ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მ. ბოკერია

კ. ბილაშვილი

რეგიონალური ოკეანოგრაფია

თბილისი

2011

სარჩევი

შესავალი

თავი I. რეგიონალური ოკეანოგრაფიის საგანი 3

1.1. მსოფლიო ოკეანის და შავი ზღვის ზედაპირის დონე 11

თავი 2. მსოფლიო ოკეანის კვლევის ძირითადი ეტაპები 15

თავი 3. მსოფლიო ოკეანის ზოგადი მახასიათებლები

3.1. საზღვრები 23

3.2. ჰიდროლოგიური რეჟიმი 25

3.3. რეგიონალური დაყოფის ზოგადი პრინციპები 35

თავი 4. მსოფლიო ოკენაის ვერტიკალური სტრუქტურა 37

4.1. დინამიური პროცესები მსოფლიო ოკეანეში 40

თავი 5. ოკენაოგრაფიული მონაცემები 49

5.1. დაკვირვების თანამედროვე სისტემა 51

თავი 6. შავი ზღვა, გენეზისი, სტრუქტურა, ეკოლოგია 60

თავი 1 რეგიონალური ოკეანოგრაფიის საგანი

ყოველ მეცნიერებას აქვს თავისი კვლევის ობიექტი. ფიზიკური გეოგრაფიის საგანს წარმოადგენს გეოგრაფიული სამყარო, როგორც მთლიანი სისტემა, ხოლო ოკეანოგრაფიის შესწავლის საგანს მსოფლიო ოკეანე წარმოადგენს. რეგიონალური ოკეანოგრაფია არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს მსოფლიო ოკეანეების სხვადასხვა ნაწილს, მის ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, მორფოლოგიურ სტრუქტურას და ბუნებრივ საზღვრებს.

რეგიონალური ოკეანოგრაფია, როგორც ყველა მეცნიერება, ისახავს რამდენიმე ამოცანას: – ოკეანოგრაფიული მოვლენების აღმოჩენა, კვლევა და მიღებული შედეგების გამოყენება საზოგადოების მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. კვლევის პროცესში რეგიონალურ ოკეანოგრაფია იყენებს საზღვაო დაკვირვებებს, ექსპერიმენტს და მოდელირებას.

.

დედამიწის ჰიდროსფეროს წყლის გარსი გადაჭიმულია მისი ზედაპირის 3/4 ნაწილზე. აქ ხდება რთული ფიზიკური მოვლენები, რომელნიც, თავის მხრივ, ზეგავლენას ახდენენ ოკეანეში მიმდინარე ორგანულ პროცესებზე, და, ამგვარად, ყალიბდება ფიზიკური და ორგანული მოვლენების ერთიანი წრე, რომელიც იძლევა მსოფლიო ოკეანის მთლიან სურათს.

იმისათვის, რომ გავიგოთ რაოდენ რთულია ბუნებრივი მოვლენები მსოფლიო ოეკანეში, ამისათვის საჭიროა ვიცოდეთ რა ოკეანოგრაფიული ელემენტები არსებობს: 1) წყლის და ხმელეთის განაწილება დედამიწის სფეროში, 2) მსოფლიო ოეკანის დონე, 3) დონის რელიეფი, 4) ოკეანის გრუნტი, 5) წყლის შემადგენლობა, 6) მარილიანობა, 7) ხვედრითი წონა, 8) წყლის სიმკვრივე, 9) მისი ტემპერატურა, 10) ფერი, 11) გამჭვირვალობა, 12) ღელვა, 13) მოქცევა და უკუქცევა, 14) დინებები.

პირველი ცნობები ზღვისა და ოკეანის შესახებ კაცობრიობამ მიიღო ჯერ კიდევ ორი ათასი წლის წინათ, ხოლო „დიდი აღმოჩენების“ შემდეგ გასაგები გახდა რა უზმარმაზარი ტერიტორია უჭირავს მსოფლიო ოკეანეს.

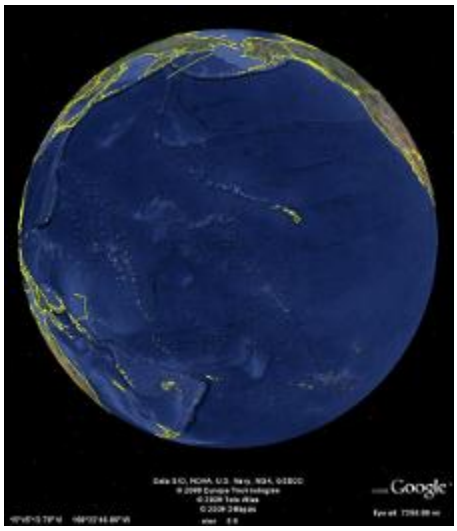
რა თქმა უნდა, კიდევ შეიძლება ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში აღმოჩნდეს მნიშვნელოვანი კუნძულები, როგორც 1913 წელს ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის ექსპედიციამ აღმოაჩინა ჩრდილოეთ მიწაზე. მაგრამ სამხრეთ ნახევარსფეროში

ატლანტიკის პოლარულ სივრცეში იმდენად დეტალურად არის უკვე შესწავლილი ტერიტორია, რომ მნიშვნელოვან აღმოჩენებსაც კი აღარ შეუძლიათ შეცვალონ წყლისა და ხმელეთის კანონზომიერი სურათი ამ გეოგრაფიულ რეგიონზე.

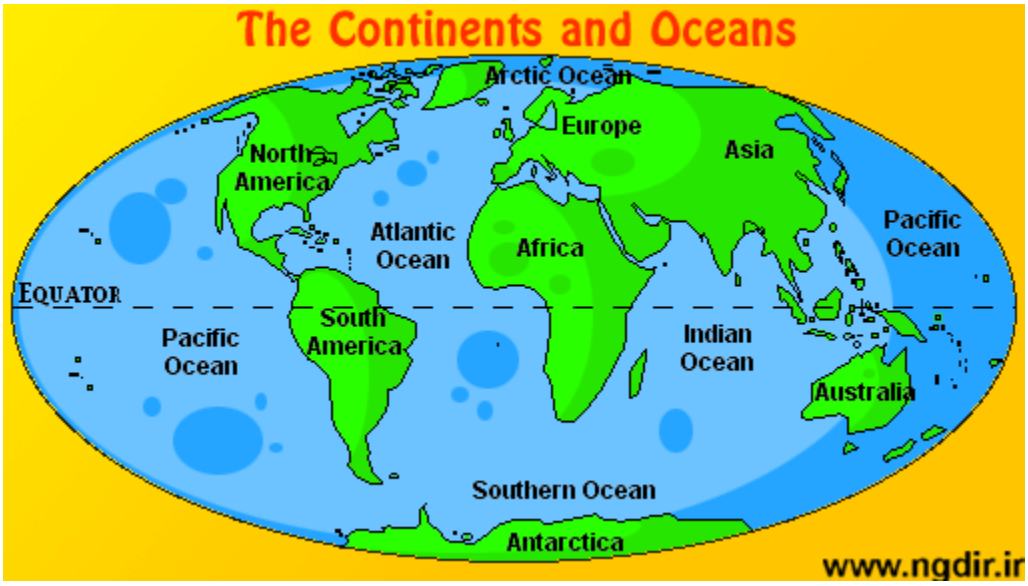
ვიღებთ რა მხედველობაში დედამიწის ზედაპირის ზოგად ფართობს 509,9 მლნ კმ^2, სადაც ხმელეთს უჭირავს 148,8 მლნ კმ^2 , წყლის ზედაპირს კი – 361,1 მლნ კმ^2, ე.ი. პირველი შეეფარდება მეორეს ისე, როგორც 1 : 2,43, პროპორციულად ხმელეთს უჭირავს 29,2%, წყლის ზედაპირს კი 70,8%.

წყლის ზედაპირს აქვს უდიდესი უპირატესობა – იგი უწყვეტი გარსია ხმელეთისა, როდესაც უკანასკნელი მსოფლიო ოკეანეთში გაბნეულია სხვადასხვა ზომის ხმელეთის ნაწილებად. ამგვარად, არსებობს მსოფლიო ოკეანე, ხმელეთი კი წარმოადგენს ფრაგმენტარულ ნაწილებს, რომელიც ყოველი მხრიდან შემოფარგლულია მსოფლიო ოკეანეთი.

ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროები. თუ შევხედავთ რუკას, ადვილად შევამჩნევთ, რომ ხმელეთის უდიდესი ნაწილი მოქცეულია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, წყლის ზედაპირი კი სამხრეთ ნახევარსფეროში ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში წყლის ზედაპირს უჭირავს 61 %, ხოლო ხმელეთისას 39%, სამხრეთ ნახევარსფეროში ეს შეფარდება შემდეგნაირია 81% / 19%.

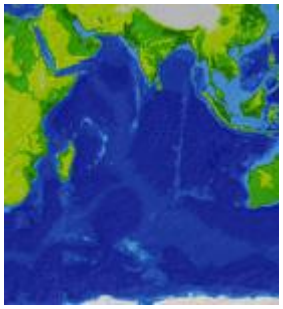


ნახ. 1 ხედი კოსმოსიდან



ნახ. 2 კონტინენტები და ოკეანეები

ნახ. 3 ოკეანეები და ზღვები



ნახ. 4. ინდოეთის ოკენე კოსმოსიდან ნახ. 5 ატლანტიკის ოკეანე

ნახ. 1-ზე ჩანს, რომ ჩრდილო პოლარულ სივრცეზე ძირითადა ტერიტორია უჭირავს წყალს, რომელიც შემოფარგლულია ხმელეთით, რომელიც აქ წარმოშობს მთლიან წრეს, სამხრეთისაკენ ხმელეთი იზრდება და შემდეგ სამხრეთით ნახევარსფეროში ლათინური ამერიკის სამხრეთით, აფრიკაში და ავსტრალიაში კ. ტასმანიაზე /სამხრეთი კონცხი/ - ოკეანე მთლიანად ქმნის ერთიან ზედაპირს (– 56^0-დან 65^0-მდე, და, მხოლოდ, სამხრეთი პოლარული წრიდან ისევ იწყება ხმელეთის სამყარო.

ხმელეთის და წყლის დანაწილება განედების მიხედვით, ხმელეთისა და წყლის არათანაბარი განაწილება კარგად სჩანს ნახ. 3-ზე

მატერიკული და წყლის ნახევარსფეროები, ხმელეთი და წყალი არათანაბრად არის განაწილებული არა მარტო ეკვატორის მიმართ, არამედ ყოველი მერედიანის მიმართაც. ოკეანოგრაფიაში დედამიწის სფერო გაყოფილია ორად, წყლის და ხმელეთის სფეროდ, მატერიკული პოლუსი მოდის საფრანგეთში მდინარე ლუარის მახლობლად. ოკეანისა კი – აღმოსავლეთით ახალ ზელანდიასთან, მატერიკული ნახევარსფერო მოიცავს მთლიანად ევროპასა და აზიის, აფრიკისა და ჩრდილო ამერიკას, სამხრეთ ამერიკის ნაწილს: ოკეანის ნახევარსფერო გარს ევლება ავსტრალიას, ანტარქტიკის კონტინენტს, სამხ. ამერიკის ნაწილს, ატლანტიკისა, ინდოეთის ოკეანისა და წყნარი ოკეანის დიდ ნაწილს, ხმელეთის ნახევარსფეროში ხმელეთს უკავია 47%, ხოლო 53% წყალს, ოკეანურ ნახევარსფეროში ხმელეთს უჭირავს 9%, წყალს კი 91 %.

წყლის და ხმელეთის განაწილება დედამიწის ზედაპირზე გამოწვეულია დედამიწის ქერქის უსწორმასწორობით. ამოწეული ქერქის ნაწილები წარმოშობენ

მატერიკებს, ჩაწეულები კი ოკეანის ტაფობს, რომლის რელიეფი ასევე ძალზე რთულია., მსოფლიო ოკეანეთის განაწილება.

