ყოფს. ქედის მიმდებარედ თითქმის მოსწორებულ ფსკერიანი ქვაბულებია, რომელთა საშუალო სიღრმე 3 ათას მეტრს აღწევს.

ჩრდილოეთის ცინულოვანი ოკეანის ჰავა ერთგვაროვანია, რაც გეოგრაფიულ მდებარეობას უკავშირდება. მისი მნიშვნელოვანი ნაწილი მთელი წლის მანძილზე დათარულია ცინულით. ცინულის მძლავრი ფენა ზრდის ალბედოს და ჰავასაც უფრო მკაცრს ხდის. აქ ზამთარი 6-7 თვეს გრძელდება. ოკეანიდან კონტინენტის მიმართულებით გადაადგილდება არქტიკული ცივი ჰაერის მასები. შედეგად, ჰაერის ტემპერატურა მკვეთრად ეცემა როგორც ზომიერ, ისე სუბტროპიკულ სარტყელში. ზამთარში ოკეანის მთელი ზედაპირი ცინულითაა დათარული. გამონაკლისია ნორვეგიის ზღვა, აგრეთვე ბარენცის და გრენლანდის ზღვის ნაწილი, რომელშიც აღწევს ჩრდილო-ანტიკონტინენტური თბილი დინება. შედეგად გაუყინავია სკანდინავიისა და კოლის ნახევარკუნძულის სანაპირო ზოლის ის ნავსადგურები, რომლებიც პოლარული წრის შიგნით მდებარეობენ. ზამთარში ცინულის საერთო ფართობი 11 მლნ.კმ აღწევს, რაც ოკეანის საერთო ფართობის 75%-ია. ზაფხულში ოკეანეზე გავლენას ახდენს სამხრეთიდან მონაბერი თბილი ჰაერის მასები, რაც ცინულის დნობას უწყობს ხელს. სანაპირო ზოლზე ასევე დიდი გავლენა აქვს იმ წყლებს, რომელიც კონტინენტიდან მდინარეებით შემოედინება, მდინარეების წყალი ათბობს და ამტკნარებს ოკეანეს.

ჩრდილოეთის ცინულოვანი ოკეანის მნიშვნელოვან ნაწილზე მზის ნათებას სეზონური ხასიათი აქვს. ზაფხულის პოლარულ დღეს ზამთარში პოლარული ღამე ცვლის. მიუხედავად პოლარული დღისა, მზის ნათება არსებით გავლენას ვერ ახდენს ჰაერის ტემპერატურაზე. ამ ოკეანის საშუალო მარილიანობა 30 პრომილეა. მისი მაჩვენებელი

იცვლება როგორც, სემონურად, ისე ოკეანის ცენტრიდან სანაპიროებისაკენ. გაზაფხულსა და ზაფხულში სანაპირო ზოლში, ყინულის დნობის და მდინარეული წყლის ხარჭზე, მისი მაჩვენებელი 10-20% - მდე მცირდება. ჩრდილო-ატლანტიკური დინება მარილიანობას ზრდის ნორვეგიის ზღვაში.

ჩრდილოეთის ყინულოვან ოკეანეში ერთი დინებაა. იგი არ უკავშირდება მუდმივ ქარებს, რის გამოც მას საზონური ხასიათი აქვს. ოკეანური დინების გამომწვევი მიზეზია ჩრდილო-ატლანტური თბილი დინება და დიდი მდინარეების შემოდინება. ზაფხულობით მათი ნაკადები ერთიანდება და ნელა მიემართება აზიის სანაპიროებიდან ჩრდილო ამერიკისკენ, რაც ოკეანური ყინულის დრეიფს განაპირობებს.

ჩრდილოეთის ყინულოვანი ოკეანე არ გამოირჩევა ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნებით. მკაცრი ბუნებრივი პირობები, განსაკუთრებით ოკეანის წყლის დაბალი ტემპერატურა, სახეობათა სიმცირეს განაპირობებს. სხვა ოკეანეებთან შეზღუდული კავშირი ფაუნის გავრცელებასაც უშლის ხელს. ცოცხალ სამყაროში ჭარბობს კრიოფილები ანუ სიცივის ამტანი სახეობები. გრენლანდიის ვეშაპი, ლომვეშაპი და სელაპი ფართოდ იყო გავრცელებული ჩრდილოეთის ყინულოვანი ოკეანის სანაპირო ზოლში. მოდრეიფე ყინულებზე ხშირად ვხვდებოდით თეთრ დათვს. აქ ცნობილია ძუძუმწოვრების 17 სახეობა, რომელთა უდიდესი ნაწილი ამჟამად განადგურებულია. ცივ წყლებში ცხოველთა სამყაროს განვითარება ნელი ტემპებით მიმდინარეობს. ისინი გაცილებით ხანგრძლივად ცხოვრობენ, ვიდრე თბილი წყლების სახეობები. მეცნიერები ყინულოვანი ოკეანის ფაუნას „მოხუცებულად“ მოიხსენიებენ. ცალკეული ცხოველებისთვის დამახასიათებელია გიგანტიზმიც. მაგ. ჩრდილოეთის ყინულოვანი ოკეანის მედუზა ციანეიას დიამეტრი 2 მ-ს, ხოლო საცეცების სიგრძე რამდენიმე მეტრს აღწევს. ცოცხალი სამყაროს შედარებით სიმდიდრით

გამოირჩევა ნორვეგიის, ბარენცის, თეთრი და ჩუკოტკის ზღვები. აქ აღწევს როგორც ჩრდილო ატლანტური დინების, ისე წყნარი ოკეანის თბილი წყლები. ამ ზღვებში დიდი რაოდენობით იჭერენ ქაშაყს, ქორჭილას, პალტუსს, ვირთევზას და ა. შ. ინტენსიური თევზჭერა მკეთრად ამცირებს მათ რაოდენობას, რაც სელაპის არსებობას უქმნის საფრთხეს.

ჩრდილოეთის ცინულოვანი ოკეანის სანაპირო ზოლში ამერიკის შეერთებულ შტატები, კანადა, დანია, ისლანდია, ნორვეგია და რუსეთი მდებარეობს. აქ თითქმის არ არის საერთაშორისო მნიშვნელობის პორტები, გარდა მურმანსკისა და არხანგელსკისა. მურმანსკი, ბარენცის ზღვის სანაპიროზე, კოლის ნახევარკუნძულზე მდებარეობს.

ჩრდილოეთის ცინულოვანი ოკეანის ზღვები: ბოფორტის, ბათინის, გრენლანდიის, ნორვეგიის, ბარენცის, თეთრი, კარის, ლაპტევეების, აღმოსავლეთ ციმბირის, ჩუკოტკის:

სრუტეები: კარის ჭიშკარი (ბარენცისა და კარის ზღვებს შორის) შოკალსკის (კარის და ლაპტევეების ზღვებს შორის) ლონგის (აღმოსავლეთ ციმბირის და ჩუკოტკის ზღვებს შორის)

## თავი XII. ხმელეთის წყლები

დედამიწის ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული ნალექები ოკეანის (ზღვების) ზედაპირიდან წყლის აორთქლებისა და მისი კონდენსაციის შედეგია. ოკეანიდან აორთქლებული წყლის დიდი ნაწილი ისევ მის ზედაპირზე მოდის ატმოსფერული ნალექების სახით. შედარებით მცირე ნაწილი ნალექებს ხმელეთის ზედაპირზე იძლევა. ამ ნალექების ერთი ნაწილი აორთქლების შედეგად, ატმოსფეროს გავლით, ხელახალ კონდენსაციას განიცდის. მეორე - ჩაიშონება რა ნიადაგისა და გრუნტის ფენებში, მიწისქვეშა ჩამონადენს ქმნის. გაყინული წყალი თოვლისა და მყინვარების საფარს წარმოშობს, სხვა ნაწილი კი ჭაობებისა ტბების კვებას ხმარდება. ამავე დროს, ხმელეთზე წყლის მონაცვლეობის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი რგოლის - მდინარეების წარმოშობასა და წყლის საკმაოდ გრძელი არტერიების ფორმირებას აქვს ადგილი.

**მდინარეები.** წყლის ნაკადს, რომელიც ბუნებრივ კალაპოტში მიედინება და თავისი აუზის ზედაპირული მიწისქვეშა ჩამონადენით საზრდოობს, მდინარე ჰქვია. მდინარეთა დიდი ნაწილი ოკეანეებში ჩაედინება. მათ ყოველწლიურად ოკეანეებსა და ზღვებში 36 ათასი კუბური კმ წყალი შეაქვთ. მათ შორის ატლანტისა და ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანეების აკვატორიაში 57%, ხოლო წყნარ და ინდოეთის ოკეანეებში - 41%. დანარჩენი წყალი შუა აზიის, აფრიკის, ავსტრალიისა და სხვ. დახშულ არეალებზე მოდის. მდინარეთა ნაწილი სათავეს მყინვარებიდან იღებს, ნაწილი ფართო ჭაობებიდან გამოედინება, ნაწილი კი რამდენიმე წყაროს შეერთების შედეგად ფორმირდება. მდინარეები იკვებება წვიმისა და თოვლის, ანუ ატმოსფერული ნალექების შედეგად ფორმირებული, მაგრამ არაერთგვაროვანი იერსახის წყლებისაგან. თითქმის ყველა მდინარე სათავეს მიდამოებში

პატარაა, შემდეგ კი შენაკადებს იერთებს და წყალუხვი ხდება. მდინარის წყალს თან ნაპირებიდან ჩამონაშალი ქვიშა და ღორღი მოაქვს. მდინარის კალაპოტი უსწორმასწორო და მიხვეულ-მოხვეულია. წყალი იქით მიედინება, საითაც იოლად იკვლევს გზას. მთაში მდინარის კალაპოტი ვიწრო და ღრმაა იქ დინებაც უფრო ჩქარია, დაბლობში კი დინების სიჩქარე იკლებს და კალაპოტიც ფართოვდება. მდინარეს აქვს სათავე - ადგილი, საიდანაც იწყება, და შესართავი - ადგილი, სადაც იგი მეორე მდინარეს, ტბას, ზღვას ან ოკეანეს უერთდება. მას აქვს შენაკადები და მათთან ერთად ქმნის მდინარის სისტემას. წვიმის ან თოვლის დნობის დროს წყალი მთლიანად ვერ ასწრებს მიწაში ჩაუონვას ან აორთქლებას და ამა თუ იმ მდინარეში ჩაედინება. ხმელეთის არეს, საიდანაც წყალი ერთსა და იმავე მდინარეში ჩაედინება, ამ მდინარის აუზს უწოდებენ. აუზის ფართობი მნიშვნელოვანწილად განაპირობებს მდინარის წყალუხვობას.

შესართავის მიდამოებში მდინარის ნატანებისაგან შექმნილ დაბლობს, რომელიც დატოტვილია მდინარის მრავალრიცხოვანი განშტოებებით დელტა ეწოდება. დელტა მრავალ მდინარეს აქვს. ყველაზე დიდია მდინარე ნილოსის დელტა.