სახელწოდება „ინდოეთის“ ოკეანე პირველად სამეცნიერო ლიტერატურაში გაჩნდა XVI საუკუნეში. ეს დასახელება პირველად გვხვდება მიუნსტერთან თავის „კოსმოგრაფიაში“ /1555 წ./. წინათ მას ერქვა „აღმოსავლეთი“ პირველად ვალდმიულერის /1507/ რუკაზე „ატლანტიკის“ ოკეანის სახელწოდება გაჩნდა. სახელწოდება „წყნარი“ პირველად ეწოდა მაგელანმა ოკეანეს, მხოლოდ „უდიდესი“ უწოდა ბალბაომ, ეს იყო პირველი ევროპიელი, რომელმაც წყნარი ოკეანე დაინახა მთის თხემიდან ესპანელების მოძრაობის დროს მექსიკიდან სამხრეთისაკენ.

გავიდა მრავალი საუკუნე, სანამ მეცნიერებაში გაჩნდებოდა სხვადასხვა დისციპლინებისა და მსხვილი რეგიონების ზუსტი განსაზღვრა მაგალითად, რა უნდა ვიგულისხმოთ ყოველი ოეკანის დასახელების ქვეშ? ოკეანის საზღვრების გამოყოფის ცდა დაიწყო ჯერ კიდევ XIX საუკუნის პირველ ნახევარში. და ბოლოს, 1855 წელს ლონდონში სამეფო გეოგრაფიულმა საზოგადოებამ დაადგინა ოკეანის შემდეგი საზღვრები, რომელიც XX საუკუნის დასაწყისამდე საკმაოდ მყარად დამკვიდრდა: ორი პოლარული, წყნარი, ატლანტიკის და ინდოეთის. ჩრდილო პოლარულს, ანუ არქტიკულს თავისი უზარმაზარი ტერიტორიის უდიდესი ნაწილის გასწვრივ ჰქონდა ბუნებრივი საზღვრები, სამი ადგილის გარდა – ბერინგის სრუტე, დევისის სრუტე და სივრცე გრენგანდის და ევროპას შორის, აქ პირობით საზღვრად ითვლებოდა პოლარული წრე. ამ პირობითი საზღვარი სამხრეთით ძევს ორი დიდი ოკეანე წყნარი და ატლანტის. პირველი აღმოსავლეთით საზღვრავს ორივე ამერიკას გორნის კონცხამდე, საიდანაც იწყება პირობითი საზღვარი. სამხრეთ პოლარულ წრემდე კუნძულ ტასმანიამდე / 146^0 53 აღმ.გრძედი/. რეცხავს ავსტრალიის ნაპირებს, ტიმორის, თავას, სუმარტას, ნახევარკუნძულ მალაკას და აზიის ნაპირებს, ბერინგის ყურემდე.

ატლანტიკის ოკეანე დასავლეთის მხრიდან რეცხავს ორივე ამერიკას, ევროპასა და აფრიკის სანაპიროებს.

ინდოეთის ოკეანის საზღვრად ითვლება სამხრეთი პოლარული წრე – რეცხავს აზიის ნაპირებს, არაბეთს, აფრიკის აღმოსავლეთის, იავას, სუმარტრას და ა.შ.

ოკეანის ასეთმა დაყოფამ იარსება ნახევარ საუკუნემდე, სანამ ოკეანოგრაფია არ განვითარდა, როგორც მეცნიერება, ისე, რომ მსოფლიო ოკეანე დაიყო ნაწილებად ფიზიკო-გეოგრაფიული ფორმების მიხედვით. ყველა ოეკანე იჭრება რა ხმელეთში, იშლება, იტოტება და მისი დამოუკიდებელი გეოგრაფიული ერთეულები

წარმოადგენენ ზღვებს. ზღვების ტიპები იყოფა 2 ნაწილად: ხმელთაშუაზღვები და განაპირა ზღვები.

1. ხმელთაშუაზღვა ღრმად იჭრება ხმელეთში, ოკეანესთან დაკავშირებულია ერთი, ან რამდენიმე სრუტით, ძალიან დანაწევრებულია, ხასიათდება მრავალი კუნძულებით, მარილიანობა ბევრად თუ მეტად, ოკეანების ტემპერატურა განსაზღვრული სიღრმიდან ფსკერამდე, სრუტეების მქონე დინებები დამოკიდებული ადგილობრივ პირობებზე. ხმელთაშუა ზღვები შეიძლება იყვნენ შიდაკონტინენტური და კონტინენტური. 1. კონტინენტშორისი, - რომლებიც იმყოფებიან ორი, ან რამოდენიმე მატერიკს შორის, ისისნი ყოველთვის დანაწევრებულნი არიან და აქვთ მრავალი კუნძული მაგალითად: ჩრდილო პოლარული ან არქტიკული ზღვა, ავსტრალია აზიის ზღვა. ამერიკის ხმელთაშუა ზღვა/ კარიბის და მექსიკის ყურე/, ხმელთაშუა ზღვა თავისი ტოტებით, წითელი ზღვა და ა.შ. 2) შიდა კონტინენტული, ე.ი. შემოფარგლული ნაპირებით, რომელიც ეკუთვნის ერთი და იგივე მატერიკს, ეს ზღვები დიდი არ არის, შედარებით თავთხელია, მაგალითად, თეთრი, შავი, ბალტიის, ადრიატიკის, ეგეოსის, მარმარილოს, ჰუდზონის ყურე.
2. განაპირა ზღვები – ეფინებიან მხოლოდ ნაპირებს, ეკუთვნიან ერთი და იგივე მატერიკს, ოკეანესგან გამოყოფილი არიან კუნძულებით, არქიპელაგით, ზოგჯერ ნახევარკუნძულებით, ნაკლებად არიან დანაწევრებულნი, მარილიანობა აქ ნაკლებია, ვიდრე ოკეანეში, მოქცევა და უკუქცევა და დინებები დამოკიდებულია ოკეანეზე. მაგალითად: ჩრდილოეთის, ირლანდიის, ბერინგის, ოხოტის, იაპონიის, კალიფორნიის ყურე, ანდამანის ზღვა,

ოკეანისა და ზღვების ფართობები.

წყნარი	- 165,7 მლნ კმ^2	- 46
ატლანტის	- 81,7	- 23
ინდოეთის	- 73,4	- 20
სამი ოკეანე	- 320,8	- 89
ხმელთაშუა ზღვები	- 32,4	- 9

განაპირა	- 8,1	- 2
ყველა ზღვა ერთად	- 40,5	- 11
მსოფლიო ოკეანე	- 361,3	- 100

თავი 1.1. მსოფლიო ოკეანის და შავი ზღვის დონის ცვალებადობა

გლობალური ძალების . მიზიდულობის და ცენტრიდანული ძალების გარდა ოკეანეებზე მოქმედებს: ქარი, დინებები, მოქცევა, მარილიანობა და ზღვის წყლის ტემპერატურა, რომლებიც ცვლიან სიმკვრივეს.

დონის მერყეობა. თუ დაუკვირდებით ფუტშტოკით დონის მდგომარეობას შევამჩნევთ, რომ იგი საკმაოდ მერყეობს. დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ ხდება დონის წლიური მერყეობა, რომელიც განსაზღვრულია კლიმატური ფაქტორებით: ატმოსფეროს წნევა, წყლის ტემპერატურა, გაბატონებული ქარები მოქმედება ცვლის დონეს.

მაგალითად, კრონშტადტში, დონე ყოველთვის მაღალია შემოდგომაზე, ვიდრე გაზაფხულზე და ზამთარში, რაც აიხსნება ხარჯის გაზრდით, დასავლეთის გაბატონებული ქარით, და ბოლოს ზამთარში ფინეთის ყურეში ყინულოვანი ფენის არსებობით.

შავ ზღვაზე ყველაზე მაღალი დონე /ოდესა, ფოთი, სევასტოპოლი/ მოდის ზაფხულზე / ივნისი/, ყველაზე დაბალი შემოდგომაზე. აქ ძირითადად მიზეზს ატმ, ნალექები წარმოადგენს, როგორც ზღვაში ჩამავალ მდინარეებში, ასევე ზღვებში ზაფხულის ნალექები სწევენ წყლის დონეს აგრეთვე დიდ გავლენას უნდა ახდენდეს ზღვიდან წარმავალი წყალი ბოსფორის სრუტით.
იმ ადგილებში, სადაც არსებობს სწორი წლიური პერიოდის ქარები, როგორიცაა ინდოეთის ოკეანეში მუსონები, პერიოდულად სცვლიან დონის მერყეობასაც,

დედამიწის კლიმატურ პერიოდთა შორის ბოლო არის მეოთხეული სისტემა, ის მოიცავს დროის მონაკვეთს პლიოცენის ბოლოდან ვიდრე დღემდე. მეცნიერთა აზრით დაახლოებით ის გრძელდებოდა რამდენიმე ასეული ათასი წლიდან 1 მილიონ წლამდე. მეოთხეული სისტემა ანუ პერიოდი ძირითადად ორ ნაწილად იყოფა: გამყინვარების ხანა და თანამედროვე ხანა. გამყინვარების ხანას ასევე უწოდებენ პლეისტოცენს ან კიდევ დილუვიუმს, ხოლო თანამედროვე ანუ გამყინვარების შემდგომ ხანას უწოდებენ, ასევე, ჰოლოცენს ან კიდევ ალუვიუმს. მეოთხეულ პერიოდში ცხოვრობდნენ, მაგალითად, მამონტები, ასევე, ამჟამად, ცნობილი ცხოველები. მეოთხეულის ისტორიისათვის აღსანიშნავი მოვლენა იყო გამყინვარება, რომელიც დიდ აცივებასთან ერთად დიდი სინესტითაც ხასიათდებოდა. დედამიწისათვის ზოგადად ეს იყო წვიმიანი ხანა, ხოლო ჩრდილო და სამხრეთ ნახევარსფეროების დიდი ნაწილისათვის გამყინვარება. მისი მიზეზი მეცნიერებისათვის დღესაც უცნობია, თუმცა მრავალი ჰიპოთეზა არსებობს. აღსანიშნავია, რომ ყოფილა არა ერთი, არამედ რამდენიმე გამყინვარება, ანუ დედამიწაზე აცივებისა და დათბობის ეპოქები მონაცვლეობდნენ.

მეოთხეული პერიოდის კონტინენტები და ზღვები თითქმის ისეთივე იყო, როგორც დღეს არის, მხოლოდ ზოგმა ზღვამ წინ წაიწია წყლის დონის ამაღლების გამო, ანდა უკან დაიხია დონის დაწევის გამო, რის გამოც ხმელეთზე დატოვა ტერასები და ზღვიური ლექი. კასპიის ზღვის სამხრეთული ნაწილი მეოთხეულის დასაწყისში ხმელეთს წარმოადგენდა და მისი დაძირვა შემდგომ მოხდა. ჩრდილო ნაწილში კი ხდებოდა ზღვის მრავალჯერადი ტრანსგრესია და რეგრესია (აწევ-დაწევა). მაგალითად, ზღვის ტერასული ლექის მიხედვით ითვლიან, რომ კასპიის ზღვის წყლის დონე თანამედროვესთან შედარებით 200 მეტრით მაღლა იყო აწეული ერთ პერიოდში (ალ. ჯანელიძე, ისტორიული გეოლოგიის მოკლე კურსი, 1963, გვ. 385). რაც შესაძლოა გამოწვეული იყო გამყინვარების პერიოდში დათბობით, რამაც ყინულის დადნობა გამოიწვია. ასევე ხდებოდა პირიქით, აცივების დროს დიდძალი წყლის დაბანდება ხდებოდა ყინულის სახით, რაც ზღვაში წყლის რაოდენობის შემცირებას იწვევდა.

მსგავსია შავი ზღვის ისტორია მეოთხეული პერიოდის განმავლობაში. პერიოდის დასაწყისში, შავი ზღვა, ტბას წარმოადგენდა. ის მოწყვეტილი იყო ხმელთაშუა ზღვას ხმელეთის დიდი ნაწილებით. კერძოდ, ეგეოსის ზღვის ადგილზე არსებობდა ხმელეთი, რომელიც ბალკანეთის ნახევარკუნძულს უშუალოდ აკავშირებდა მცირე აზიასთან,

ხოლო მარმარილოს ზღვა იყო ტბა. ამ ტბიდან გამოდიოდა მდინარე, რომელიც ერთვოდა ხმელთაშუა ზღვას. ამ მდინარის ხეობის ადგილზე ახლა არის დარდანელის სრუტე. ზედა მეოთხეულში მოხდა ეგეოსის ხმელეთის დაძირვა და წარმოიშვა ეგეოსის ზღვა, ამავე დროს დაიძირა შავი ზღვის სამხრეთში მდებარე ხმელეთიც, რის გამოც შავი ზღვა და ხმელთაშუა ზღვა ერთმანეთს შეუერთდნენ. შემდგომში კიდევ რამდენჯერმე შეწყდა და განახლდა ეს კავშირი. ხმელთაშუა ზღვისაგან მოწყვეტამ გამოიწვია შავი ზღვის რამდენჯერმე გამარილიანება.

მეოთხეულის ეპოქების დასათარიღებლად იყენებენ ზღვიური ლექების ნაშთებს, კერძოდ, რადგანაც, საკმაოდ ხშირად ხდებოდა ზღვის დონის ცვლილება, ამ დროს წარმოიშობოდა შესაბამისი სანაპირო ტერასა (ველი, ბაქანი), მათი ნაშთების შესწავლა იძლევა მეთოდს დათარიღებისათვის. კერძოდ, ზღვის დონის დაწევის დროს წარმოიშობოდა ახალი სანაპირო ზოლი ანუ ტერასა, შემდეგ კიდევ დაწევა ზღვის დონისა უფრო დაბალ ტერასას გვაძლევდა. მაშასადამე ძველი ტერასა უფრო მაღლაა, ვიდრე მისი შემდგომი ახალი ტერასები. ხმელთაშუა ზღვის ნაპირებზე აჩვენებენ ოთხ ტერასას, თითოეულ მათგანს აქვს თავისი სიმაღლე, ყველაზე მაღალი 90-110 მეტრია, ყველაზე დაბალი 18-20 მეტრი. მაშასადამე იყო დრო, როცა ხმელთაშუა ზღვის დონე 110 მეტრით მაღლა იყო აწეული. მსგავსადვე შავ ზღვაზე.

მეოთხეული პერიოდის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენა ადამიანის გაჩენაა. ზემოთ აღნიშნულ გამყინვარების ხანას, ანუ პლეისტოცენს არქეოლოგების ქრონოლოგიური სქემით შეესაბამება – პალეოლითი, ანუ ძველი ქვის ხანა. თანამედროვე ხანას, ანუ ჰოლოცენს (ალუვიუმს) შეესაბამება არქეოლოგების – ნეოლითი (ახალი ქვის ხანა), ბრინჯაოს ხანა და რკინის ხანა.

პალეოლითის ბოლო ეტაპზე ადამიანმა ისწავლა იარაღის გაუმჯობესება და ძვლის იარაღების დამზადება, ხოლო ჰოლოცენის დასაწყისში (ე.წ. აზილურ დროს) მას უკვე შეუსწავლია თიხის კერამიკული დამუშავება, მაგრამ საქოთნე დაზგა ჯერ კიდევ არ ჰქონდა (ალ. ჯანელიძე, ისტორიული გეოლოგიის მოკლე კურსი, 1963, გვ. 370-397).

მეცნიერ-გეოგრაფების მონაცემებით შავ ზღვაში ე.წ. ფანაგორიულ რეგრესიის დამთავრების შემდეგ, დაახლოებით ძველი და ახალი წელთაღრიცხვების მიჯნაზე დაიწყო ზღვის ტრანსგრესია (ჯანელიძე ჭ, ფაზისის ლოკალიზაციის გეოგრაფიული ასპექტები, ფაზისისადმი მიძღვნილი სესიის თეზისები, 1973, გვ. 5-16),

მაშასადამე, დაახლოებით I ს-ში (ჩვენი წელთაღრიცხვით, ქრისტეშობის შემდეგ) დაიწყო ტრანსგრესია ანუ შავი ზღვის დონის აწევა. თანამედროვესთან შედარებით შავი ზღვის დონე ამაღლდა 3 მეტრით, რის გამოც ძველი ნამოსახლარები მოექცნენ ზღვის ქვეშ, კერძოდ ამგვარი პროცესი განვითარდა ჩრდილოეთ და სამხრეთ შავიზღვისპირეთში (სინოპი), სადაც ანტიკური ნაქალაქარები წყლის ქვეშ მოექცნენ (გ. გამყრელიძე, ქ. ფაზისის ადგილმდებარეობის საკითხისათვის, არქეოლოგიურ გამოკვლევათა კრებული, 2003, 1. "იბერია – კოლხეთი" (ანტიკური პერიოდი), გვ. 180). არქეოლოგიური მონაცემები მიუთითებს, რომ ჰოლოცენის ეპოქაში დასავლეთ

საქართველოს შავიზღვისპირეთში ცვალებადი იყო ფიზიკო-გეოგრაფიული პირობები, რამაც გამოიწვია სანაპირო ხაზის ცვლილებები. ყინულოვანი ეპოქის შემდეგ გეოლოგიური და სტრატიგრაფიული მასალების მიხედვით შეიქმნა ძველი შავი ზღვის ბასეინი. შავი ზღვის დონის აწევას უკავშირებენ ყინულოვანი საფარველის გაძლიერებულ დნობას და ტექტონიკურ მოძრაობებს. დასავლეთ საქართველოს შავიზღვისპირეთში ბურღვითი სამუშაოების შედეგად, აღმოჩნდა სამი ტორფული ჰორიზონტი ძველი და გვიანი შავი ზღვის დროისა. სხვადასხვა სიღმეებზე ტორფული ჰორიზონტების არსებობა მიუთითებს ზღვის სამჯერად უკან დახევაზე. არქეოლოგიური ძეგლები საშუალებას გვაძლევს ზოგადი წარმოდგენა ვიქონიოთ პალეოგრაფიულ პირობებზე ჰოლოცენის ეპოქაში. როგორც ითქვა, მერყეობდა შავი ზღვის დონე. ქვემო ტორფული ჰორიზონტები მდებარეობდნენ ამჟამინდელი ზღვის დონის ქვემოთ 40-39 და 18 მეტრ სიღრმეზე (ძველი და გვიანი ჰოლოცენის დროს), რაც ემთხვევა არქტიკულ, სუბარქტიკულ და ბორეალური დროის კლიმატურ მერყეობას.

თავი 2. მსოფლიო ოკეანის კვლევის ძირითადი ეტაპები.

დედამიწის ზედაპირის ყველაზე ვრცელ და უნიკალურ გეოგრაფიულ გარემოს - მსოფლიო ოკეანის შესწავლას უკანასკნელ ხანს სულ უფრო მეტი ყურადღება ექცევა. მსოფლიო ოკეანე წარმოადგენს ისეთ მრავალფუნქციონალურ ფენომენს, რომელიც ერთდროულად არის კლიმატის და ამინდის გასაღები, მდიდარი სარეწი არე, კომუნიკაციის ყველაზე ეკონომიკურად ხელსაყრელი საშუალება, ენერგიის წყარო, თავდაცვის ზღუდე და, სამწუხაროდ, ნაგავსაყრელიც. ამიტომ, არსებითად, მსოფლიო ოკეანის შესახებ მოპოვებული ცოდნა მრავალი ურთიერთდაკავშირებული, მაგრამ საკმაოდ განსხვავებული სპეციალობების მქონე მეცნიერების კვლევის შედეგების ერთობლიობას წარმოადგენს. ბუნება თვით არ ანსხვავებს და არ სცნობს ამა თუ იმ მეცნიერების საზღვრებს. კანონები, რომლითაც იგი ხელმძღვანელობს სიცოცხლისათვის აუცილებელი პირობების შესაქმნელად, ხშირად სცილდება ცალკეული სპეციალისტების კვლევის არეს. ასე, მაგალითად, როდესაც ზღვის ტალღები ზემოქმედებენ ხმელეთის მყარ ქანებზე. ოკეანოგრაფია იჭრება გეოლოგიის სფეროში; იქ სადაც მიმდინარეობს ინტენსიური აორთქლითი პროცესები, წნევის ინტენსიური ცვლა და ჰაერის მასების გადაადგილება ოკეანოლოგია ერწყმის მეტეოროლოგიას, ხოლო ბიოლოგიური პროცესების და ზღვაში არსებული ცოცხალი ორგანიზმების ეკოლოგიური ციკლების კვლევის აუცილებლობამ განაპირობა მეცნიერების ახალი სფეროს - ბიოლოგიური ოკეანოლოგიის ანუ ზღვის ბიოლოგიის ჩამოყალიბება. ამრიგად, ოკეანოლოგია არის მეცნიერული დისციპლინების ერთობლიობა, რომელიც შეისწავლის მსოფლიო ოკეანის ოთხ ძირითად – ფიზიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ და გეოლოგიურ ასპექტებს. ფიზიკური ოკეანოლოგები (მათ შორის მეტეოროლოგები და გეოფიზიკოსები) იკვლევენ ოკეანეში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებს, როგორიც არის ოკეანის დინებები და მიქცევა-მოქცევითი მოვლენები, ოკეანისა და ატმოსფეროს ურთიერთობა და სხვა. ზედაპირულ დინებებზე სისტემატური დაკვირვებანი და მათი რუკებზე გადატანა ჯერ კიდევ XVIII საუკუნეში დაიწყო (ბერინგი, კოცებუ, ლენცი, მაური და სხვა) და ამჟამადაც გრძელდება. ტექნიკური აღჭურვილობის განვითარება საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ სიღრმული და ფსკერისპირა დინებების და წყლის მასების ფლუქტუაციების ზუსტი აღნუსხვა, რაც აუცილებელია საზღვაო ჰიდროლოგიური პროგნოზების შემდგომი განვითარებისათვის. საველე-საექსპედიციო (in situ), თეორიული და ლაბორატორიული კვლევა ითვალისწინებს ტალღების და ცუნამის ჰიდროდინამიკის, მარილიანობისა და ტემპერატურული რეჟიმის შესწავლას, ბუნებრივი პროცესების ჰიდრავლიკური და მათემატიკური მოდელების შექმნას, საზომი ინსტრუმენტების და აპარატურის განვითარებას, ზღვის წყლის ოპტიკური და აკუსტიკური მახასიათებლების შესწავლას და სხვა.

ქიმიურ ოკეანოლოგიას საფუძველი ინგლისური სამეცნიერო-საკვლევო გემის "ჩელენჯერის"ექსპედიციის დროს (1876 წ.) ჩაეყარა. განვლილ პერიოდში ანალიტიკური ტექნიკის განვითარებამ უზრუნველყო პერიოდული სისტემის თითქმის ყველა ელემენტის აღმოჩენა ზღვის წყალში. დღეს უკვე კოსმოსურ ხომალდებზე დამონტაჟებული ელექტრონული დეტექტორები და მასპექტრომეტრები დისტანციური ზონდირების მეშვეობით აღნუსხავენ ზღვის წყლის მასის დინამიურ და ქიმიურ ცვლილებებს და შეშფოთებებს, აანალიზებენ თევზების მიერ დატოვებულ კვალს წყალში, რითაც ხელს უწყობენ რეწვის მეტ ეფექტურობას, აკონტროლებენ ზღვის დონის ცვალებადობას და სხვა. სხვადასხვა ნივთიერების და სუბსტანციის დადგენა ზღვის წყალში აუცილებელია აგრეთვე მათი ზემოქმედების თვალსაზრისით ცოცხალ ორგანიზმებზე, რადგან სწორედ გახსნილი აირებისა და მინერალური მარილების რაოდენობაზეა დამოკიდებული საზღვაო მცენარეების ზრდა და სათანადოდ, ბიოპროდუქტიულობის დონე ზღვის წყალში. გარემოს გაჭუჭყიანებასა და ბუნებრივი რესურსების დაცვასთან დაკავშირებით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ქიმიურ ოკეანოლოგიას ენიჭება.