მთაში მდინარეებზე ხშირად გვხვდება ისეთი ადგილი, სადაც წყალი სიმაღლიდან ვარდება, რომელსაც წყალვარდნილი ან ჩანჩქერი ეწოდება. იგი წარმოიქმნება იქ, სადაც ფსკერის სიმაღლე მკვეთრად ეცემა. ღონეების ასეთ სხვაობას ძირითადად ტექტონიკური ნაპრალებით წარმოქმნილი საფეხურები აჩენს, ან ამ საფეხურს თვით მდინარე ქმნის მტკიცე და რბილი ქანების მონაცვლეობისას. მსოფლიოში ყველაზე მაღალი ჩანჩქერი - ანხელი ვენესუელაშია. აქ წყალი 1054 მეტრი სიმაღლიდან ვარდება, რაც დაახლოებით 250-სართულიანი სახლის სიმაღლის ტოლია.

**ტბები.** დედამიწის ზედაპირულ წყლებს შორის, გეოგრაფიული თვალსაზრისით, არა მარტო თვალსაჩინოდ მოძრავ ობიექტებს, არამედ მოჩვენებითად მდგარ წყლის აუზებსაც განიხილავენ. მათ შორისაა ტბები, ჭაობები და მყინვარები.

წყლის მასების მიერ ხმელეთის შემოსაზღვრული ჩარმავეების ხანგრძლივად დაკავებასა დაძრვებთან (ოკეანესთან) რაიმე უშუალო კავშირს მოკლებულ აკვატორიას-ტბებს უწოდებენ. ყოველი ტბა თავის ისტორიას გაივლის: იგი წარმოიქმნება, ვითარდება და გადადის სანინალმდეგო (ჭაობის) მდგომარეობაში, და ბოლოს ქრება კიდევაც, მისი ერთი მთავარი ელემენტი-წყლის მასა თავის ადგილს ხმელეთს უთმობს, ხოლო მეორე-ქვაბული თანდათანობით ვაკედ იქცევა.

ტბებში მოქცეული ბუნებრივი წყლების მოცულობა 230 ათ კმ შეადგენს, მათი ფართობი 2%-ია. წარმოშობის მიხედვით განასხვავებენ ტბებისწყლის მასების ორ ტიპს: ხმელეთური წარმოშობის ტბები კი ოკეანესთან კავშირში არასოდეს იმყოფებოდნენ, რელიქტური ტბები კი ოკეანიდან გამოყოფის შედეგად გაჩნდნენ ( რელიქტური ტბის ტიპიური წარმომადგენელი - კასპიის ზღვა მანიჩის სრუტით, ადრე, აზოვის ზღვას უერთდებოდა. ასევე რელიქტურია ლადოგის, ონეგის ილმენისა და სხვა ტბები, რომლებიც თანამედროვე ბალტიის, ჩრდილოეთისა და თეთრი ზღვების გამაერთიანებელ იოლდიურ ვრცელ ზღვას მიეკუთვნებოდნენ.

ტბების ქვაბულების წარმოშობა დაკავშირებულია დედამიწის ზედაპირზე მოქმედ მრავალ პროცესთან, ამ მხრივ, განასხვავებენ შინაგანი და გარეგანი ძალებით, ორგანოგენული და ანთროპოგენული ფაქტორებით წარმოშობის ტბებს. შინაგანი ძალებით ფორმირებული ტბები ტექტონიკური გენეზისისაა. დედამიწის უმსხვილესი ტბები, სწორედ, ტექტონიკური გზითაა წარმოქმნილი. მათ მიეკუთვნება კასპიისა

და მკვდარი ზღვები, ჰურონის, მიჩიგანის, ერის, ონტარიოს, ბაიკალის, სევანის, ტანგანიკის, ნიასას, კურილის ტბები. ვულკანური ტბები უმოქმედო კრატერებშია (ავერნოს ტბა ნეაპოლთან) ჩაგუებული, ან ლავური ნაკადების ჩალრმავეებშია ლოკალზებული, ან კიდევ მდინარეთა ნაკადების ლავებით გადაკეტვის უბნებშია მოქცეული.

ეგზოგენური წარმოშობის ტბებიდან აღსანიშნავია მდინარეთა განიერ ჭალებზე ფორმირებული მცირე ზომის წყლის მდგარი მასები. ხშირად ასეთი ტბები თანამედროვე მდინარის კალაპოტიდან რამდენიმე ასეული მეტრიტაა დაშორებული. საქართველოში მათ ნარიონალებს უწოდებენ. რელიქტური ტბების ერთ-ერთი მაგალითია ზღვიური აკვატორიიდან გამოყოფილი მცირე ზომის წყლის დანაგროვები, რომლებსაც ლაგუნებს უწოდებენ, რაც შეეხება მყინვარულ ტბებს, იგი გავრცელებულია მეოთხეული გამყინვარების არელებში-ფინეთში, სკანდინავიაში, ევროპული რუსეთის შუა და ჩრდილოეთ ნაწილებში, კანადასა და აშშ-ში. ორგანოგენულ ტბებს მიეკუთვნება ტორფის ზედაპირის წყლით ამოვსებული ქვაბულები.

დედამიწაზე ტბების ჯამური ფართობი ხმელეთის 1,8% შეადგენს, რაც 2,7 მლნ.კმ არღწევს. ტბების წყლის მოცულობა 250 ათას კმ-ის ტოლია.

**ჭაობები.** ხმელეთის წყლების წრებრუნვის საკმად გრძელი ჯაჭვის ერთ-ერთი რგოლი-ჭაობები ხმელეთის იმ ფრაგმენტებს წარმოადგენენ, სადაც ჭარბად დატენიანებულ, ან მლაშე წლების აკვატორიის არელებში მუდმივად მიმდინარეობს მკვდარი მცენარეული ნივთიერების დაღეჟვა, რომელსაც საბოლოოდ ტორფად გადაქცევა ელის. ჭაობების ფორმირების უმთავრეს ფაქტორად ხმელეთის ჭარბი დანესტიანებაა მიჩნეული. დაჭაობებას ხელს უწყობს წყალგაუმტარი ქანების მცირე სიღრმეზე გავრცელება და ვაკე რელიეფის უმნიშვნელო

სიღრმითი დდანანწვერება, რაც გაძნელებული დრენაჟის მომასწავებელია.

ჭაობების საზრდოობის პირობების, აგრეთვე, ნიადაგ-მცენარეული საფარის ხასიათის მიხედვით განასხვავებენ ქვედაურ (ევტროფულ), ზედაურ (ოლიგოტროფულ) და გარდამავალ (მეზოტროფულ) ჭაობებს. ქვედაური ჭაობების კვება გრუნტის ან მდინარის წყლებით ხორციელდება. ზედაური ჭაობები უშუალოდ ატმოსფერული ნალექებით იკვებებიან, რაც შეეხება გარდამავალი ტიპის ჭაობებს, მათი წყლით კვებ აორმაგ (ატმოსფერული და მიწისქვეშა წყლები) წყაროსთანაა დაკავშირებული. ჭაობების გავრცელებას ადგილი აქვს ნოტიო ჰავის პირობებში განვითარებული ზღვების დაბალ სანაპიროებზე. მათი კვება ძირითადად ატმოსფერულ ნალექებთანაა დაკავშირებული. მცენარეულობა უმთავრესად ხემცენარებითაა წარმოდგე ნილი, რომელთა ძირითადად ჰიგროფიტები შეესაბამებათ.

**მყინვარები.** გეოგრაფიული გარსის ერთ-ერთი მნიშვნელოვან ნაწილს სიცივის ვრცელი არეალის არსებობა წარმოადგენს. მის დიდ ნაწილს ი მუდმივი უარყოფითი ტემპერატურაა გაბატონებული. მყინვარი-უმეტესად მყარი ატმოსფერული ნალექების შედეგად წარმოშობილი ბუნებრივი მიწისზედა ყინულის გარდაქმნილი პლასტიკური მასა, რომლის უმთავრესი ნისანი, სიმძიმის ძალით გამოწვეული დეფორმაციაა, რაც მის დამოუკიდებელ მოძრაობასია გამოხატული. მყინვართა ორ ძირითად ტიპს გამოყოფენ: კონტინენტურსა და მთების მყინვარებს, კონტინენტური ანუ მყინვარული საფარები (ანტარქტიდა, გრენლანდია), როგორც წესი, უზარმაზარი ზომის მრგვალი და ამობურცული ფორმისაა. მთიანი ქვეყნების მყინვარები, მცირე ზომისაა, ხოლო ფორმით მათი სათავის - ხეობის ვიწრო და წაგრძელებულ წარმონაქმნს ემსგავსება. მყინვარები დედამიწაზე არათანაბრადაა

განაწილებული. მისი საერთო ფართობის (16,3 მლნ. კმ) დიდი ნაწილი 85,6% ანტარქტიდაზე მოდის, გრენლანდის მყინვარებს 11% უკავია, ხოლო დანარჩენ მყინვარებს ხმელეთის ფართობის 3,4% უჭირავს, ამავე დროს, მყინვარების გავრცელებას ზონალური ნიშნები გააჩნია, რაც დედამიწის ჰავის კანონზომიერი განვრცობითაა გამოწვეული.

**მინისქვეშა წყლები.** ბუნებაში წყლის დიდი წრებრუნვის ერთ-ერთი რგოლი მინისქვეშა წყლების ფორმირებას იწვევს. ამ სახის წყლების წარმოშობა მათი ნიადაგისა და გრუნტში ჩაჟონვასთანაა დაკავშირებული. მინისქვეშა წყლების ჯამური მოცულობა 60 მლნ. კმ-ია. მათ შორის 800 მ. სიღრმემდე 4 მლნ. კმ-ის წყალია გავრცელებული. მინის ზედაპირიდან გაჟონილი წყალი შეიძლება იყოს რამდენიმე მდგომარეობაში: გრუნტის უარყოფითი ტემპერატურისას წყალი მყარ მდგომარეობაში იმყოფება, პირიქით, ნიადაგის მაღალ ტემპერატურას წყალი აირისებურ მდგომარეობაში გადაყავს; ნიადაგთან მჭიდროდ დაკავშირებულ, უმოძრაო და მოლეკულურ ფენად შემოსილ მინისქვეშა ტენს ჰიგროსკოპიულ წყალს უწოდებენ. მინისქვეშა წყლების ზედაპირი ორგვარია: თავისუფალი (ღია) და არტეზიული (დანწევითი). პირველი მათგანი გრუნტის წყლებისათვისაა დამახასიათებელი, როცა წყალშემცვლელი ფენა წყალგაუმტარი ქანებით არარის გადაფარებული. ამ შემთხვევაში წყლის დონე თავისუფლად მერყეობს. მაგრამ წყალშემცვლელ ფენებს წყალგაუმტარი შრეები ადევს, ხოლო ეს უკანასკნელი წყალშემცვლელ ფენაში წყლის ბუნებრივ დონეზე დაბლა მდებარეობს, ჰიდროსტატიკური წნევის კანონის თანახმად მინისქვეშა წყლის დანწევითი ზედაპირი წარმოიქმნება. ამგვარი არტეზიული წყლების ფორმირებას შრეების მულდისმაგვარი (სინკლინური ჩაზნექილობის სტრუქტურა) განლაგებისას აქვს ადგილი. ამ არეალების ჭაბურღილებში წყლის ჭავლისებურიმადრევეანის არსებობა

შეინიშნება. ყველაზე შესანიშნავი არტეზიულ რაიონებს მიეკუთვნება პარიზის ლონდონის, მოსკოვის, კურსკის, ესპანეთის, უნგრეთის, აგრეთვე, საჰარის, ეგვიპტის, ავსტრალიის (ტბა ვირის მიდამოები) აუზები.

მიწის ღრმა ფენებიდან ან ვულკანური კერების სიახლოვიდან ამოსული წყლები თბილ და ცხელ წყაროებს წარმოქმნიან. ამავე ღროს ასეთი წყლები მათი მაღალი ხსნადობის უნარის გამო ძლიერი მინერალიზაციით ხასიათდება. დედამიწის ზედაპირზე მაღალი მინერალიზაციის ცხელი წყაროების გაცივების გამო, ხსნარიდან მინერალურ ნივთიერებათა (კაჟი, ჰეიზერეტი, იასპისი, კაჟიანი ფიქალი) გამოლექვას აქვს ადგილი.

ცხელ მინერალურ წყაროებს მიეკუთვნება პერიოდული შადრევნები-ჰეიზერები. მათი გავრცელების მთავარი რაიონებია: ისლანდია, იელოუსტონის პარკი აშშ-ში, ახალი ზელანდია, კამჩატკა.

მიწისქვეშა წყლების ერთ-ერთი უმთავრესი მომხმარებელი მცენარეულობაა, რომლებიც ამ წყლებით საზრდოობენ. მათ უკავშირდება, ასევე, მდინარეთა კვება და ჰიდროლოგიური რეჟიმის ჩამოყალიბება, მინერალურ ნივთიერებათა გადატანა, კარსტული ლანდშაფტების ფორმირება. გრუნტის წყლები მონაწილეობენ ბუნების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი წარმონაქმნის - ნიადაგის ჩამოყალიბებაში. მიწისქვეშა წყლებს უკავშირდება რელიეფის გარდაქმნები და ხშირად ნეგატიური მოვლენების (მენყრები, კლდეზავები) განვითარება. ამ წყლებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ: მათ იყენებენ როგორც სასამეღადად, ისე სამკურნალოდ და სხვა სამეურნეო დანიშნულებისათვის.



## თავი XIII. დედამიწის ზედაპირზე მიმდინარე პროცესები

### 1. გამოფიტვა და ქარის მოქმედება

დედამიწის ზედაპირი მეტად მრავალფეროვანია, მასზე ერთმანეთს ცვლიან მაღალი მთები და ფართო ვაკეები, მდინარეთა ხეობები, ციცაბო ფერდობები და ღრმა ხრამები, ბორცვები და ქვაბულები. ყველაფერი ეს კი ქმნის დედამიწის ზედაპირის რელიეფს, რომელიც განუწყვეტლივ იცვლება, თუმცა ეს პროცესი ისე ნელა მიმდინარეობს, რომ თვალისთვის ძნელად შესამჩნევია.

რელიეფის ფორმების - მთებისა თუ ვაკეების წარმოშობა-განვითარებაზე გავლენას ახდენს დედამიწის როგორც შინაგანი(ენდოგენური), ისე გარეგანი(ეგზოგენური) ძალები. შინაგანი ძალების წარმოქმნას ძირითადად ჩვენი პლანეტის ბირთვში მიმდინარე პროცესები იწვევს, გარეგანი ძალების აქტიურობას კი მზის სითბური ენერგია უწყობს ხელს. შინაგანი ძალების მოქმედება, პირველ ყოვლისა, მთების წარმოქმნის პროცესში შეიმჩნევა. გარეგანი ძალების(სითბო-სიცივის მონაცვლეობა, ქარი, წყლის მოქმედება, ნალექები) გამოვლინება სხვადასხვაგვარია, მაგრამ საბოლოოდ ყველა ისინი რელიეფის მოსწორების, მოგლუვებისაკენ არის მიმართული. მზის სხივები დედამიწის ზედაპირს არათანაბრად ათბობს, ზედაპირი დღისით თბება, ღამით კი ცივდება. ყინვა, ქარი, წვიმა თუ მცხუნვარე მზე ნელ-ნელა ანაპრალებს და შლის მთების ამგებელ ქანებს, ხოლო გრაავიტაცია ამ დაშლილ მასას გადაადგილებს. ამ პროცესს გამოფიტვა ეწოდება. გამოფიტვის პროცესი, წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზია, მიწის ზედაპირზე რელიეფის უცნაურ ფორმებს ქმნის.

მთა არის სხვადასხვა სიდიდის ბუნებრივი ამაღლება ხმელეთის ზედაპირზე, რომელიც შედგება მწვერვალის, ძირის

(ფუძე) და კალთებისაგან (ფერდობები). მისი წარმოქმნა უძველესი დროიდან მომდინარეობს და მრავალ სხვა ფორმებთან ერთად ქმნის დედამიწის რელიეფს. წარმოშობის მიხედვით გამოყოფენ ტექტონიკურ, ეროზიულ და ვულკანურ მთებს. ტექტონიკური მთები ძირითადად წარმოიქმნა დედამიწის ქერქის მოძრავე არეში მისი აზევეებისა და შრეების ინტენსიური დანაოჭების შედეგად. ტექტონიკური სტრუქტურების მიხედვით განარჩევენ ნაოჭა და ლოდა მთებს. ეროზიული მთები დედამიწის ქერქის მაღლა აზიდული ჰორიზონტული სტრუქტურების პლატოსებური ზედაპირის დანაწევრების შედეგია. ვულკანური მთები ვულკანური კონუსების, ლავური ღვარების ერთობლიობაა. განარჩევენ მაღალ, საშუალო სიმაღლისა და დაბალ მთებს. თუმცა ეს დაყოფა მაინც პირობითია, რადგან სიმაღლითი მაჩვენებელი იცვლება გეოგრაფიული განედისა და კლიმატური პირობების შესაბამისად. მაღალ მთებს ძველი თუ თანამედროვე გამყინვარებისა და ინტენსიური ფიზიკური გამოთვითვისაგან დაკბილული მწვერვალები და გაშიშვლებული ციცაბო კალთები აქვთ. საშუალო და დაბალ მთებს ახასიათებთ მომრგვალებული მწვერვალები, კალთები გლუვი და დამრეცია. ერთმანეთზე გადაჯაჭვული ქედები და მთების მასივები ასეულ და ათასეულ კილომეტრზე გაშლილ მთიან მხარეს წარმოქმნიან (მაგ., კავკასიონის, ჰიმალაის, ალპების მთიანი მხარეები და ა. შ.)

## **2. წყლის მოქმედება მიწის ზედაპირზე და მიწისქვეშ**

წყლის მოქმედება მიწის ზედაპირზე გამოიხატება მის ამ უკანასკნელზე ხაზობრივი და ფართობული ზემოქმედებით. ხაზობრივი, ანუ მდინარი წყლის ზემოქმედება მიწის ზედაპირზე წარმოადგენს **ეროზიას**, რომლის შედეგადაც იქმნება

მდინარეთა ხეობები, ხრამები, ლარტაფები და რელიეფის სხვა უარყოფითი ფორმები. მათი წარმოქმნისათვის, გარდა წყლისა, აუცილებელია ზედაპირის გარკვეული დახრილობის არსებობა, რაც წყლის დინების სისწრაფეს, ანუ ენერგიას განაპირობებს. მდინარი წყლის ეროზიული ქმედების ინტენსიურობა სწორედ ამ ფაქტორებზეა დამოკიდებული. მიწის ზედაპირის დახრილობა განაპირობებს, ასევე, წყლის მოქმედების ფართობულ მიმართულებას. აქ მდინარი წყლის მაგივრად უკვე ატმოსფერული ნალექები - წვიმა, სეტყვა, ნადნობი თოვლი მუშაობენ. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ თავსხმა წვიმებისას მიწაზე დაცემული წყლის წვეთი ბევრად სწრაფად და ღრმად აზიანებს ნიადაგს, ვიდრე მდინარი წყალი. შედეგად, დიდ ფართობზე ერთდროულად ხდება ნიადაგური საფარის დაზიანება, განსაკუთრებით იქ, სადაც ფერდობზე მცენარეული საფარი სისტადაა განვითარებული ან მთლიანად განადგურებულია. ამ პროცესს **დენუდაცია** ეწოდება.

წყლის ზემოქმედება მიწის ზედაპირზე კიდევ ერთი ფორმით გამოიხატება - ეს არის მისი მყარი ფორმის - ციხულის ზემოქმედება, რასაც **ეგზარაცია** ეწოდება. ზემოქმედების ეს ფორმა ძირითადად ნივალურ ზონაში ხდება, სადაც დიდი სიმაღლისა და დაბალი წლიური ტემპერატურების გამო მყინვარები ჩნდება. მათს შესახებ წიგნის XII თავში ჩვენ უკვე გქონდა საუბარი. მყინვარების ზემოქმედებით რელიეფის მრავალი ფორმა ყალიბდება: ტროგი - მყინვარის მიერ გამოუმუშავებული ვარცლის ფორმის ხეობა, მორენები და ერატული ლოდები - მყინვარის მიერ გადაადგილებული ნაშალი მყარი მასალა და დიდი ზომის ლოდები.

მიწის ზედაპირიდან სიღრმეში ჩაჟონილი წყლები მიწისქვეშა სიღრუეებს ანუ მღვიმეებს წარმოქმნიან. მღვიმეები და სხვა მიწისქვეშა ფორმები წყლის კირქველ ქანებზე ზემოქმედების შედეგად ჩნდება. მღვიმე არის ვრცელი

მიწისქვეშა სიღრუე, რომელიც უხსოვარ დროს წარმოიქმნა წყალში ხსნადი ქანების გამოარეცხვით. საინტერესოა რატომ ჰქვია მიწისქვეშა ქვაბულებს კარსტული მღვიმეები. სიტყვა „კარსტი“ მომდინარეობს იუგოსლავიის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში მდებარე კარსტის (კარსის) კირქვიანი პლატოს (რომლის დასავლეთის დაბოლოება იტალიაშია) სახელწოდებიდან და ნიშნავს რელიეფის ანუ მიწის ზედაპირის თავისებურ ფორმას იქ, სადაც ნიადაგი შედგება მსხვილმარცვლოვანი ხსნადი ქანების - კირქვების, დოლომიტის, ცარცის, თაბაშირისა და ქვამარილისაგან. ეს არის ძაბრისებრი ჩალრმავეები, ქვაბულები და მღვიმეები.

მიწისქვეშა ციცაბოდ დაშვებულ, ზოგჯერ მრავალსართულიან, ზოგჯერ ათეულობით კილომეტრზე განფენილი ბუნებრივ დერეფნებში და დარბაზებში, შეიძლება იყოს მდინარეები, ტბები და ჩანჩქერები, ვეება ყინულის მსავსი სვეტები, ე.წ. სტალაგმიტები და გიგანტური ყინულის მსავსი „ლოლუები“- სტალაქტიტები.

მღვიმეების მშვენება - სტალაქტიტები, მღვიმის თალიდან ჩამონალღვეთი კირიანი წყლისაგან არის გაჩენილი, ხოლო სტალაგმიტები მღვიმის თალიდან ფსკერზე ნაწვეთი წყლით ჩნდება. თვალთ შეუმჩნეველი ნაპრალებიდან წვეთ-წვეთად გამონაჟონი წყალი საუკუნეთა განმავლობაში გაქვაგებულა და ულამაზესს წარმონაქმნებად ქცეულა. სახელი კი მათ დანიელმა ბუნებისმეტყველმა ოლას ვორმამ დაარქვა.