მსოფლიო ოკეანეში უამრავი ნაირსახეობის ცოცხალი ორგანიზმი ბინადრობს. საზღვაო ეკოლოგია შეისწავლის ამ ორგანიზმებს და მათ დეტერმინისტულ დამოკიდებულებას ზღვიურ გარემოსთან, კერძოდ, ერთის მხრივ, ამ უკანასკნელის გავლენას ცხოველების განაწილებასა და რაოდენობაზე და მეორეს მხრივ, იგივე ორგანიზმების მეტაბოლური (1) პროცესების ეფექტს ზღვის წყლის ქიმიურ შემადგენლობაზე.

ასევე, საზღვაო ეკოლოგია მოწოდებულია გამოიკვლიოს ცალკეული პოპულაციების გარემოსთან შეგუების, ადაპტაციის პირობები, რათა პერსპექტივაში შესაძლებელი გახდეს რეგულირებული ხელოვნური თევზსარეწი მეურნეობის (აკვაკულტურის) ფართო განვითარება.

სისტემატურ საკლასიფიკაციო სამუშაოებთან ერთად, საზღვაო ბიოლოგები იკვლევენ ენერგიის ტრანსფორმაციის პრობლემებს საზღვაო კვების ჯაჭვში, რომლის საშუალებითაც მზის ენერგია და წყალში გახსნილი მინერალური მარილები. ფიტოპლანქტონის ფოტოსინთეზის საშუალებით

გარდაიქმნებიან ზოოორგანიზმების კვების წყაროდ, ხოლო შემდგომ მაღალმოლეკულურ ორგანულ სუბსტანციად.

უკანასკნელ ხანს სულ უფრო მეტი ინტენსიურობით წარმოებს ოკეანის ბაზისის გეოლოგიური გენეზისის, სტრუქტურის და ნალექოვანი გარსის მეცნიერული კვლევა-ძიება. ინტერესი ზღვის გეოლოგიისადმი გამოწვეულია ენერგომატარებელი წიაღისეულის სულ უფრო მზარდი დეფიციტით. მსოფლიო ოკეანის ფსკერზე და მის ქვეშ სასარგებლო წიაღისეულის უზარმაზარი რაოდენობა მოიპოვება, გაცილებით მეტი ვიდრე ხმელეთზე. ამჟამად უკვე ოკეანის შელფურ ზონაში მოიპოვება მსოფლიოში უტილიზებული ნახშირწყალბადების - აირისა და ნავთობის 30%-მდე,

ხოლო რკინა-მარგანეცის კონკრეციების სახით ოკეანის ფსკერი ინახავს 2 ტრილიონ ტონამდე რკინას და ფერად ლითონებს. სწრაფი ტემპით მიმდინარეობს იშვიათი ელემენტებისა და ძვირფასი მინერალების შემცვლელი საზღვაო-სანაპირო ქვიშრობების ათვისება და ექსპლოატაცია.

ზღვის გეოფიზიკა, რომელიც იყენებს რა ფიზიკის კვლევის მეთოდებს და ტექნიკას იკვლევს ოკეანის გეოფიზიკურ ველებს – მაგნიტურ, ელექტრულ, გრავიტაციულ და, აგრეთვე, ოკეანის ფსკერის რელიეფს. ძლიერი ბგერითი წყაროები (აფეთქებები, წყალქვესა განმუხტვები და სხვა) წარმოქმნიან ბგერით ტალღებს, რომელთა მიწის ქერქში გავრცელება იძლევა ნალექების სისქისა და სტრუქტურული აგებულობის სურათს.

 იმ საკითხთა ნუსხა, რომელთა გადაწყვეტა აკისრია საინჟინრო ანუ გამოყენებით ოკეანოლოგიას მოიცავს ნაპირსამაგრი საშუალებების კონსტრუქციულ გადწყვეტას და დიზაინს, ნავთობმომპოვებელი საბურღი ბაქნების შექმნას და მათი საიმედოობის ამაღლებას, საზღვაო არქიტექტურის (სანაოსნო საშუალებების) განვითარებას და სხვა.

ოკეანოლოგიური კვლევის უკეთ წარმართვისათვის დაარსდა საკოორდინაციო საერთაშორისო ცენტრები. კერძოთ, იუნესკოსთან არსებობს საერთაშორისო სამთავრობაშორისო ოკეანოგრაფიული კომისია (მოკი), განხორციელებულია ოკეანოგრაფიული ინფორმაციის შემკრები და განსაზოგადოებული რეგიონალური ცენტრების შექმნა აშშ, რუსეთში და ჩინეთში, გადაიდგა პირველი ნაბიჯები პლანეტარული სადამკვირვებლო ქსელის და მონიტორინგის სისტემის შესაქმნელად, რომელიც ითვალისწინებს, როგორც დისტანციური ზონდირების, ისე ადგილზე (in situ) მოპოვებული საზღვაო მონაცემების და ინფორმაციის ერთიან სტანდარტში მოქცევას, დამუშავებას და გავრცელებას.

მსოფლიო ოკეანის და მისი ცალკეული ნაწილების შესწავლის თავდაპირველ მიზეზად, როგორც ჩანს, მისი პრაქტიკულად გამოყენების აუცილებლობა უნდა დავასახელოთ და არა ბუნების შეცნობის აბსტრაქტული სურვილი ან ცნობისმოყვარეობა. როგორც საზღვაო ნავიგაციის პირველი დოკუმენტები მეტყველებენ (ix. danarti) ძველი ზღვაოსნების მთავარი საზრუნავი, ისევე როგორც ახლა, მათი ადგილმდებარეობის განსაზღვრა იყო. ადამიანის პირველი გააზრებული აღქმა ოკეანისა დაიწყო მაშინ, როდესაც იგი შეეცადა თავი აერიდებინა სანაპირო დინებებისა და საშიში მეჩეჩებისგან. ფინიკიელების და ბერძნების სავაჭრო ინტერესებმა აიძულეს ისინი საკმარისად შეესწავლად ხმელთაშუა ზღვა და მიმდებარე ზღვები ჯერ კიდევ ჰომეროსამდე (856წ. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე), თუმცა ადამიანს კიდევ დიდი მსხვერპლის და გარჯის გაღება მოუხდა, რათა ახლად აღმოჩენილი მიწებით დაეფარა ჰომეროსის მიერ წარმოჩენილი სურათი დედამიწისა, სადაც მოცემული იყო მხოლოდ ხმელთაშუა ზღვის ირგვლივ მდებარე მიწები და ქვეყნები, შემორკალური თვალუწვდენელი ოკეანეთი. ჩვენი წინაპრების ნავიგაციურ

საშუალებები საკმაოდ ღარიბი იყო, რაც განსაზღვრავდა მათი მოგზაურობების არეს.

პირველი მეზღვაურები ძირითადად ნაპირის გასწვრივ ცურავდნენ, ხოლო შემდეგ გაბედეს რა გაშლილ ოკეანეში ცურვა, ვარსკვლავების საშუალებით იკვლევდნენ გზას. გამონაკლისად ინდოეთის ოკეანე შეიძლება ჩაითვალოს, სადაც მეზღვაურთა კურსისა და დროის განსაზღვრა ბევრად დამოკიდებული იყო სეზონურ მუსონურ ქარებზე. (ამავე დროს მრავალი ხალხი, რასა ცხოვრობდა იზოლირებულად ერთმანეთისაგან, სრული უმეცარებით ერთმანეთის შესახებ, თავიანთი კულტურით და ტრადიციებით, თავისებური შეხედულებით დედამიწაზე და მის გარემოზე, მრავალი თავისი დროისათვის გენიალური აღმოჩენები იყო გაკეთებული მათ მიერ და მრავალი მათგანი დასამარდა ან გაქრა მისივე აღმომჩენ ხალხთან ერთად. ცალკეული რასის წარმომადგენლებს, ქვეყნებს წარმოდგენა არ ჰქონდათ ერთმანეთის არსებობაზე – არ არსებობდა კომუნიკაციური საშუალებები მათ შორის. ალბათ, ცივილიზაციის განვითარების ტემპები გაცილებით მაღალი იქნებოდა, რომ არა ბუნებრივი ბერიერები ცალკეულ ხალხებს შორის – უსასრულო სივრცეები მიწის და წყლისა.

იმ დღიდან, როდესაც ოკეანე დაუძლეველ ბარიერად გვევლინება და იმ დრომდე, როდესაც იგი ერთერთ მნიშვნელოვან კომუნიკაციურ საშუალებად მოევლინა, ადამიანმა გაიღო აურეცხელი მსხვერპლი და გარჯა. პოლინეზიელები და ინდოელები (ინდოეთი) იყვნენ ალბათ პირველნი, რომლებმაც სესძლეს ოკეანის გადაკვეთა – ამაზე მიგვითითებს ცალკეული არქეოლოგიური აღმოჩენები და ცალკეული ადგილების დასახლებანი. ასე, მაგალითად, კუნძულ სოკოტრას (Sokotra) სახელი ადენის სრუტეში უკავშირდება სანსკრიტულ სახელს, (Davipa Sukhatara)- ას.

ინდოეთის კოლონია სოკოტრაზე დაარსდა 3000წ. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე და იარსება რომის იმპერიის არსებობის ბოლო დრომდე. შემდეგ, როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ? ბოლოს ფინიკიელებმა, ჰერკულესის სვეტების გავლით ჩრდილოეთისკენ – ჰიბრალტარის სრუტეში – მიაღწიეს Finisterre და Scily Islands და აღმოაჩინეს კანარის კუნძულები - ” Isulae Fortunetae”, როგორც მას პლუტარხე, პლინიუსი და პტოლომე იხსენიებენ. დაახლოებით 1500 წლებში ჩ.წ. გამოცდილ ფინიკიელ მეზღვაურებს იყენებენ არაბეთის ქვეყნების მეფეები ახალი მიწების აღმოჩენებისათვის. 600 წლისათვის ჩ.წ. ზოგი მეცნიერი ფინიკიელებს მიაწერს აფრიკის კონტინენტის ირგვლივ მოგზაურობას. მომდევნო საუკუნეებში ინტენსიური ნავიგაცია წარმოებდა ინდოეთის ოკეანეზე, რომაელებსა და აღმოსავლეთ ქვეყნებს შორის ვაჭრობის წყალობით. უფრო გვიან კი, შუა საუკუნეებში პრივილეგია ამ ურთიერთობისა თითქმის მთლიანად არაბების ხელში აღმოჩნდა სანამ პორტუგალიელებმა, XV საუკუნის მეორე ნახევარში ახალი კლონიების და მიწების აღმოჩენის დაინტერესებულებმა არ გახსნეს ახალი ერა ისტორიული აღმოჩენებისა. ამ გრანდიოზულ აღმოჩენებს აუცილებლად ხელი შეუწყო ამ დროისათვის ახალმა ნავიგაციურმა ინსტრუმენტებმა, როგორიც იყო კომპასი და (astrolabe) ასტროლაბის მსგავსი ინსტრუმენტი, ე.წ. ”cross staff”, რომელსაც ხმარობდა კოლუმბი და რომელიც