მღვიმეებში ჰაერის ტემპერატურა ძირითადად მდგრადია და ნაკლებად იცვლება წელიწადის დროისა და ამინდის შესაბამისად. არსებობს თბილი, ცივი, გამჭოლი მღვიმეები, ჰაერი მღვიმეში განსაკუთრებით სუფთაა და მავნე მიკრობებს თითქმის არ შეიცავს, ეს იმიტომ, რომ ჰაერი მღვიმეში ძირითადად მის კედლებში არსებული ფორების გავლით შედის, ე. ი. იფილტრება (სუფთავდება).



## თავი XIV. დედამიწის ბუნებრივი რესურსები

ბუნებრივი რესურსები ბუნების შემადგენელი ელემენტებია, რომლებიც გამოიყენება (ან იქნება გამოყენებული მომავალში) საზოგადოებრივი წარმოების პროცესში ნედლეულად, ენერჯის წყაროდ, ან ადამიანის უშუალო მოხმარებისათვის. ბუნებრივი რესურსები ადამიანთა საზოგადოების მატერიალურ და სულიერ მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილების ერთადერთი წყაროა, ამდენად მათ რაციონალურ გამოყენებას და დაცვა-აღდგენას სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს.

„რესურსი“ ფრანგული სიტყვაა და ნიშნავს საშუალებას, მარაგს. ბუნებრივ რესურსებში შედის ის ბუნებრივი ნივთიერებები და ენერჯია, რომელიც აუცილებელია ადამიანთა არსებობისათვის. ბუნებრივ რესურსებს მიეკუთვნება: მინის, წყლის, ჰავის, ტყის, რეკრეაციული და სხვ. რესურსები. საყოველთაოდ მიღებულია ბუნებრივი რესურსების დაყოფა ორ ჯგუფად: ამოუწურავ რესურსებად ( მზისა და ქარის ენერჯია, კლიმატური რესურსები, ზღვის მიმოქცევის ენერჯია და ა. შ.) და ამოწურვად რესურსებად, რომელიც თავის მხრივ, იყოფა აღდგენად (ფლორა, ფაუნა, ზოგიერთი მინერალური ნედლეული, ნიადაგი) და აღუდგენად (სასარგებლო წიაღისეული) რესურსებად. ბუნებრივი რესურსების სამეურნეო შეფასება გულისხმობს მრეწველობაში მათი გამოყენების შესაძლებლობისა და მიზანშეწონილობის დადგენას, ასეთი შეფასება ითვალისწინებს რესურსის მარაგს, სასარგებლო ელემენტების ხარისხსა და შემადგენლობას, განლაგებასა და ექსპლუატაციის პირობებს, ტრანსპორტირების პირობებს, ბუნებრივი გარემოს დაცვის შესაძლებლობებს.

**მინერალური რესურსები.** მინერალური რესურსები სასარგებლო წიაღისეულის ერთობლიობაა, რომელიც ვარგისია მეურნეობაში გამოსაყენებლად. ბუნებრივ რესურსებს

შორის მინერალურ რესურსებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია, ვინაიდან მათ ნედლეულზე მუშაობს მეურნეობის წამყვანი დარგები - ენერგეტიკა, მეტალურგია, მანქანათმშენებლობა, ქიმიური მრეწველობა. მინერალური რესურსების კლასიფიკაცია ხდება წარმოქმნის პირობებისა და დანიშნულების მიხედვით. პირველის მიხედვით იყოფა:

**1. სათბობ-ენერგეტიკულ რესურსები** (ქვანახშირი, ნავთობი, ბუნებრივი აირი, ტორფი, საწვავი ფიქალი და სხვ.) უდიდესი ნავთობისა და გაზის მოპოვების რეგიონებია: დასავლეთ ციმბირი, ვოლგა-ურალის რაიონი, ჩრდილოეთის ზღვა, ჩრდილოეთ აფრიკა, გვინეის ყურე, სპარსეთის ყურე, სამხრეთ აღმოსავლეთ აზია, მექსიკის ყურისპირა რეგიონი, ალასკა. უდიდესი ნავთობმოპოვებელი ქვეყნებია: რუსეთი, საუდის არაბეთი, ერაყი, ირანი, ნორვეგია, მექსიკა, აშშ, ქუვეითი, ვენესუელა, ნიგერია და სხვა. უდიდესი გაზმოპოვებელი ქვეყნებია: რუსეთი, ჰოლანდია, ნორვეგია, ყაზახეთი, თურქმენეთი, ყატარი, ალჟირი, აშშ, ვენესუელა, ირანი, არაბთა გაერთიანებული საემიროები და სხვ. უდიდესი ნახშირმოპოვებელი სახელმწიფოებია: რუსეთი, ჩინეთი, აშშ, ავსტრალია, ამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა, პოლონეთი, კანადა, ინდოეთი, ყაზახეთი.

**2. მადნეული რესურსები**, რომლებიც თავის მხრივ, მოიცავს: ა) შავ ლითონებს (რკინას, მანგანუმს, ნიკელს და სხვ.); ბ) ფერად ლითონებს (სპილენძს, ტყვიას, თუთიას, კალას და სხვ.); გ) კეთილშობილ ლითონებს (პლატინას, ოქროს, ვერცხლს).

**3. არამადნეული რესურსები** (სამთოქიმიური ნედლეული და საშენი მასალები)

ამჟამად ცნობილია 250-მდე სახეობის სასარგებლო წიაღისეული, 200-მდე სახეობის მოსარპიკეთებელი და ძვირფასი ქვა. დედამიწაზე ცნობილია 3600-ზე მეტი ქვანახშირის, 50 ათასამდე ნავთობის საბადო. მინერალური რესურსების კოლოსალურმა

მოხმარებამ წარმოშვა მათი ამონურვის მწვავე პრობლემა. უპირველესად ეს ეხება სათბობ-ენერგეტიკული რესურსების დარჩენილ გამოკვლეულ მარაგს, რომელიც არსებული ინფორმაციით გათვლილია საშუალოდ 150 წელზე (ნავთობი - 35, ბუნებრივი აირი - 50, ქვანახშირი - 425 წელი). გარემოს ყველაზე მეტად აჭუჭყიანებს მინერალური სათბობის მოხმარება. იმედის მომცემია ენერჯის ეკოლოგიურად უსაფრთხო წყაროების: მზის, ქარის, ზღვის ტალღების და სხვ.) ათვისება. მინერალური რესურსები, მცირე გამონაკლისის გარდა, ამონურვადი და არააღდგენადია, ამიტომ მათს რაციონალურ გამოყენებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

**მინის რესურსები.** მინა საკვები პროდუქტების წარმოების მთავარი საშუალებაა. იგი მეურნეობის ობიექტების განლაგების, ადამიანის განსახლების, ხმელეთზე ადამიანის ყველა სახის სამეურნეო საქმიანობის საშუალებაა. მინის რესურსები ხმელეთის ზედაპირის (მინის მთლიანი ფონდის) ის ნაწილია, რომელიც ვარგისია სამეურნეო საქმიანობისთვის. მინის რესურსებს უკავია ხმელეთის დაახლოებით 25%, დამუშავებულ მინებს - მხოლოდ 9%. სახნავი მიწების ყველაზე დიდი ფართობი აქვს რუსეთს, აშშ-ს, ჩინეთს, კანადას და ბრაზილიას. ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით მინის რესურსებით უზრუნველყოფა ცალკეული ქვეყნების მიხედვით ძლიერ განსხვავებულია. ავსტრალიაში იგი სამი ჰექტარია, გერმანიაში - 0,1 ჰა, იაპონიაში - 0,04 ჰა, საქართველოში - 0,13 ჰა და ა.შ.

თანამედროვე კაცობრიობის ერთ-ერთი ყველაზე მწვავე პრობლემაა ნიადაგური საფარის დეგრადაცია-გაუდაბნობა და სასოფლო-სამეურნეო მიწების ინტენსიური კლება. ამის მთავარ მიზეზად ითვლება არარაციონალური მიწათსარგებლობა, რაც იწვევს ნიადაგის ეროზიას, დაჭაობებას, დამლაშებასა და დაბინძურებას. ნიადაგური საფარის გადარეცხვას განსაკუთრებით უწყობს ხელს ტყეების მტაცებლური გაჩეხვა.

**ბიოლოგიური რესურსებს** განეკუთვნება ის ველური მცენარეულობა და გარეული ცხოველები, რომელთაც ადამიანი იყენებს. ბიოლოგიური რესურსები, აღდგენადია, რომელთა რაოდენობა რაციონალური გამოყენების პირობებში შეიძლება კიდევ გაიზარდოს. ბიოსფეროს წარმოშობა ჩვენი პლანეტის ევოლუციაში უაღრესად მნიშვნელოვანი ეტაპია. მისი განვითარების (დაახლოებით 2,5 მილიარდი წელი) განმავლობაში დედამიწა თანდათან დასახლდა ცოცხალი ორგანიზმებით. ბიოლოგიური რესურსები საკურორტო-რეკრეაციული რესურსების ერთი-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ელემენტია. ჩვენი პლანეტის ბიომასა ორ ტრილიონ ტონამდეა. მისი 90%-ზე მეტი ხმელეთის ფრგლებშია. თანაც ბიორესურსების დაახლოებით 98% მცენარეულ რესურსებზე მოდის. ძალიან დიდია ბიოლოგიური რესურსების როლი ჯანსაღი ბუნებრივი გარემოს შექმნაში და მსოფლიო ეკონომიკაში. წლიურად ხმელეთისა და ოკენის მცენარეულობა ითვისებს დაახლოებით 50 მილიონ ტონა ნახშიროჟანგს, გამოყოფს 120 მილიარდ ტონა უანგბადს და აკონსერვებს დიდი რაოდენობით მზის ენერგიას, რაც თითქმის 100-ჯერ აღემატება მსოფლიო ელსადგურების მიერ გამომუშავებულ ენერგიას.

**ტყის რესურსები**, რომელზეც მოდის მთელი ფიტომასის 87%-ზე მეტი. ტყე, ანუ, როგორც მას უწოდებენ, მწვანე ოქრო, თავისი თვისებებით განსაკუთრებული მნიშვნელობის ბუნებრივი რესურსია. იგი გამოიყენება მეურნეობის ყველა დარგში, დიდია მისი გარემოდამცავი ფუნქცია - მას სამართლიანად უწოდებენ უანგბადის ფაბრიკას. ერთი ჰა ტყე წელიწადში იძლევა საშუალოდ 10-15 ტონა უანგბადს. ისტორიულ პერიოდში ტყეების ფართობი ძლიერ შემცირდა ჭრისა და ხანძრების შედეგად, რაც, სამწუხაროდ, დღემდე გრძელდება. ტყეების დაცვა ფაქტობრივად, მთელი ბუნებრივი გარემოს დაცვას ნიშნავს. ტყის გარემოდამცავი მნიშვნელობა განსაკუთრებით

დიდია მთიან რეგიონებში. ტყეების ხელაღებით გაკაფვამ საქართველოს მთიანეთში ბუნების სტიქიური მოვლენების გააქტიურება გამოიწვია. მცენარეულ რესურსებში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ბალახეულობას. იგი მეცხოველეობის ბუნებრივი საკვები ბაზაა. დიდია მისი როლი ნიადაგის წარმოქმნასა და დაცვაში, ამასთან კეთილმყოფელ გავლენას ახდენს გარემოზე. ძალიან დიდია ზოორესურსების მნიშვნელობა მსოფლიო ეკონომიკაში და გარემოს შექმნაში, ცხოველური წარმოშობისაა მთელი რიგი წიაღისეული.

**წყლის რესურსები.** წყალი ბუნების ძირითადი ნაწილია, რომელმაც მზის სითბოსთან ერთად მთავარი როლი შეასრულა ორგანული სამყაროს წარმოშობასა და განვითარებაში, სადაც წყალი არ არის, იქ არც სიცოცხლეა. წყალი გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე ყველა სასიცოცხლო პროცესის საფუძველია, იგი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ბუნებრივი რესურსია, რომლის გარეშე მეურნეობის ვერც ერთი დარგი ვერ განვითარდება. თვით ადამიანი უწყლოდ ერთ კვირაზე მეტხანს ვერ ძლებს. ჩვენი პლანეტის ყველა სახის წყლების ერთობლიობა ქმნის ჰიდროსფეროს. მისი ძირითადი ნაწილი (96%) მსოფლიო ოკეანეს უკავია. ადამიანისთვის განსაკუთრებული სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს მტკნარი წყლის რესურსებს, რომელთაც უკავიათ ჰიდროსფეროს დაახლოებით 3%-მდე. აქედან სადღეისოდ გამოსაყენებლად მისაწვდომია მხოლოდ 0,3%. საგულისხმოა, რომ ანტარქტიდისა და არქტიკის კონტინენტური ყინულები, რომელთა წილად მოდის მტკნარი წყლის თითქმის 80%, დღემდე აუთვისებელია. მტკნარი წყლის რესურსები უთანაბროდაა განაწილებული. მსოფლიოს მოსახლეობის თითქმის მესამედი მუდმივად განიცდის მის ნაკლებობას ან იძულებულია ისარგებლოს გაჭუჭყიანებული წყლით, რაც მოსახლეობის მასობრივი დაავადების მიზეზი ხდება.

წყლის მთავარი მომხმარებელია სოფლის მეურნეობა, მეორე ადგილზეა მრეწველობა, შემდეგ მოდის კომუნალური მეურნეობა. ძალიან დიდია წყლის, განსაკუთრებით კი მსოფლიო ოკენის გარემოშემქმნელი მნიშვნელობა.

ჰიდროსფერო არეგულირებს სითბოსა და ტენს ბიოსფეროს ფარგლებში. იგი დიდ გავლენას ახდენს უანგბადისა და ნახშიროჟანგის შემცველობაზე. სადღეისოდ მტკნარი წყალი მსოფლიო ვაჭრობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საგანი გახდა. ამჟამად მრავალი ქვეყანა მტკნარი წყლის მნიშვნელოვანი იმპორტიორია, მაგალითად, ნიდერლანდებს მტკნარი წყალი ნორვეგიიდან შემოაქვს, საუდის არაბეთს - ფილიპინებიდან, სინგაპურს კი - მალაიზიიდან. მტკნარი წყლის რესურსების მარაგის მიხედვით ქვეყნების პირველი ხუთეული ასე გამოიყურება: 1. ბრაზილია, 2. რუსეთი, 3. კანადა, 4. ჩინეთი, 5. ინდონეზია.

წყალი პრაქტიკულად ამოუწურავი ბუნებრივი რესურსია. მაგრამ ძლიერი გაჭუჭყიანების შედეგად მას თვისობრივი გადაგვარების საშიშროება ემუქრება. მდინარეებსა და წყალსაცავებში დიდი მოცულობის გაბინძურებული წყალი ხვდება ფაბრიკა-ქარხნებიდან, კომუნალური მეურნეობიდან, მინდვრებიდან და სხვ. ყველაზე მეტად ნარჩენი ქიმიური ელემენტების ჭუჭყი ხვდება მსოფლიო ოკეანეში. გამაბინძურებული წყაროებიდან განსაკუთრებით საშიშია ნავთობპროდუქტები, „ნავთობიანი შავი ჭირი“, როგორც მას უწოდებენ. წყლის რესურსებს დიდ ზიანს აყენებს ქიმიური მრეწველობის საწარმოები.

წყლის რესურსების პრობლემის გადაჭრის ღონისძიებებიდან მთავარია: საწარმოო გაბინძურებული წყლების ეფექტური გაწმენდა, წყლის მრავალჯერადი გამოყენება, ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფით წარმოებაში წყლის მოხმარების შემცირება, საბოლოოდ მშრალ ტექნოლოგიაზე

გადასვლა, წყლის საწარმოო მოხმარების სისტემის განცალკევება წყალსატევებისაგან და სხვ.

თანამედროვე მეცნიერული წარმოდგენით, თითქმის მთელი ჰიდროსფერო ვულკანის ყელიდან არის ამოღვრილი. დედამიწის მანტიის 0,5% წყალია, რაც დაახლოებით 10-12-ჯერ აღემატება თანამედროვე მსოფლიო ოკეანეს.

**ჰავის რესურსები.** ატმოსფერო, რომელშიც ამინდი და ჰავა ყალიბდება, დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობის აუცილებელი პირობაა. ატმოსფერული წარმოშობისაა კლიმატური რესურსები, რაც, თავის მხრივ, განსაზღვრავს წყლის რესურსების წარმოქმნას, ნიადაგის ნაყოფიერებას. ნიადაგ-კლიმატური რესურსები განსაზღვრავენ ბიომასის განვითარების შესაძლებლობას.

კლიმატის ხასიათი მთავარ როლს ასრულებს ადამიანისათვის ჯანსაღი გარემოს შექმნასა და საკურორტო მეურნეობის განვითარებაში. კლიმატური რესურსი ამოუწურავი ბუნებრივი რესურსია, რომელიც მოიცავს მზისა და ქარის ენერჯიას და ტენს. ჰაერის ანთროპოგენური გაჭუჭყიანება კლიმატურ რესურსებს თვისობრივ გამოლევას უქადის. ძალიან დიდია კლიმატის გარემოწარმოქმნელი ფუნქციის მნიშვნელობა. სითბოსა და ტენის რაოდენობა განსაზღვრავს მცენარეული და ნიადაგური საფარის, ცხოველთა სამყაროს და, მთლიანობაში, ბუნებრივი ლანდშაფტის ხასიათს. კლიმატის ცვლა გეოგრაფიული განედის, ზღვის დონიდან სიმაღლისა და ოკეანეებიდან და ზღვებიდან დაცილების შესატყვისად განსაზღვრავს ბუნებრივი ზონებისა და სოფლის მეურნეობის სპეციალიზაციის ზონალურ ცვლას. ატმოსფეროს და ჰიდროსფეროს ანალოგიურად, ძლიერ უარყოფით მოვლენებს მიეკუთვნება მჟავური წვიმების წარმოქმნა, ატმოსფეროში ნახშირმჟავა გაზის კონცენტრაციის გაზრდით სათბური ეფექტის წარმოქმნა და გლობალური დათბობის გაძლიერება,

ეკოლოგიურად ძლიერ საშიში ოზონის ხვრელების გაჩენა, სმოგის წარმოქმნა და სხვ. ოზონის ხვრელის წარმოქმნაში მკვლევარები მთავარ მიზეზად მიიჩნევენ ფრეონს, რომელიც ატმოსფეროში გაიფრქვევა სამრეწველო საწარმოებიდან და კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ობიექტებიდან, განსაკუთრებით მაცივრებიდან.

**რეკრეაციული რესურსები.** „რეკრეაცია“ ლათინური სიტყვაა და ნიშნავს აღდგენას, როგორც გეოგრაფიული ცნება, იგი გულისხმობს ადამიანის მიერ შრომის პროცესში დახარჯული ფიზიკური და გონებრივი ენერჯის აღდგენას, რომლის ბაზასაც ქმნის გეოგრაფიულ გარემოში არსებული ბუნებისა და კულტურულ-ისტორიული ობიექტების (ძეგლების) ერთობლიობა. ეს უკანასკნელი კი რეკრეაციულ რესურსებს შეადგენს.

რეკრეაციულ რესურსებს განეკუთვნება ბუნებრივი ლანდშაფტები და მათი შემადგენელი კომპონენტები: რელიეფის უნიკალური ფორმები, მდინარეები და ტბები, ჩანჩქერები, კანიონები, ერატული ლოდები, აგრეთვე ცალკეული მცენარეები და სხვ. ეკოლოგიური პრობლემები, რომლებიც რეკრეაციული ბუნებათსარგებლობის პროცესში წარმოიქმნება, ძირითადად დაკავშირებულია ადამიანის დაბალ ეკოლოგიურ კულტურასთან. რეკრეაციული ბუნებათსარგებლობის ეკოლოგიური უზრუნველყოფა მოითხოვს რეკრეაციის ზონაში დასაშვები დატვირთვის განსაზღვრას, რაზედაც ბევრად არის დამოკიდებული ველური ბუნების შენარჩუნება. უაღრესად მნიშვნელოვანი ფაქტორია ადამიანის ეკოლოგიური კულტურის დონის ამაღლება.

## თავი XV. ადამიანი დედამიწაზე

### 1. მოსახლეობა

ჩინა თავებში ჩვენ განვიხილეთ დედამიწის გეოგრაფიული გარსი, მისი შემადგენელი ნაწილები, ყველა ის ბუნებრივი პროცესი, რომელიც მუდმივად მიმდინარეობს ჩვენს პლანეტაზე და სახეს უცვლის მას. ბოლო ასწლეული თავისუფლად შეიძლება ჩაითვალოს ანთროპოგენურ, ანუ ადამიანის ვერად, რამდენადაც ამ პერიოდში, მეცნიერულ-ტექნიური პროგრესის წყალობით, ადამიანი გადაიქცა მძლავრ ბუნების გარდამქმნელ ფაქტორად. ადამიანისა და ბუნების ხანგრძლივი, ისტორიულად ჩამოყალიბებული ურთიერთობა მოკლედ ასე შეგვიძლია წარმოვადგინოთ: ბუნება და მისი მკაცრი ხასიათი განმსაზღვრელი იყო პირველყოფილი ადამიანის საცხოვრისის და საქმიანობისათვის. ბუნებრივი პირობები განსაზღვრავდა, პირველ რიგში განსახლების ხასიათს, ანუ ადამიანი ირჩევდა მისთვის მისაღებ გარემოს შედარებით თბილი ჰავით, ნადირობისთვის ხელსაყრელი პირობებით და, თუ ეს შესაძლებელი იყო, ბუნებრივი თავშესაფრებით(მღვიმე, ეხი, გამოქვაბული და ა.შ.). პირველი სამეურნეო საქმიანობა ადამიანმა მცენარეთა შეგროვებით, ნადირობით, გარეულ ცხოველთა მოშინაურებით, ანუ მესაქონლეობით დაიწყო. ეს დარგი საძოვრების ძებნაში ერთი ადგილიდან მეორეზე მუდმივ გადაადგილებას, ანუ მომთაბარე ცხოვრებას მოითხოვდა. დროთა განმავლობაში ადამიანი დაეუფლა მიწას, ისწავლა მისი დამუშავება, რამაც განაპირობა საცხოვრებელი ადგილების შერჩევა ნიადაგების ნაყოფიერების მიხედვით; ეს კი, თავის მხრივ, განაპირობებდა საცხოვრებელი სათავსოს თვით ადამიანის მიერ შექმნას, რამდენადაც ყველგან საცხოვრებლად ვარგისი ბუნებრივი მღვიმე-სიცარიელები მას ვერ შეხვდებოდა.