შესაძლებლობას იძლეოდა ციური სხეულების სიმაღლისა და მათ შორის კუთხეების გაზომვისა. ჯერ კიდევ პტოლომეს (87-165 ჩ.წ.) ჰქონდა მოცემული, მაგრამ მისი გამოყენება ნავიგაციაში გაცილებით გვიან მოხდა, ხოლო კომპასი, რომლის შექმნას ჩინელებს მიაწერენ, არაბი ვაჭრების და მეზღვაურების საშუალებით XIII საუკუნეში ევროპის ქვეყნებისთვისაც გახდა ცნობილი. ესპანელებმა და პორტუგალიელებმა 1420-ანი წლებიდან 1520 წლამდე აღმოაჩინეს და ნაწილობრივ აითვისეს არა მარტო ცენტრალური ამერიკა და ჩრდილოეთ ამერიკის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი, არამედ სამხრეთ ამერიკის ატლანტიური ნაპირიც, ხოლო მაგელანმა 1519-1522 წლებში პირველმა შემოუარა დედამიწას. მავე დროს მიეკუთვნება პირველი მნიშვნელოვანი ჩანაწერები ოკეანის ბუნების შესახებ (კოლუმბი, მაგელანი და სხვები). Berhard Varenius-ის (1622-1650) „Geographia Generalis"-ში პირველად იქნა მოცემული 3 თავი ოკეანოგრაფიაში. შემდგომ წლებში ჩატარებული იქნა ზღვის მარილიანობის და ტემპერატურის პირველი გაზომვები (E.Halley, 1715, Benjamin Franklin, 1770 და სხვა). ადამიანის გონებამ მოინდომა ჩაწვდომა ოკეანის სიღრმეში, მის მესამე განზომილებაში. ალექსანდრე ჰუმბოლდტი თავისი "კოსმოსი"-ს პირველ ტომში 1845 წელს წერს, რომ ორივე სიღრმე - ატმოსფეროსი და ოკეანისა ჯერ შეუცნობადია, თუმცა XVIII საუკუნეში იყო ცალკეული ცდები სიღრმის გაზომვისა (Captain Phipps, 1773, 1230m ჩრდილოეთ ზღვაში; Sir Gorn Ross 1818, 1800 წ.წ. ბაფინის ყურეში). ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა, ყველა გაზომვები ზედაპირულ წყლებში ტარდებოდა საჭირო ინსტრუმენტების უქონლობის გამო. ძლიერი ბიძგი (სტიმული) ოკეანოგრაფიულ კვლევას მისცა აუცილებლობამ სიღრმეების ცოდნისა საინჟინრო ინტერესებისათვის. ჯერ ელექტრომაგნიტური ტელეგრაფის გამოგონების (Gauss and Weber, 1833), ხოლო შემდეგ იდეამ ტრანსკონტინენტური კაბელური სისტემების გაყვანისა წყალქვეშ ამ დროს იწყება ინტენსიური სიღრმის გაზომვების ციკლი (ინგლისის გემი "ციკლოპი" (Cyclops) 1857-1858 წლებში). ამავე ექსპედიციის დროს პირველად იქნა გამოყენებული წნევის გამძლე სირღმული თერმომეტრები.

მეორე ფაქტორი, რომელმაც დიდი როლი ითამაშა ოკეანოგრაფიული და მეტეოროლოგიური მეცნიერებების განვითარებაში იყო სავაჭრო და კომუნიკაციური მიზნები, რათა ქარების, ტალღების, დინებების და შტორმების შესწავლა აუცილებელი გახდა გემების მშვიდობიანად და მოკლე გზით ცურვისათვის. ამ წლებში მიღებული მონაცემები და გამოცდილება დაედო საფუძვლად 1855წ. მაურის (Matthew F.Maury, 1806-1973) პირველ სახელმძღვანელოს ოკეანოგრაფიაში – "ზღვის ფიზიკურ გეოგრაფია"-ს.

საინტერესოა ის ფაქტი, რომ მესამე ფაქტორი, რომელმაც დიდი როლი ითამაშა ოკკეანის კვლევის ინტენსიფიკაციაში უკვე წმინდა მეცნიერული ინტერესებიდან გამომდინარეობდა. საქმე იმაშია, რომ გასული საუკუნის 60-იან წლებამდე მეცნიერულ წრეებში ბატონობდა შეხედულებანი გამომდინარე ედვარდ ფორბსის მონოგრაფიიდან "აბოსალური თეორია" ("Abyssal Theory"), გამოცემული 1843 წელს, სადაც აღნიშნული იყო, რომ სრული უსინათლობის პირობებში შეუძლებელია ცოცხალი ორგანიზმების არსებობა 550 მ ქვევით. ეს შეხედულება უარყოფილი იქნა 60-იან წლებში, როდესაც

3000 მ შესაკეთებლად ამოღებულ ტრანსატლანტიკურ კაბელზე უამრავი ცოცხალი ორგანიზმი ამოყვა. ამ ფაქტმა ოკეანის ბიოლოგიის ფუნდამენტური კვლევა გამოიწვია, რომელიც ერთდროულად მიმდინარეობდა მისი ფიზიკურ ბუნებასთან ერთად. მომდევნო წლებში გაიზარდა გამოკვლევეთა არე, ასევე სამეცნიერო ექსპედიციების რიცხვიც, რომელთა კვლევა უკვე სისტემატურ ხასიათს იღებს და ეყრდნობა სტაციონალურ სადგურებზე და წერტილებზე კვლევის მონაცემებს. აქ შეიძლება დავასახელოთ რამდენიმე ღირსშესანიშნავი ექსპედიცია, ისეთი როგორიც ჩატარდა ცნობილი "Challenger" ლორდ ტომპსონის ხელმძღვანელობით 1872-1889 წ.წ., ამერიკის "ენტერპრაიზ" ("Enterprise") 1883-1886, მონაკოს პრინცის ალბერტის ექსპედიციები და ა.შ.

პერიოდი ჩვენი საუკუნის დასაწყისიდან I მსოფლიო ომამდე, რომელიც პირობითად I პერიოდად შეიძლება ჩაითვალოს, აღინიშნა ოკეანოგრაფის ყველა დარგში მნიშვნელოვანი მიღწევებით. ზღვის ბუნების აღწერით – გეოგრაფიულ მეთოდთან ერთად ჩამოყალიბდა მათემატიკურ-ფიზიკური მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად მრავალი ცნობილი მეცნიერის (Mohn, Bjerknes, Ekman, Helland-Yansen, Defant) შრომები დაედო და რომელიც მჭიდრო კავშირში იმყოფებოდა თავოდან დინამიურ მეტეოროლოგიასთან.

მეორე ერა, პერიოდი I მსოფლიო ომიდან II-მდე აღინიშნა მეოთხე განზომილების, დროის დამატებით მე-3 განზომილებიან სივრცის ფაქტორებთან, უფრო ღრმად და სრულფასოვნად, ახალი ინსტრუმენტების საშუალებით, დაიწყო შესწავლა ოკეანის დინამიური, ქიმიური, ბიოლოგიური თვისებებისა, ძირეულად გარდაიქმნა და ჩამოყალიბდა გეო- და ჰიდროსფეროს კონტაქტის ამსახველი მეცნიერებანი, ამავე პერიოდს

ეკუთვნის პირველი ცდები ინტერნაციონალური ექსპედიციების მოწყობისა.

II მსოფლიო ომის დამთავრებიდან დღემდე (მესამე ერა) ოკეანოლოგია ჩამოყალიბდა როგორც ფუნდამენტალური მეცნიერება ოკეანის და ზღვების შემსწავლელი. რამეთუ უკანასკნელ ათწლეულების მრავალი ნამუშევარი და მონაცემია ნახმარი (გამოყენებული). ამ წიგნში მათი ცალკე მიმოხილვა ამ თავში ზედმეტად მიმაჩნია, მითუმეტეს რომ მათი მოცულობა და რაოდენობა ბევრად აღემატება ერთი თავის შესაძლებლობებს.

ბუნების ერთეულს უნდა შეესაბამებოდეს მეცნიერების ის ერთეული რომელიც, სწავლობს ბუნებას. მაგრამ მატერიის მოძრაობის ფორმები იმდენად სხვადასხვაა, რომ თვითოეულ მათგანთან მიდგომა მეტად სპეციფიკური უნდა იყოს.

ყოველ მეცნიერება უნდა ჰქონდეს თავისი შესწავლის ობიექტი. გეოგრაფიული სამყაროს, როგორც ერთიანი სისტემის, კომპლექსური შესწალვა მიმდინარეობს ატმოსფეროში, ჰიდროსფეროში, ლითოსფეროში და ორგანულ სამყაროში, ამას

ყველაფერს სწავლობს ფიზიკური გეოგრაფია. ამგვარად, ფიზიკური გეოგრაფია არის მეტად მრავალმხრივი და ფართო მეცნიერება, რომელიც თავის სფეროში მრავალ დარგს აერთიანებს. მაგალითად, რელიეფს, ჰაერის მასებს, დედამიწის წყლებს, ნიადაგს, მცენარეულ საფარსა და ცხოველთა სამყაროს სწავლობს ის დარგები, რომლებსაც ეწოდებათ გეომორფოლოგია, კლიმატოლოგია, ნიადაგისა და ბოტანიკური გეოგრაფია, ბიოგეოგრაფია და ა.შ.

მსოფლიო ოკეანის შესწავლა შეადგენდა უძველესი დორიდანვე ფიზიკური გეოგრაფიის ერთერთ წამყვან ამოცანას, ამ დისციპლინას ოკეანოგრაფია ეწოდება.

ოკეანოგრაფია არის მეცნიერება მსოფლიო ოეკანეთის შესახებ. მისი მთავარი მიმართულებებია: წყლის თერმიკა, ოკეანის წყლის ქიმიური შემადგენლობა, ოკეანის ფსკერის რელიეფის, დინებების, ტალღების და მოქცევის შესწავლა, ოკეანისა და ატმოსფეროს ურთიეთმოქმედება. განისაზღვრება ზღვის ფიზიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური და გეოლოგიური მახასიათებლები, ყოველი მათგანი ურთიერთთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული.

1902 წელს ქ. კოპენჰაგენში ჩატარდა ზღვის კვლევის საერთაშორისო სხდომა. ამის შემდეგ ჩამოყალიბდა 43 კომიტეტი, რომელიც დღემდე აერთიანებს საერთაშორისო ასამბლეებს.

ისტორია. უპირველესი მონაცემები მონაცემები მსოფლიო ოკეანეთის შესახებ გროვდებოდა უსისტემოდ. რომელი საუკუნიდან იწყება მისი აღმოცენება, დადგენა ძნელია. უდაოა, რომ IX-VIII საუკუნეებში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე თითქმის სამი ათასწლეულის მანძილზე ოკეანოგრაფიული მონაცემები მოდიოდა მეზღვაურებისა და სავაჭრო ხომალდებიდან.

ძველი ბერძნების ჰიპოტებით დაახლოებით 1 ათ სწლეულში ჩვენს წელთაღრიცვამდე დედამიწა წარმოადგენდა ბრტყელ დისკოს მათი წარმოდგენით დედამიწა შესდგებოდა ორი ნაწილისაგან, დედამიწისა და ზღვისაგან და იყო შემოსაზღვრული მდინარით, რომელსაც ოკეანუსი ერქვა. მცნება იმის შესახებ, რომ დედამიწას დისკოს ფორმა აქვს, შემორჩენილი იყო კოლუმბის დრომდე.

ჰეროდეს მონაცემებით, ფინიკიელებმა ჩაატარეს სამწლიანი მოგზაყრობა აფრიკის გარშემო მე-7 საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე. ამ მოგზაურობის შედეგები არ მიიღეს იმ დროინდელმა მეცნიერებმა და დიდხანს აფრიკა არ განიხილებოდა, როგორც დამოუკიდებელი კონტინენტი.

ჰანონმა, კართაგენიდან, მე-6 საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე იმოგზაურა აფრიკის დასავლეთ სანაპიროებზე მე-5 საუკუნეში გაჩნდა ჰეკატეს მსოფლიოს ახალი რუკა და სწორედ ამ დროისათვის დაიწყეს ხმელთაშუაზღვის შესწავლა.

ალექსანდრე მაკედონელის ლაშქრობის შემდეგ ინდოეთში /327-326 წლებში/ დედამიწის რუკაზე აღნიშნული იყო უკვე ცნობილი ხმელთაშუაზღვისა და მეწამულ ზღვასთან ერთად, კასპის ზღვა, სპარსეთის ყურე და არაბეთის ზღვა.

მარსელმა პიფეიმ მე-4 საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე დიდი სიზუსტით განსაზღვრა თავისი ქალაქის განედი, აგრეთვე აღწერა ზღვის მოქცევა, რომელიც დაუკავშირა მთვარის ფაზებს, პიფსი იყო იმ ბერძენ ცოტათაგანი, რომლებმაც მე-4 საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე ჩაატარეს მოგზაურობა ხმელთაშუა ზღვის გარეთ-ჩრდილოეთ ატლანტიკაში.

არისტოტელეს თეორემას იმის შესახებ, რომ დედამიწას აქვს სფეროსებური ფორმა, მხარი დაუჭირა დიკეარხმა მესინიდან და მწერალმა ტრატოსფერნმა ალექსანდრიიდან, დიკეარხმა შეადგინა კარტოგრაფიული ბადე, ერატოსფერმა განსაზღვრა რადიუსი და დედამიწის გარემომცველობა.

ჩვენი წელთაღრიცხვის I საუკუნის მე-20 წელს სტრაბონმა თავის წიგნში „გეოგრაფია“ განაზოგადა ბერძენი გეოგრაფების შრომები. რომაელებმა მრავალი სავაჭრო და სამხედრო მიზნით მოგზაურობის დროს ხმელთაშუაზღვასა და ევროპის არქტიკულ რაიონებში, შეიტანეს უზარმაზარი წვლილი ზღვებსა და ოკეანეების შესწავლაში.

რომის იმპერიის დაცემი შემდეგ რომაელი მოგზაურების ცნობარები დაიფანტა და მე-15 საუკუნემდე ზღვის ექსპედიციები თითქმის აღარ აღდგენილა.

მე-15 საუკუნეში ისევ აღსდგა ინტერესი ზღვებში მოგზაურობისა. მისი ერთერთი ენთუზიასტი იყო პორტუგალიელი უფლისწული ჰენრიხი, რომელმაც დაარსა სკოლები, ობსერვატორიები, იგი დიდი ორგანიზატორი იყო საზღვაო ექსპედიციებისა.

1497-1499 წლებში პორტუგალიელი ვდა გამა გაემგზავრა ეკიპაჟით ევროპიდან ინდოეთისაკენ.

ქრისტეფორე კოლუმბმა, რომელიც ეძებდა ახალ გზას ინდოეთისაკენ, გახსნა „ახალი მხარე“.

მაგელანის მოგზაურობა გაგრძელდა სამ წელიწადს. ეს მოგზაურობა ჩატარდა ესპანეთის მეფე კარლო V-ის ბრძანებით, იმისათვის, რომ ეპოვნათ უმოკლესი გზა „სამხრეთ“ ზღვისაკენ. მაგელანს ეგონა, რომ ატლანტის ოკეანედან არის გზა წყნარი

ოკეანესაკენ და რომ ამ გზით იგი შემოუვლის დედამიწას გარშემო. როგორც ცნობილია, ფერნანდი მაგელანი თავისი ეკიპაჟით დაიძრა ცეცხლოვანი მიწისაკენ, სრუტით, რომელსაც შემდგომ მაგელანის სრუტე დაერქვა, შევიდა მისსავე დარქმეულ წყნარ ვრცელ ოკეანეში, შემდეგ მოხვდა ფილიპინების კუნძულებზე, სადაც დაიღუპა ადგილობრივ ამბოხებაში მონაწილეობის მიღების დროს.

მაგელანის მოგზაურობის შემდეგ ფრენსის დრეიკმა გაიარა სამხრეთ ამერიკასა და ცეცხლოვან მიწას შორის.

მე-18 საუკუნეში ჯეიმს კუკმა თავისი პირველი მსოფლიოს გარშემო მოგზაურობის დროს შემოუარა ახალ ზელანდიას და მივიდა ავსტრალიის აღმოსავლეთ ნაპირებამდე. მეორე მოგზაურობის დროს მან მიაღწია სამხრეთ განედის 60^0. ამ მოგზაურობის დროს კუკის ხომლადმა პირველად ისტორიაში გადალახა სამხრეთ პოლარული წრე, თუმცა ექსპედიცია უკუიქცა ყინულებიდან. ამ ექსპედიციის პრიორიტეტი სხვა ექსპედიციებთან შედარებით შემოანხული იქნა ნახევარი საუკუნის მანძილზე.

კუკმა თავის მოგზაურობების დროს გამოიკვლია ჩრდილოეთი ამერიკის დასავლეთი სანაპიროები და დაიტანა რუკაზე წყნარი ოკეანის მრავალი კუნძული. კუკი მოკლული იყო ჰავაის კუნძულებზე მოგზაურობიდან დაბრუნების დროს.

თავი 3. მსოფლიო ოკეანის ძირითადი მახასიათებლები

3.1 საზღვრები. მსოფლიო ოკეანის დაყოფის პრინციპი იცვლებოდა დროის განმავლობაში მეცნიერთა მსოფლმხედველობის ცვალებადობასთან ერთად.

მრავალი წლის განმავლობაში მსოფლიო ოკეანე იყოფოდა ხუთ ოკეანედ ატლანტის, წყნარი, ინდოეთის, ჩრდილო ყინულოვანი და ანტრაქტიკის. ასეთი დაყოფა შემოიღეს მეცნიერებმა 1845 წელს ლონდონში, სამეფოს გეოგრაფიული საზოგადოების კომიტეტის სხდომაზე, რომელსაც ხელმძღვანელობდა მერჩინსონი, ანტრაქტიკის /სამხრეთის/ ოკეანეს არ გააჩნდა ბუნებრივი საზღვრები სხვა ოკეანეებთა, ამიტომ იგი დადგინდა პირობითად სამხრეთი განედის 67^0 30^1, 60^0, 55^0 და ა.შ. ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის საზღვრები მერჩისონის კომიტეტის დადგენილების თანახმად მიჰყვებოდა ჩრდილოეთ პოარიც წინეს / 60^0 30^1 ჩრდ. განედის/.

1879 წელს კრიუმელის შრომის "ზღვის შედარებითი მორფოლოგიის შესახებ" და სახელმძღვანელოში "ოკეანოგრაფია" /1879/ გამოცემის შემდეგ გადაწყდა გამოეყოთ სულ სამი ოკეანე – ატლანტის, წყნარი და ინდოეთის. ეს ოკეანეები სამხრეთისაკენ იშლებოდნენ ანტრაქტიდის საზღვრამდე, ხოლო ჩრდილოეთისაკენ ევროპის, აზიის, ამერიკის კონტინენტები და ბერინგის სრუტე განიხილებოდნენ, როგორც ატლანტიკის ნაწილი. ამგვარად, არქტიკული აუზი შედიოდა ატლანტის ოკეანეში, უკანასკნელს წლებში ისევ წამოიწია ტენდენციამ ჩრდილოეთ პოლუსის გარშემო არსებული წყლები ჩაითვალოს დამოუკიდებლად. სწორედ ამიტომ წამოიჭრა

საკითხი დაიყოს ოკეანეთი ოთხ ნაწილად: ატლანტის, წყნარი, ინდოეთის და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანე.

დასავლეთით წყნარი ოკეანის საზღვარი მიჰყვება აზიის სანაპიროებს მალაკის ნახევარკუნძულამდე, მალაკის სრუტის ჩრდილოეთ ნაწილში – ინდონეზიის ნაპირების ჩრდილოეთით და სამხრეთით. სამხრეთით ახალი გვინეის კუნძულებიდან საზღვარი მიჰყვება ტორესის სრუტეს, ავსტრალიის აღმოსავლეთ სანაპიროს, ხოლო აღმოსავლეთით იგი მიჰყვება ბასის სრუტეს ტასმანიამდე და ბოლოს ესაზღვრება ანტაქტიდისაკენ აღმოსავლეთ გრძედის 147^0-ს აღმოსავლეთის შემდეგ იგი მიჰყვება ამერიკის კონტინენტის სანაპიროებს. ჩრდილოეთი საზღვარი მთავრდება შერინგის სრუტის დეჟნევის კონცხამდე – კერძოდ, პრინც უელსის კონცხით.

ატლანტის ოკეანის დასავლეთი საზღვარი გასდევს ჩრდილო და სამხრეთ ამერიკის აღმოსავლეთ სანაპიროებს, ჰუდზონის ყურიდან, ჩრდილოეთი – კონცხ გორნამდე. შემდეგ საზღვარი მიჰყვება მერიდიანულად ანტრაქტიდამდე, რომელიც წარმოადგენს ატლანტის ოკეანის სამხრეთ საზღვარს. აღმოსავლეთით საზღვარი მიჰყვება მერიდიანს კეთილი იმედის კონცხამდე /აღმ. გრძედის 20^0/ აღმოსავლეთით ატლანტის ოკეანე რეცხავს აფრიკის და ევროპის დასავლეთ სანაპიროებს. ჩრდილოეთით ატლანტის ოკეანე გამოყოფილი არქტიკის აუზიდან ხაზით, რომელიც მიჰყვება ნორვეგიის უკიდურეს ჩრდილოეთ წერტილს კუნძულ დასავლეთი შპიცბერგენის ყველაზე სამხრეთ წერტილს, დანიის სრუტესა და გრენლანდიას.

ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის საზღვრებად დღეს ითვლება ზემოთ მოხსენიებული წყნარი და ატლანტის ოკეანის საზღვრები, აგრეთვე ევროპის, აზიის, ჩრდილოეთ ამერიკისა და გრენლანდიის ჩრდილოეთი სანაპიროები.

ინდოეთის ოკეანის საზღვრები მიჰყვება აზიის სამხრეთ ნაპირებს, დასავლეთით – აფრიკის ნაპირებს კეთილი იმედის კონცხამდე, სამხრეთით ანტრაქტიკის მატერიკის ნაპირებმადე.

3.2 ჰიდროლოგიური რეჟიმი

როგორც სხვა დისციპლინებში, რეგიონალურ ოკეანოლოგიაშიც იგულისხმება მრავალი მეცნიერული ცნება და ტერმინი, მაგალითად, ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმი.

შევთანხმდეთ, რომ ზღვის ჰიდროლოგიური მდგომარეობისა ქვეშ ვგულისხმობთ ყველა ჰიდროლოგიური პროცესების კანონზომიერებებისა და ურთიერთმოქმედების ერთობლიობას მოცემულ დროში. ამავე დროს, ზღვის ჰიდროლოგიურ მდგომარეობას შეიძლება ჰქონდეს მრავალი ვარიაცია. ბუნებრივია, ზღვის წყლის თუნდაც ერთადერთი თვისების ან ჰიდროლოგიური ელემენტის შეცვლა გამოიწვევს ზღვის ჰიდროლოგიური მდგომარეობის შეცვლას.

ზღვის პრაქტიკული გამოყენების დროს ჰიდროლოგიური მდგომარეობაში იგულისხმება მხოლოდ ის ჰიდროლოგიური პროცესები და მათი ელემენტები, რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს და საგრძნობლად მოქმედებს საზოგადოებრიობის სამეურნეო ცხოვრებაზე – სწორედ ამით იყო გამოწვეული დიდი ინტერესის გამოჩენა ზღვის წყლის კვლევისადმი.

ზღვის ჰიდროლოგიური მდგომარეობისა და ჰიდროლოგიური პროცესების ურთიერთობა შეუწყვეტელია: თუ პროცესების ინტენსივობა იცვლება, ასევე იცვლება ჰიდროლოგიური რეჟიმი.