ამან გამოიწვია პირველი პრიმიტიული დასახლებების შექმნა და მინათმოქმედების განვითარება. მოგვიანებით ადამიანმა ისწავლა სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება და სხვადასხვა ლითონების გამოდნობა, მათგან სამეურნეო და საბრძოლო იარაღების კეთება. ამით საფუძველი ჩაეყარა თანამედროვე სამთო-მოპოვებით და სხვა მრეწველობის დარგებს.

ყოველივე ამან გამოიწვია ის, რომ დედამიწა ნელ-ნელა გადაიქცა ადამიანის აქტიური ზემოქმედების ასპარეზად, რაც გამოიხატებოდა ახალი სასოფლო სავარგულების ათვისებაში, დასახლებული პუნქტების, გზების, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობაში, სამთო-მოპოვებითი ობიექტების განვითარებაში და სხვ. შედეგად მივიღეთ გარდაქმნილი ბუნება, გარემო, რომელმაც დაიწყო უკურეაქციების გამოვლენა კატასტროფული სტიქიური მოვლენების, დაბინძურებული წყლისა და ჰაერის, გამოფიტული და გადარეცხილი ნიადაგების, გაუდაბნოების და სხვა მრავალი უარყოფითი პროცესის სახით. ამდენად, ადამიანი იღებს იმას, რაც დათესა - ახლა უკვე ჩვენ ვცდილობთ, როგორმე აღვადგინოთ დარღვეული ბუნებრივი წონასწორობა და როგორმე გავაუმჯობესოთ ჩვენი საცხოვრებელი გარემო, რაც უკვე ძალზე რთულია.

მსოფლიოს მოსახლეობა ათასწლეულების მანძილზე მუდმივად იზრდებოდა, მაგრამ ბოლო ასწლეულში ე.წ. დემოგრაფიული აფეთქება, ანუ მოსახლეობის უსწრაფესი ზრდა მოხდა, რამაც ძალზე ბევრი პრობლემა შექმნა. თუ მე-17 საუკუნეში დედამიწაზე 500 მილ. ადამიანი ცხოვრობდა, დღეს ეს რიცხვი 6 მილიარდს აჭარბებს. მსოფლიოს მასშტაბით, მთლიანობაში შობადობა (ახალშობილთა რაოდენობა ყოველ 1000 კაცზე) იზრდება, ხოლო სიკვდილიანობა (გარდაცვლილები ყოველ 1000 კაცზე) შედარებით ნაკლებია, რაც მსოფლიოს მოსახლეობის ზრდის უმთავრესი მიზეზია. ამას ემატება სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობის ზრდა, რაც

ხანდაზმული ადამიანების შედარებით სიმრავლეში გამოიხატება და მოსახლეობის რიცხოვნებას ზრდის. მოსახლეობის სიმჭიდროვე, ანუ 1 კვ. კმ-ზე ადამიანთა რაოდენობა, განსახლების ინტენსივობის მაჩვენებელია და სხვადასხვა ადგილას, ბუნებრივი პირობების ვარგისიანობის მიხედვით, სხვადასხვაა. მაგალითად მონღოლეთში, სადაც ადამიანები ძირითადად სტეპებსა და ნახევრადუდაბნოებში ცხოვრობენ, მოსახლეობის სიმჭიდროვე 1 კვ. კმ-ზე 2 კაცზე ნაკლებია. მოსახლეობის ზრდის ან კლების შესახებ სხვადასხვა მოსაზრებები არსებობს. დემოგრაფები, ანუ მოსახლეობის შემსწავლელი მეცნიერები თვლიან, რომ სხვადასხვა ქვეყნებში მოსახლეობის ზრდის სანინაალმდეგო ღონისძიებები შედეგს გამოიღებს და მსოფლიოს მოსახლეობა 21-ე საუკუნის განმავლობაში პიკს მიაღწევს(დაახლოებით 10 მილიარდამდე), შემდეგ კი კლებას დაიწყებს.

## 2. სოფლის მეურნეობა

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ადამიანის უძველესი საქმიანობა სოფლის მეურნეობაა, ამ დარგში მსოფლიოს შრომითი რესურსების 45%-ია დაკავებული და მისი განვითარება ადგილის ჰავაზე და ნიადაგის თვისებებზეა დამოკიდებული. ეს დარგი ორ ძირითად მიმართულებად იყოფა: მიწათმოქმედება, ანუ კულტურული მცენარეების მოყვანა და მეცხოველობა, ანუ შინაური ცხოველების მოშენება ადამიანისთვის აუცილებელი საკვები და სამრეწველო პროდუქციის მისაღებად. ზოგიერთ ქვეყანაში სოფლის მეურნეობას სატყეო ფონდსაც მიაკუთვნებენ.

თანამედროვე სოფლის მეურნეობა შეიძლება განვიხილოთ როგორც აგრარულ-სამრეწველო კომპლექსი(ასკ), თანამედროვე ტერმინოლოგიით აგრობიზნესი

- სანარმოთა ერთობლიობა, რომელთა დანიშნულებას წარმოადგენს მინათმოქმედებისა და მეცხოველეობის პროდუქტების წარმოება, პირველადი პროდუქციის გადამუშავება და საბოლოო სასაქონლო სახის მიცემა. ასკ-ში გამოყოფენ 3 სხვადასხვა სფეროს:

1. სოფლის მეურნეობის, კვების მრეწველობის და ნაწილობრივ, მსუბუქი მრეწველობისთვის აუცილებელი წარმოების საშუალებების შექმნა, სამრეწველო მომსახურება და კაპიტალური მშენებლობა;

2. უშუალოდ სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები;

3. მიღებული სასოფლო პროდუქტის გადამუშავება და სასაქონლო სახის მიცემა.

თანამედროვე მოთხოვნებმა სასოფლო პროდუქციის მიმართ გამოიწვია მეცნიერების ისეთი მიმართულების განვითარება, როგორიც აგროკლიმატოლოგიაა. იგი საშუალებას იძლევა რეკომენდაცია მისცეს ფერმერებს კულტურული მცენარეები გააშენონ ზუსტად იმ კლიმატურ ზონებში, რომლებიც განაპირობებენ მაღალხარისხოვანი მოსავლის მაქსიმალური რაოდენობით მიღებას, ანუ ყოველი კლიმატური ზონისა და რეგიონისთვის შეირჩევა სასოფლო კულტურების ოპტიმალური ჩამონათვალი, რომლებიც ესდაგება ამ კონკრეტული რეგიონის კლიმატურ თუ ნიადაგურ მახასიათებლებს.

თანამედროვე სასოფლო-სამეურნეო წარმოება დაკავშირებულია ახლი სასოფლო სავარგულების ათვისებასთან და ძველის უფრო ინტენსიურ ექსპლოატაციასთან, რაც ხშირად იწვევს ნიადაგური საფარის გამოფიტვას და მის დენუდირებას (ჩამორეცხვას), ტყის საფარის შემცირებას, ნახევრადუდაბნოებისა და უდაბნოების მომრავლებას და მრავალი არასასიამოვნო ბუნებრივი

პროცესის განვითარებას, რომლებსაც, საბოლოო ჯამში გარემოს დეგრადაციისკენ მიყვავართ.

### 3. მრეწველობა

თანამედროვე ადამიანის საქმიანობის კიდევ ერთი უმთავრესი მიმართულება მძიმე და მსუბუქი მრეწველობაა, რმლებიც ბუნებრივი ნედლეულის შესაბამისი ტექნოლოგიებით გადამუშავების შედეგად ადამიანისთვის აუცილებელ სამომხმარებლო პროდუქციას იძლევიან. ისინი განვითარდნენ წვრილი ხელოსნობიდან მსხვილ სამრეწველო საწარმოებამდე გასული ასწლეულების განმავლობაში, ძირითადად ქალაქებში. შეიძლება ითქვას, რომ ქალაქების წარმოშობა და ზრდა სწორედ მრეწველობის სხვადასხვა დარგის განვითარების ინტენსივობაზე იყო და არის დამოკიდებული. ამჟამად ქალაქებში ბევრად მეტი ადამიანი ცხოვრობს, ვიდრე სოფელში, რაც განპირობებულია ადამიანების სწრაფვით გაეცნენ სოფლის მძიმე შრომას და იცხოვრონ თანამედროვე ქალაქის კომფორტულ გარემოში. ასეთი სურვილები ძალზე ხშირად განუხორციელებელი რჩება, რამდენადაც სოფლიდან წამოსულ ადამიანებს არ გააჩნიათ ის შრომითი კვალიფიკაცია, რომელიც აუცილებელია სამრეწველო საწარმოებში სამუშაოდ. შედეგად, ასეთი ადამიანების რიცხვი იზრდება ქალაქებში, მაგრამ მათი დასაქმება დიდ პრობლემას წარმოადგენს. ქალაქების ზრდის ამ პროცესს ურბანიზაცია ეწოდება.

ზოგი ქალაქი ისე დიდია, რომ მათ მეგაპოლისებს უწოდებენ. თითოეულ მეგაპოლისში 10 მლნ. ადამიანზე მეტი ცხოვრობს. ასეთი ქალაქები სწორედ ზემოთაღწერილი პროცესის შედეგად ჩნდება, როცა სოფლის მოსახლეობა ქვეყნის ყველაზე დიდ ერთ ან ორ ქალაქში მიდის.

გეოგრაფთა პროგნოზების თანახმად, მეგაპოლისების ზრდა კვლავაც გაგრძელდება. მაგალითად მეხიკოს მოსახლეობა დაახლოებით 18 მილიონია, თუმცა ზუსტი რიცხვის დადგენა და მოსახლეობის ცვლილებების სწრაფად აღრიცხვა ძალზე ძნელია.

ქალაქების მოსახლეობის ზრდა შესაბამისად იწვევს თვით ქალაქების ზრდასაც. ამ პროცესის შედეგად დიდი ქალაქი და მისი მიმდებარე პატარა დასახლებები თანდათან ერთიანდებიან დიდ ურბანისტულ ტერიტორიებად, რომელსაც **კონურბაცია** ეწოდება. ქალაქის სხვადასხვა ნაწილს განსხვავებული ფუნქციები აკისრია: მაგალითად, ქალაქის ერთ ნაწილში მაღაზიები, ბანკები, ოფისებია, მეორეში - საცხოვრებელი სახლები, მესამეში კი სამრეწველო საწარმოებია. არსებობენ ინდუსტრიული რაიონები, რომლებიც ქალაქიდან გამავალი გზების გასწვრივ ვითარდებიან. ქალაქებში არსებული საწარმოების ფუნქციონირებას უკავშირდება თანმედროვე მსოფლიოს ყველაზე რთული პრობლემა - გარემოს სხვადასხვა კომპონენტების: ჰაერის, წყლის, ნიადაგის დაბინძურება, რაც დროთა განმავლობაში საშიშ ხასიათს იძენს. გარემოს დაბინძურების უმთავრეს წყაროებად გვევლინებიან სატრანსპორტო საშიაღებების მიერ მოხმარებული საწვავის ნარჩენები გამონახოლქვის სახით, სამრეწველო საწარმოთა ნარჩენები გამონახოლქვის და მყარი ნივთიერებების სახით.