საზოგადოდ ზღვის ჰიდროლოგიური მდგომარეობა შეიძლება დავყოთ პერიოდულ, რომელიც წარმოიშვა დედამიწის დღეღამური და წლიური ბრუნვის და არაპერიოდული, რომელიც გამოწვეულია, ატმოსფეროს ცირკულაციის ეპიზოდურ დარღვევასთან და მასთან დაკავშირებული ჰიდროლოგიური ელემენტების ცვლილებით.

ჰიდროლოგიური მდგომარეობის წლიური და დღეღამური ცვლილება მჭიდროდ უკავშირდება მზის სხივური ენერგიის შესაბამის აქტიურობას, ხოლო მიქცევა-მოქცევითი პროცესები გამოწვეულია დედამიწის გრავიტაციული ველის ცვლაებადობით. ამავე დროს, ხშირად ზღვის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცვალებადობა ინიღბება არაპერიოდული ანემობარიული გავლენით, რომლის დროსაც შესაძლებელია მოულოდნელი და მნიშვნელოვანი წყლის ფიზიკური თვისებების მერყეობა. მაგალითად, იმის მაგივრად, რომ დღისით მოსალოდნელია წყლის ტემპერატურის აწევა და ღამით ტემპერატური დაწევა, შეიძლება დათბეს ან აცივდეს. ასევე, ქარის მიმართულების შეცვლა იწვევს რთული სტრუქტურის დინებებს, რომლებიც ზემოქმედებენ წყლის დინამიურ მდგომარეობას.

ზღვის ან ოკეანის ნაწილის ჰიდროლოგიური რეჟიმის ქვეშ იგულისხმება ოკეანოგრაფიული მოვლენების ტიპიური ერთობლიობა, წყლის მასების სტრუქტურა, მდგომარეობა, მათი მოძრაობის შედეგი როგორც კონკრეტულ გეოგრაფიულ პირობებში წარმოშობილი ჰიდროლოგიური პრინციპების ერთობლიობა.

ოკეანის საზღვრებისა და ჰიდროგრაფიის განსაზღვრასთან დაკავშირებით, ოკეანოგრაფიაში არსებულ აზრთა სხვადასხვაობის გადასაწყვეტად ინგლისის დედაქალაქში, ლონდონში 1919 წელს მოწვეულ იქნა პირველი საერთაშორისო ჰიდროგრაფიული კონფერენცია, რომელმაც გადაწყვიტა ოკეანებისა და ზღვების საზღვრების დაზუსტება, რათა ისინი შეეტანათ ოფიციალურ კრებულებში.

იმ დროის ერთერთ გამოცემაში შემონახულია მსოფლიო ოკეანეთის დაყოფა ოთხ ნაწილად: ატლანტის, წყნარის, ინდოეთისა და ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანისა მაგრამ თვითოეული ოკეანე აქ განიხილება იზოლორებულად მასში შემავალი ზღვების გარეშე. ატლანტის და წყნარი ოკეანე იყოფა ორ ნაწილად ჩრდილო და სამხრეთი, რომელთა საზღვარი გადის ეკვატორზე, რადგან ანტრაქტიკის წყლების ჩრდილო საზღვარის დადგენა ძნელი აღმოჩნდა უმნიშვნელო სეზონური მერყეობის გამო სამხრეთი განედის 48-52^0-ზე. მიღებულია, რომ სამი ოკეანე ატლანტის, წყნარი და ინდოეთის გაჭიმულები არიან ანტარქტიკამდე და გამოყოფილნი არიან ერთმანეთისაგან აფრიკის, ამერიკის და კუნძულ ტასმანიის სამხრეთი წერტილების მერიდიანზე.

ოკეანისა და ზღვების ფართობების სიდიდეები იცვლებოდნენ მათი საზღვრების ცვალებადობასთან ერთად. ამჟამად, ვეყრდნობით რა დედამიწის ფორმის ცნებასა და ხმელეთის გეოგრაფიულ საზღვრებს, შეიძლება საკმაო სიზუსტით განისაზღვროს ოკეანისა და ზღვების ფართობები.

კომისიამ ჩაატარა მრავალი გაანგარიშებანი 1921 წელს, რომლის შედეგები გახდა დასაყრდენი მრავალი მეცნიერებისათვის /ლიტლხოუსი, 1932 წ. სტიქოსი, 1938 წ./.

ოკეანეების ზედაპირის განაწილება სიღრმის საფეხურების მიხედვით

/ათასი კმ^2/

ოკეანე	სიღრმეები, კმ^2													
	0.0-0.2	0.2-1.0	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	სარ-კის ზედაპ.	კუნ-ძულ-ები	საერ-თო ზედაპ.
ატლანტის	7886	4829	4256	8545	18206	29740	17392	748	42	10	1	91655	1070	92725
ინდოეთის	4592	2610	3168	7427	19142	26390	12151	694	1			76175	826	77001
ჩრდილო ყინულ-ოვანი	6250	2779	1433	1860	2034	432						14788	3795	18583
წყნარი	8514	6093	7572	12695	37279	61091	42565	2574	221	58	21	178684	3947	182631
მსოფლიო	27242	16311	16429	30527	76661	117653	72108	4016	264	69	22	361302	9638	370940

ოკეანეების წყლის მასის მოცულობის განაწილება სიღრმის საფეხურების მიხედვით /მლნ კმ^3/

ტაბულა 3

ოკეანე	სიღრმეები, კმ										საშუალო სიღრმე, მ
	0.0-0.2	0.2-1.0	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8		
ატლანტის	17.5	64.8	76.9	71.0	58.0	33.0	8.5	0.4		330.1	3602
ინდოეთის	14.8	56.2	67.5	62.8	49.6	26.6	6.8	0.3		16.7	3736
ჩრდილო ყინულ-ოვანი წყნარი	34.9	133.5	160.1	151.1	126.9	76.3	22.8	1.4	0.1	707.1	3957

მსოფლიო	68.4	260.1	309.5	288.3	235.9	136.0	38.1	2.1	0.1	1338.5	3784

ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანის ზღვები.

ზღვები	სიღრმეები, კმ							სარკის ზედაპირი	კუნძულები	საერთო ზედაპირი
	0.0-0.1	0.1-0.3	0.3-0.5	05.-1.0	1-2	2-3	3.4			
ბარენცის	370.3	845.1	223.0					1438.4	31.4	1409.8
თეთრი	76.3	13.8						90.1	0.7	90.8
კარის	578.6	228.9	66.2	19.7				893.4	10.0	903.4
ლაპტევების	472.2	42.7	16.4	20.3	17.9	60.7	42.0	672.2	5.9	678.1
აღმოსავლეთ ციმბირის	343.5	61.5	6.8	4.6				916.4	9.7	926.1
ჩუკოვსკის	505.3	73.9	3.4	4.6	2.4			589.6		589.6

წყნარი ოკეანის ზღვები

ზღვები	სიღრმეები, კმ						სარკის ზედაპირი	კუნძულები	საერთო ზედაპირი
	0.0-0.2	0.2-1.0	1-2	2-3	3-4	4-5			
ბერინგის	1061.2	112.8	127.7	161.6	849.1	3.0	2315.4	28.9	2344.3
ოხუტის	659.0	461.7	38.0	51.1	123.4		1603.2	13.5	1616.7
იაპონიის	279.3	178.6	198.6	177.0	228.0		1062.3	7.2	1069.5

ატლანტის ოკეანის ზღვები

ზღვები	სიღრმეები, კმ					სარკის ზედაპირი	კუნძულები	საერთო ზედაპირი
	0.0-0.2	0.2-0.5	0.5-1.0	1-2	2-3			
შავი	**124.9**	**15.5**	**26.1**	**117.2**	**147.5**	**431.2**		**431.2**
აზოვის	**40.9**					**40.5**		**40.5**
ბალტიის	**421.9**	**0.8**				**422.7**	**25.5**	**448.2**

ბერინგის ზღვა	2.268	3.259	1437
ოხოტის ზღვა	1.528	1.279	838
იაპონიის ზღვა	1.008	1.361	1350
აღმოსავლეთ-ჩინეთის ზღვა	1.249	0.235	188
კალიფორნიის ყურე	0.075	0.005	70
განაპირა ზღვები	8.079	7.059	874
ყველა ზღვა ერთად	39.928	48.125	1205
ატლანტის ოკეანე	106.463	354.679	3332
წყნარი ოკეანე	179.679	723.699	4028
ინდოეთის ოკეანე	74.917	291.945	3897
მსოფლიო	361.059	1370.323	3795

ოკეანეთი			

ოკეანეებისა და ზღვების ფართობები, მოცულობები და საშუალო სიღრმეები

ზღვა ან ოკეანე	**ფართობი 10^6 კმ^2**	**მოცულობა 10^6 კმ^3**	**საშუალო სიღრმე, მ**
1	2	3	4
ატლანტის ოკეანე	82.441	323.613	3926
წყნარი ოკეანე	165.246	707.555	4282
ინდოეთის ოკეანე	73.443	291.030	3962
ყველა ოკეანე /ზღვების დონეში/	321.130	1322.198	4117
არქტიკული „ხმელთაშუა-ზღვიური“ /ჩრდილო ყინულოვანი ოკეანე/	14.090	16.980	1205
ამერიკული „ხმელთაშუა- ზღვიური“ /კარიბის ზღვა, მექსიკის ყურე/	4.319	9.573	2216
ხმელთაშუა და შავი ზღვა	2.966	4.238	1429
ავსტრალია –აზიის „ხმელთაშუა- ზღვიური“	8.143	9.873	1212
დიდი ხმელთაშუა ზღვები	29.518	40.664	1378
ჩრდილოეთის ზღვა	0.575	0.054	94
ლა-მანშის სრუტე	0.075	0.004	54
ირლანდიის ზღვა	0.103	0.006	60
წმ. ლავრენტის ყურე	0.238	0.030	127
ანდამანის ზღვა	0.798	0.694	879

გამოიყოფა **ოკეანის წყლის მასები** წყლის ორი ელემენტარული მასა: მტკნარი და ზღვის. მათ შორის საზღვარი განისაზღვრება მარილიანობით 1‰. მსოფლიო ოკეანეში მტკნარი წყალი ძალიან ცოტაა, და ისიც გვხდება მხოლოდ დიდი მდინარეების შესართავებთან, მაგრამ მისი გავლენა შეიძლება გავრცელდეს ღია ოკეანეშიც და