გარდა სოფლის მეურნეობისა და მრეწველობისა თანამედროვე ადამიანი მოიპოვებს და გადაამუშავებს მილიონობით ტონა ნიაღისეულს მინისქვეშა და ღია წესით, აგებს გზებს, ჰიდროტექნიკურ და სხვა დანიშნულების ნაგებობებს, რითაც ძირფესვიანად უცვლის სახეს რელიეფს, ნიადაგურ საფარს, ჰიდროქსელს და სხვა. ყოველივე ეს წარმოადგენს პირდაპირ ჩარევას ბუნებაში, მაგრამ ამის შედეგად ხდება ირიბი მიმართულების სხვადასხვა

პროცესუალური ცვლილებები გარემოში და ამ მოვლენათა ინტენსივობის გაძლიერება ან შესუსტება. ყოველივე ეს ართულებს ადამიანის უსაფრთხო ცხოვრებას და ქმნის მისი საქმიანობის უფრო გონივრულად წარმართვის აუცილებლობას.

## თავი XVI. ეკოლოგია, ეკოსისტემები და ეკოლოგიური პრობლემები

ჩვენს პლანეტაზე სხვადასხვა სახის მილიონობით ორგანიზმი ცხოვრობს, რომლებიც ორ მთავარ ჯგუფად იყოფა: მცენარეები და ცხოველები. ყოველი მათგანისათვის აუცილებელია მზის სინათლე და სითბო, საკვები, წყალი და ჰაერი.

მცენარეებს არსებითი მნიშვნელობა აქვთ დედამიწაზე სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის. მათ გარეშე ცხოველები და ადამიანები არ იარსებებდნენ, რამდენადაც მცენარეები საკვებია ამ ორი პოპულაციისთვის. ისინი იძლევიან, ასევე, ჟანგბადს და ინარჩუნებენ წყალს, რაც ასე აუცილებელი ნივთიერებებია ცხოველებისა და ადამიანებისთვის. მცენარეთა ფესვები ნიადაგს აკავებს და ქარისა და წყლის ზემოქმედებისგან იცავს მას. მცენარეებისგან, გარდა საკვებისა, სხვადასხვა წამალს, ესოვილებსა და პარფიუმერიის ნაწარმს ამზადებენ.

არსებობს მცენარეთა მილიონობით სახეობა - ყვავილებით დაწყებული და უზარმაზარი ხეებით - სეკვოიით დამთავრებული, რომელიც უდიდესი ცოცხალი არსებაა დედამიწაზე. მცენარეთა სხვადასხვა სახეობა მსოფლიოს სხვადასხვა ნაწილში არსებულ პირობებსაა შეჩვეული. მაგალითად, უდაბნოში, სადაც წყლის ნაკლებობაა, კაქტუსებს ხორცოვანი ღეროები აქვთ, სადაც წყალს ინახავენ.

დედამიწაზე უდიდესი პოპულაციაა ცხოველებისა, ფრინველებისა და მწერებისა. ცხოველების ნაწილი მცენარეებით იკვებება, ნაწილი - ცხოველებით, ნაწილი კი - ორივე მათგანით. ამ უკანასკნელს ადამიანთა პოპულაციაც მიეკუთვნება.

ცხოველები და მცენარეები საკმაოდ კარგად არიან შეჩვეული იმ გარემო პირობებს, სადაც ისინი ცხოვრობენ. ეს გამონწვეულია იმით, რომ ყველა ეს სახეობა დიდი ხნის

განმავლობაში იცვლებოდა გარემო პირობების ცვალებადობასთან ერთად და მაქსიმალურად ცდილობდა შეგუებოდა მას. ეს პროცესი პირველად XIX ს-ის ბრიტანელმა მეცნიერმა ჩარლზ დარვინმა შეისწავლა და ჩამოაყალიბა თავისი „ბუნებრივი შერჩევის თეორია“, რომლითაც ხსნიდა, თუ როგორ ხდებოდა ბუნებაში ასეთი ცვლილებები, ანუ ევოლუცია.

დარვინის მიხედვით, ამა თუ იმ მცენარესა და ცხოველს ისეთი თვისებები აღმოაჩნდებათ ხოლმე, რომლებიც მათ გადარჩენაში ეხმარება. მაგალითად, მწვანე ფოთლებში თავშეფარებული მწვანე ხოჭო უფრო დიდხანს იცოცხლებს, ვიდრე ყავისფერი, ვინაიდან მას თავისი შეფერილობა მტაცებლისგან დამალვის საშუალებას აძლევს. ცხოველთა და მცენარეთა იმ ცალკეულ ინდივიდებს, რომლებიც ყველაზე დიდხანს ცოცხლობენ, როგორც წესი, სხვებზე მეტი ნამატი და ნაზარდი აქვთ, რომელთაც თავიანთ საუკეთესო თვისებებს გადასცემენ. ამგვარად, დროის ძალიან დიდ მონაკვეთში, თითოეულ სახეობას თავის კონკრეტულ საარსებო გარემოში თავის გადარჩენისათვის ყველაზე საჭირო თვისებები უყალიბდება. ცოცხალი ორგანიზმების ამ ურთიერთობას ერთმანეთთან და გარემოსთან, ანუ არაორგანულ სამყაროსთან, სწავლობს მეცნიერება, რომელსაც **ეკოლოგია** ეწოდება. ეს ბერძნული სიტყვა შედგება ორი ნაწილისგან: **oikos** - რაიმეს ან ვინმეს საცხოვრისს, ადგილსამყოფელს, ხოლო **logos** - სიტყვას, ამ შემთხვევაში, შესწავლას ნიშნავს. ტერმინი შემოთავაზებული იყო 1866 წელს, მეცნიერ **ე. ჰეკელის** მიერ. ეკოლოგია არკვევს ცალკეული ცოცხალი ორგანიზმებისა და მათი ერთობლიობის ურთიერთობას გარემოსთან, ამ უკანასკნელის მთლიანად და მისი ცალკეული ფაქტორების გავლენას ორგანულ წარმონაქმნებზე, მათს მორფოლოგიურ და ფიზიოლოგიურ თავისებურებებზე, გამრავლებაზე და ა.შ.

ეკოლოგიის კვლევის სფეროში შემავალ სხვადასვა მოვლენათა სიმრავლე და მრავალფეროვნება ხსნის იმ გარემოებას, რომ ამ მეცნიერებას მჭიდრო კავშირები გააჩნია ლანდშაფტმცოდნეობასთან, კლიმატოლოგიასთან, ნიადაგმცოდნეობასთან, ბიოგეოგრაფიასთან და სხვ. მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად იზრდება ადამიანის როლი გარემოსა და მისი შემადგენელი კომპონენტების ურთიერთობაში, რაც ხშირად ამ ურთიერთობათა უკიდურეს გამწვავებას იწვევს. ეს გამოიხატება ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად პლანეტის რელიეფის, სითბური რეჟიმის, რადიოაქტიური ფონის, ატმოსფეროს, მსოფლიო ოკეანის, ხმელეთის წყალსატევების შედგენილობის მკვეთრ ცვლილებებში. გეოგრაფიულ გარსზე ანთროპოგენური ზემოქმედების უარყოფითი შედეგები იმდენად საგრძნობია, რომ მეცნიერები უკვე ალაპარაკდნენ მოახლოებულ გლობალურ ეკოლოგიურ კრიზისზე. ეკოლოგიის სოციალური ასპექტების გაცნობიერება გახდა საფუძველი ეკოლოგიური ეკონომიკის წარმოქმნისა, რომელიც ითვალისწინებს არა მარტო ბუნებითსარგებლობის ხარჯებს, არამედ ბიოსფეროს დაცვასა და აღდგენას, კონტროლს ადამიანის საქმიანობის დაგეგმვასა და განხორციელებაზე. ეკოლოგიის, როგორც მეცნიერების განვითარება, ხელს უწყობს ეკოლოგიური აზროვნების ჩამოყალიბებას, ახალი თეორიული მიდგომების და მეთოდების გამომუშავებას. ეს კი, თავის მხრივ, განაპირობებს ცვლილებებს ტექნოლოგიებისა და წარმოების ორიენტაციაში, ასევე, კაცობრიობისთვის წინ წამოიწია ახალმა ღირებულებებმა - ეკოსისტემების შენარჩუნებამ და დედამიწის, როგორც უნიკალური ეკოსისტემის მიმართ მოფრთხილებითმა დამოკიდებულებამ.

ადგილს სადაც კონკრეტული მცენარე თუ ცხოველი ბინადრობს, მისი საარსებო გარემო, ხოლო საარსებო გარემოსა და მასში მცხოვრებ მცენარეთა და ცხოველთა ჯგუფის

ერთიანობას **ეკოსისტემა** ეწოდება. ერთ ეკოსისტემაში შემავალი მცენარეები და ცხოველები ერთმანეთზე არიან დამოკიდებულნი. ერთი სახეობა მეორეთი იკვებება, თავად კი მესამე სახეობის საკვებია. ამ პროცესს **კვების ჯაჭვი** ეწოდება. მცენარეები კვების ჯაჭვის პირველი რგოლია, ვინაიდან საკვებს ისინი მზის სინათლის დახმარებით და ფოტოსინთეზის საშუალებით იქმნიან. მცენარის მჭამელი ცხოველები მცენარეებს ჭამენ, ხოლო მტაცებელი ცხოველები - მცენარის მჭამელებსა და სხვა მტაცებლებს, რომლებსაც მოერევიან. ეკოსისტემაში შემავალი კვების ჯაჭვები ერთმანეთთან კავშირში რთულ სისტემას ქმნიან, რომელსაც **კვებითი ბადე** ეწოდება. მასში შემავალი ყოველი ცხოველი სხვადასხვა სახეობით იკვებება და თავადვე სხვადასხვა სახეობის ცხოველთა საკვები ხდება. კვებით ბადეს სხვადასხვა ფენა აქვს, რომელთაც **ტროფიული დონეები** ეწოდება. თითოეულ დონეზე სხვადასხვა მცენარე და ცხოველია. პირველ დონეზეა **რედეცენტები**, ორგანიზმები, რომლებიც მკვდარი მცენარეებითა და ცხოველებით იკვებებიან და ამით შლიან მათ. ასეთებია სხვადასხვა ბაქტერიები და სოკოები, რომელთა ცხოველმოქმედების შედეგად ენერჯია ქიმიური ნივთიერებების სახით ნიადაგს უბრუნდება. ეს ხელს უწყობს ახალი მცენარეების ზრდას და ციკლი თავიდან იწყება. შემდეგი დონეა მცენარეები, რომლებიც ნიადაგიდან მიღებული ქიმიური ნივთიერებებითა და მზის ენერჯიით იკვებებიან - მათ **პროდუცენტები** ეწოდებათ. მომდევნო დონე **პირველადი კონსუმენტებია**, ანუ ცხოველები, რომლებიც მცენარეებით იკვებებიან. მათ მოსდევნ **მეორადი კონსუმენტები** - მტაცებელი ცხოველები, რომლებიც მცენარის მჭამელი ცხოველებით იკვებებიან და **მესამეული კონსუმენტები** - მტაცებელი ცხოველები, რომლებიც სხვა მტაცებლებით იკვებებიან.

მცენარეთა და ცხოველთა თითოეულ სახეობას ეკოსისტემაში თავისი ადგილი აქვს, რომელსაც **ნიში** ეწოდება.

როცა ერთსა და იმავე საკვების დაუფლებას ორი სხვადასხვა სახეობა ცდილობს, მათგან უძლიერესი ითვისებს ამ საკვებს და ამით გადარჩება. მეორე სახეობა ან იღუპება, ან სხვა საცხოვრებელ ადგილს ეძებს. ეკოსისტემაში შემავალი სხვადასხვა სახეობის წარმომადგენლები ერთად ცხოვრებას იმ შემთხვევაში ახერხებენ, თუ ისინი ოდნავ განსხვავებული საკვებით იკვებებიან. მაგალითად, აფრიკის სავანებში სპილოები და ჟირაფები ფოთლებს მაღალი ხეების ფოთლებიდან მიირთმევენ, ქურციკები - დაბალი ტოტებიდან იკვებებიან, ხოლო გარეული ღორები - ბალახს ძოვენ და მათ ფესვებსაც ზედ აყოლებენ.

დედამიწაზე რამდენიმე ბუნებრივი კომპლექსი, ანუ ბიომია, მაგალითად, ჯუნგლები, ანუ ნოტიო ტყეები და უდაბნოები. თითოეული ბიომი სხვადასხვა ეკოსისტემის ერთობლივ არსებობასაც უზრუნველყოფს, მაგრამ შეგვიძლია ისინი ერთ დიდ ეკოსისტემად წარმოვიდგინოთ. ყველა ბიომის ერთიანობას ყველაზე დიდი ეკოსისტემა - თავად დედამიწა წარმოადგენს.

ყველა მცენარისა და ცხოველის მსგავსად, ადამიანიც ეკოსისტემის ნაწილია. პირველყოფილი ადამიანები მორგებული იყვნენ იმ გარემო პირობებს, სადაც ცხოვრობდნენ. ისინი იმდენ საკვებს მოიპოვებდნენ და იმდენ ენერგიას ხარჯავდნენ, რამდენიც მათი ელემენტარული არსებობისთვის იყო საჭირო. დღეს ადამიანს თანამედროვე, კომფორტული წესით ცხოვრებისთვის ბევრად მეტი საკვები და ენერგია სჭირდება, რაც განაპირობებს მისთვის აუცილებელი პროდუქციის წარმოებისთვის საჭირო ნედლეულისა და საწვავის ჭარბ მოხმარებას. ამის შედეგად გამოიყოფა დიდი რაოდენობით მავნე ნივთიერებები წვის პროდუქტებისა და წარმოების ნარჩენების სახით, რომლებიც სწრაფად არ იშლებიან და აბინძურებენ ატმოსფეროს, წყლებსა და ნიადაგს. გარემოს

განსაკუთრებით ის ნარჩენები ანაგვიანებს, რომელთა ხელახალი გადამუშავება ძნელია ან შეუძლებელია. ასეთებია, მაგალითად, ნავთობპროდუქტების გადამუშავების ნარჩენები, ტრანსპორტისა და სანარმოთა გამონაბოლქვი გაზები, გამოყენებული ცელოფნისა და პლასტმასის ნივთების გროვები, რომელთა განოვას ნიადაგში ასწლეულები სჭირდება. ყოველივე ეს ინვევს სხვადასხვა დარღვევებს ბუნებრივი პროცესების განვითარებაში, უარყოფით ცვლილებებს ცოცხალ ორგანიზმებში. მაგალითად, დაბინძურებული ატმოსფერო ინვევს ასთმას და ონკოლოგიურ დაავადებებს ადამიანებში, ხოლო ქიმიური ნარჩენებით გაჯერებული მდინარეებიდან წამოსული სარწყავი წყალი ნიადაგში ხვდება და მცენარეების დეგრადაციას ინვევს; ან პირიქით, არაორგანული სასუქებით დაბინძურებული ნიადაგებიდან ატმოსფერული ნალექების საშუალებით ისინი მდინარეებში, მინისქვეშა წყლებში ხვდებიან და ამით სასამელი წყლის დაბინძურებას ინვევენ.

ადამიანთა პოპულაციას სულ უფრო მეტი ფართობი სჭირდება დედამიწაზე, რაც დანარჩენი ცოცხალი სამყაროს საარსებო არეალის შემცირებას ინვევს. მის გარეშე დარჩენილი ეკოსისტემა აღარ ფუნქციონირებს და მასში შემავალი მცენარეები და ცხოველები იღუპებიან. თუ ამ პროცესის ინტენსივობა გაიზარდა, მაშინ ზოგიერთი სახეობა სრულიად გადაშენდება. ეკოსისტემის ჯაჭვის თითოეული რგოლი სხვა ნაწილებზეა დამოკიდებული. თუ ერთი რგოლი მაინც გაქრა, მთელი ჯაჭვი იშლება და ნადგურდება. გარემოს დაბინძურება, დაუოკებელი ნადირობა, შინაური ცხოველების ახალ ადგილებზე შეყვანა ზოგჯერ იქ არსებულ სახეობათა გადაშენებას ინვევს. მაგალითად, ავსტრალიაში შეყვანილი კურდღელი ისე გამრავლდა, რომ ფერმერებს მოსავალს უნადგურებდნენ. მათს დასაოკებლად მგლების შეყვანა გახდა საჭირო; ძაღლებისა და კატების შეყვანას ამ კონტინენტზე იმ

ფრინველთა გადაშენება მოყვა, რომელთაც ფრენა არ შეეძლოთ.

თანამედროვე კაცობრიობის ერთერთი უმთავრესი პრობლემა **გლობალური დათბობა** გახდა, რისი მიზეზებიც საბუნებისმეტყველო დარგების მეცნიერთა დავის საგანია. საქმე იმაშია, რომ დათბობისა და აცივების პერიოდები დედამიწაზე ერთმანეთს ენაცვლება. ამჟამადაც ჩვენი პლანეტა შედარებით ბუნებრივი დათბობის პროცესში იმყოფება, რომელიც XIX სკ-ის მეორე ათწლეულიდან დაიწყო. ამას ემატება ადამიანის მიერ გამოყენებული საწვავის ნარჩენებით ბოლო ათწლეულებში ატმოსფეროს გაჯერება და ჰაერის ტემპერატურის ზრდა. ეს პროცესი, საბოლოო ჯამში, იწვევს მსოფლიოს მცინვარების დნობას, სასმელი წყლის მარაგების შემცირებას და ოკეანის დონის ზრდას. ამ პროცესის შემდგომი გავითარება კაცობრიობას სასმელი წყლის გარეშე დარჩენით და აქედან გამომდინარე სავალალო შედეგით ემუქრება.

ამ არასასურველი პროცესების შესასუსტებლად და აღსაკვეთად ახლავეა საჭირო აუცილებელი ზომების მიღება, რაც წარმოების ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიებზე გადასვლითაა შესაძლებელი. აქ მოიაზრება უნარჩენო ტექნოლოგიები, ნავთობისა და გაზის დანვის მაგივრად მზის, ქარისა და ჰიდროელექტრო ენერჯის მიღების უფრო ეფექტური საშუალებების, ასევე ენერჯის სხვა ალტერნატიული წყაროების შექმნა. ასეთი ტექნოლოგიები შექმნილია და მათი დახვეწაც მიმდინარეობს, მაგრამ პრაქტიკაში მათ დანერგვას მრავალი ხელისშემლელი ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორი ელობება წინ. უმთავრესი მიზეზი კი ნავთობ- და გაზომომპოვებელი მონოპოლიების ეკონომიკური და პოლიტიკური ინტერესებია, რაც ნიშნავს ამ საწვავ-ენერგეტიკული რესურსების, როგორც მსოფლიოს ქვეყნებზე ეკონომიკური და პოლიტიკური ზემოქმედების მოხდენის

უმთავრესი ბერკეტების ხელიდან გაშვების საფრთხის განეიტრალებას.

საწვავი რესურსების შემდგომმა უკონტროლო მოხმარებამ, წიაღისეულის მოპოვების ტემპების ზრდამ და გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების სხვა ფორმებმა შეიძლება მომავალში გამოიწვიონ ატმოსფეროს უარესად დაბინძურება გამონახოლქვი გაზებით და გრუნტის გადმუშავებით წარმოქმნილი მტვრით. ეს პროცესი დღეს უკვე მიმდინარეობს და იწვევს ატმოსფეროს ქვედა ფენების გაჯერებას ზემოთაღნიშნული ნივთიერებებით. შედეგად ვიღებთ „სათბურის ეფექტს“, რაც საბოლოო ჯამში მიგვიყვანს ატმოსფეროს ქვედა ფენებში მზის რადიაციის შესუსტებასთან და შემდგომში, რაც არ უნდა პარადოქსულად უღერდეს ეს აზრი დღეს, **„გლობალურ აცივებასთან.“**

დღეს მსოფლიოს მრავალი სამთავრობო თუ არასამთავრობო ორგანიზაცია მუშაობს ეფექტური ბუნებისდაცვითი პროგრამების შექმნაზე, რომლებიც მიმართულია იმ ზარალის შემცირებაზე, რასაც გარემოზე ადამიანის გაუაზრებელი და ხშირად მტაცებლური, მომხმარებლური სამეურნეო საქმიანობის ზემოქმედება იწვევს. უკვე გადაშენებული და განადგურებული მცენარეებისა და ცხოველების აღდგენა შეუძლებელია, მაგრამ შესაძლებელია იმ სახეობათა შენარჩუნება, რომელთაც დღეს გადაშენება ემუქრება.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ალფენიძე მ., ელიზბარაშვილი ე., ხარაძე კ. ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია. თსუ-ს გამომცემლობა, თბილისი, 2003, 444 გვ.
2. დოჭერთი ჯ., ქლეიბორნი ა., დევიდსონი ს. გეოგრაფიული ენციკლოპედია და მსოფლიო ატლასი, ბაკურ სულაკაურის გამომცემლობა, თბილისი, 2010, 400 გვ.
3. კერესელიძე
4. კოტარია ა. ზოგადი მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია. I ნაწილი, თსუ-ს გამომცემლობა, თბილისი, 1972, 320 გვ.
5. პატარიძე რ. ქართული ასომთავრული. ქართული წელთაღრიცხვა და წარმართული კალენდარი. გამომცემლობა „ნაკადული“, თბილისი, 1980, 601 გვ.
6. საყმაწვილო ენციკლოპედია, ტ. IX, საქართველოს ბიოგრაფია. გამომცემლობა „დილა“, თბილისი, 2007, 140 გვ.
7. ჯანელიძე ა. ზოგადი გეოლოგიის მოკლე კურსი. თსუ-ს გამომცემლობა, თბილისი, 1968, 465 გვ.
8. ხარაძე კ. XII-XV სს. ქართველი და უცხოელი მოგზაურები. თბილისი, 1987
9. Неклюкова Н.П. Общее землеведение. Изд. « Просвещение», Москва, 1976, 336 с.
10. Географический энциклопедический словарь. Гл. редактор А.Ф.Т решников, изд. «Советская энциклопедия», Москва, 1988, 432 с.