გამოიწვიოს ქიმიური შემადგენლობის შეცვლა, კერძოდ, კარბონატების შემცველობის ზრდა, რაც შეიძლება წყლის მასის ერთ-ერთ მახასიათებლად მივიჩნიოთ.ამგვარად, მსოფლიო ოკეანის წყლის მასები განეკუთვნება მეორე ელემენტარული მასას - ზღვის მასას ანდა ჰალოსფეროს.ჰალოსფეროში შეიძლება გამოიყოს წყლის ძირითადი და მეორადი მასები. პირველს უკავია უზარმაზარი სივრცეები და გააჩნია ერთგვაროვანი შემადგენლობა დიდ მანძილებზე. წყლის ძირითადი მასების ჩამოყალიბების კერები დაკავშირებულია დედამიწის კლიმატის მთავარ ნიშან-თვისებებთან, ოკეანურ და ატმოსფერულ ცირკულაციებთნ. ამიტომ წყლის ძირითადი მასებია: ეკვატორული, ტროპიკული, სუბტროპიკული, ზომიერი განედების, სუბპოლარული და პოლარული. რადგან წყლის ძირითადი მასების ჩამოყალიბების კერები არაერთგვაროვანია, მათ ჰყოფენ აგრეთვე ოკეანეების მიხედვით. მაგრამ ცალკე აღებულ ოკეანეშიც არ არსებობს ერთგვაროვნება, ამიტომ ისინი იყოფა კიდევ ნახევარსფეროების მიხედვით - სამხრეთი და ჩრდილოეთი წყლები, გრძედების მიხედვით - აღმოსავლეთი და დასავლეთი. მაგრამ არსებობს წყლის მასების კიდევ ერთი აუცილებელი დაყოფა - ვერტიკალის მიხედვით: ზედაპირული, ქვეზედაპირული, სიღრმული და ფსკერისა. წყლის სისქეში ჰიდროლოგიური პირობების გამომსახველი T, S-მრუდების ფორმის მიხედვით გამოჰყოფენ ოკეანის სტრუქტურების სახეებს. მაგალითად, შეიძლება არსებობდეს ჩრდილო წყნარი ოკეანის აღმოსავლეთის ზედაპირული წყლის მასა. ზოგჯერ წყლის მასებს არქმევენ დინებების სახელებს, მაგალითად, გოლფსტრიმის წყლის მასა. წყლის მეორად მასებს განეკუთვნება წყლები, რომლებშიც შერეულია წყლის ძირითადი მასა და სხვა წყალსატევებიდან ოკეანეში შეტანილი წყალი, მაგალითად, ხმელთაშუა ზღვის წყლის მასა ატლანტიკის ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში, ან წითელი ზღვის წყლის მასა ინდოეთის ოკეანეში. ასევე იყოფა ზღვის წყლებიც, ოღონდ, რა თქმა უნდა, უფრო მცირე მასშტაბებით. მაგრამ წყლის მასების ძალიან დაწვრილებითი დაყოფა მიზანშეწონილი არ უნდა იყოს, რადგან წყლის მასის ცნების არსი გამოიხატება სწორედ განზოგადებაში - წვრილმანი, უმნიშვნელო მახასიათებლების გარეშე. წყლის მასების თეორია დიდად დაეხმარება მეცნიერებს გეოგრაფიის ერთ-ერთი ამოცანის - ოკეანის რაიონებად დაყოფის გადაჭრაში. წყლის მასები საფუძვლად დაედო რაიონებად დაყოფას, რაც გადმოცემულია შემაჯამებელ მრავალტომიან შრომაში "მსოფლიო ოკეანის გეოგრაფია". ამ შრომიდან ჩანს, თუ რა მრავალფეროვანი და რთულია მსოფლიო ოკეანეში მიმდინარე პროცესები, რა მჭიდროდაა დაკავშირებული ისინი ატმოსფერულ პროცესებთან, რაოდენ ძლიერია მყარ გარსთან - ფსკერთან და ნაპირთან კავშირი, ერთი სიტყვით, აქ გამოკვეთილია ოკეანის როლი დედამიწაზე მიმდინარე ჰიდროლოგიური პროცესების უწყვეტ ჯაჭვში. ეს ჯაჭვი იწყება მსოფლიო ოკეანიდან, საიდანაც ატმოსფეროში ორთქლდება უზარმაზარი რაოდენობის წყალი, და მთავრდება ისევ მსოფლიო ოკეანეში, სადაც ჩაედინება ხმელეთზე გადამუშავებული წყალი და ატმოსფეროდან დაბრუნებული წყალი ნალექების სახით.ოკეანის შესწავლის პირველივე საფეხურზე ყურადღება ექცეოდა იმას, რომ ოკეანის სხვადასხვა, თუნდაც ახლომდებარე რაიონებში წყალს გააჩნდა განსხვავებული მახასიათებლები. განირჩეოდა ცივი და თბილი, მლაშე და მტკნარი წყლები. ეს წყლები ერთმანეთისგან განსხვავდებოდა ფერით, ორგანული

ცხოვრების მრავალფეროვნებით და ა. შ. ავსტრიელმა მეცნიერმა ა. დეფანტმა პირველად (1929 წელს) გამოიყენა ტერმინი "წყლის მასები", მაგრამ იგი მას განიხილავდა ვიწრო გაგებით, წყლის ორი ან სამი მასის შერევის შესწავლის თვალსაზრისით. მაგრამ ამ იდეას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა. იგი ვითარდებოდა ჰაერის მასების შესახებ მოძღვრების მსგავსად. ეს მოძღვრება შემუშავდა 20-იან წლებში ნორვეგიის მეტეოროლოგიურ-სინოპტიკოსთა სკოლაში. სინოპტიკური მეტეოროლოგია ატმოსფეროს განიხილავს როგორც ჰაერის სხვადასხვა მასების სისტემას, რომელიც შედგება არქტიკული და ტროპიკული, საზღვაო და კონტინენტური და ა. შ. მასებისაგან, რომლებსაც გააჩნია გარკვეული მახასიათებლები: ტემპერატურა, ტენიანობა, გამჭვირვალობა და ა. შ. ისინი მუდმივად მოძრაობს, ეხება ერთმანეთს, წარმოქმნის ციკლონებს, ანტიციკლონებს, ფრონტებს, რაც მოძრაობაში და დროში აღიქმება როგორც ატმოსფეროში მიმდინარე სინოპტიკური პროცესები, როგორც ამინდი. ოკეანეშიც მიმდინარეობს მსგავსი პროცესები, მაგრამ ეს პროცესები უფრო რთულია იმის გამო, რომ ჰაერისა და წყლის გარემოთა სიმკვრივე, სიბლანტე, მოძრაობის სიჩქარე და სხვა მახასიათებლები არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ამჟამად ფორმულირება "წყლის მასა" შეიძლება მივიღოთ ა. დ. დობროვოლსკის განმარტებით (1947): "წყლის მასა უნდა ვუწოდოთ წყლის რაიმე, შედარებით მცირე მოცულობას, რომელიც ყალიბდება მსოფლიო ოკეანის განსაზღვრულ რაიონში - ამ წყლის მასის კერაში, წყაროში, რომელსაც ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გააჩნია ერთიან კომპლექსად წარმოდგენილი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური მახასიათებლების თითქმის მუდმივი და განუწყვეტელი განაწილება, და რომელიც ვრცელდება როგორც ერთი მთლიანობა". წყლის ყოველი მასა, როგორც გეოგრაფიული ცნება, ხასიათდება ფიზიკურ, ქიმიურ, ბიოლოგიურ, აგრეთვე გეოლოგიურ მაჩვენებელთა გარკვეული კომპლექსით, და დაკავშირებულია გარკვეულ დინებასთან. მაჩვენებელთა კომპლექსში შედის წყლის ტემპერატურა, სიმლაშე, ფერი, გამჭვირვალობა, ჟანგბადის, გოგირდწყალბადის შემცველობა, ზოგიერთი ქიმიური კოეფიციენტი, წყლის იზოტოპური შემადგენლობა, მინარევების მინერალოგიური და ქიმიური შემადგენლობა, პლანქტონის, ბენტოსის სახეობრივი შემადგენლობა და ა. შ. წყლის ყოველ მასაში გამოირჩევა ბირთვი ყველაზე მკაფიოდ გამოხატული მახასიათებლებით (ინდექსებით), რომელთა მნიშვნელობები ახლოს დგას ამ წყლის მასის ჩამოყალიბების კერის, რაიონის მნიშვნელობებთან. ბირთვიდან გარე საზღვრებამდე წყლის მასის მახასიათებელთა მაჩვენებლები იცვლება, მაგრამ მხოლოდ ამ წყლის მასისათვის დასაშვებ განსაზღვრულ ფარგლებში. წყლის მასის მაჩვენებელთა მნიშვნელობების ცვლილება, მისი ტრანსფორმაცია ხდება სამი მიზეზის გავლენით. ესენია: ერთი კლიმატური ზონიდან მეორეში გადასვლა, წყლის მასის განლაგების რაიონში გარემო პირობების ცვლილება და მეზობელ წყლის მასებთან შერევა. პირველ სახეობას ეწოდება ზონალური ტრანსფორმაცია, რადგან იგი დაკავშირებულია მერიდიანის გასწვრივ გადაადგილებასთან (თბილი და ცივი დინებები). მეორე სახეობაა სეზონური ტრანსფორმაცია, რომელიც წყლის გადაადგილებასთან კი არ არის დაკავშირებული, არამედ ადგილზე ჰიდრომეტეოროლოგიური მახასიათებლების ცვლილებასთან; მაშინ

ახლად წარმოქმნილ წყლის მასას შეიძლება ვუწოდოთ პირველის ნაირსახეობა ან მოდიფიკაცია (მაგალითად, ზამთრის ნაირსახეობა, ზაფხულის მოდიფიკაცია). მესამე სახეობას ეწოდება შერევისმიერი ტრანსფორმაცია: წყლის ორი მასის შერევით ყალიბდება მესამე, რომელსაც მახასიათებლები საშუალედო მნიშვნელობები გააჩნია. შერევისმიერი ტრანსფორმაცია შეიძლება მიმდინარეობდეს თანდათანობით, ნელ-ნელა, თუკი წყლის მასებს შორის არ არის მკვეთრი საზღვარი, როგორც ეს არის, მაგალითად, კანარის დინებისა და სარგასის ზღვის წყლებს შორის. მაგრამ წყლის ზოგიერთი მასა ერთმანეთისაგან ძალზე მკვეთრად არის გამიჯნული, მაგალითად, გოლფსტრიმი და ლაბრადორის დინება, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია ოკეანოლოგიური მახასიათებლების ძალიან დიდი გრადიენტების მქონე "ცივი კედლით". ორი მასის სასაზღვრო არეს ეწოდება ფრონტის ზონა ან ფრონტი, თუმცა უფრო ზუსტი იქნება, თუ ფრონტს ვუწოდებთ ხაზს ზღვის ზედაპირზე, რომელიც წარმოიქმნება ამ უკანასკნელის გადაკვეთით ფრონტის ზონის შუა ნაწილის ფრონტის ზედაპირთან, სადაც არსებობს მახასიათებელთა ჰორიზონტალური გრადიენტების ყველაზე დიდი მნიშვნელობები. ამ შემთხვევაში შერევა ხდება განსაკუთრებით ძლიერად, შერევის დროს ჩნდება გამკვრივების ეფექტი, წარმოიქმნება ვერტიკალური მოძრაობები, ერთი სიტყვით, ეს შემთხვევა წარმოადგენს ფრონტული ტრანსფორმაციის განსაკუთრებულ სახეობას. სივრცეში წყლის მასების, მათ შორის საზღვრების (ფრონტების) ერთობლიობა წარმოქმნის ოკეანის ცალკეული რაიონების წყლების ჰიდროლოგიურ სტრუქტურას. სტრუქტურა ასახავს უმნიშვნელოვანესი ოკეანოლოგიური პროცესების ზოგად კანონზომიერებებს. წყლების სტრუქტურას ვერტიკალური მიმართულებით გვიჩვენებს ვერტიკალური განაწილების მრუდები და T, S-მრუდები, T, O_2-მრუდები დ სხვ., ხოლო ჰორიზონტალური მიმართულებით - რუკები. განსაზღვრების მიხედვით, წყლის მასების გამოსაცნობად უნდა გამოვიყენოთ სხვადასხვა მაჩვენებელთა კომპლექსი. მაგრამ ეს ყოველთვის არ არის შესაძლებელი. გარდა ამისა, ყოველ მაჩვენებელს გააჩნია კონსერვატიულობის (ცვალებადობის) სხვადასხვა ხარისხი. ამიტომ ყველაზე ხშირად იყენებენ ერთი-ორ ძირითად მაჩვენებელს, ხოლო დანარჩენებს იყენებენ საჭიროების შემთხვევაში. დიდი ხანია ძირითად მაჩვენებლებად იღებენ ტემპერატურას და სიმლაშეს, მათი ვერტიკალური განაწილების მრუდებს და ჰორიზონტალური განაწილების რუკებს. მაგრამ უფრო დამაჯერებელ შედეგებს იძლევა ორივე მაჩვენებლის ანალიზი T, S-მრუდების გამოყენებით. ეს მეთდი შემოგვთავაზა ნორვეგიელმა მეცნიერმა ვ. ჰელანდ-ჰანსენმა ჯერ კიდევ 1916 წელს, იგი განავითარა ბ. ვ. შტოკმანმა T, S-მრუდების თეორიამდე. მეთოდის შინაარსი გულისხმობს ტემპერატურას და მარილიანობას შორის კავშირის შესწავლას, რაც ფორმალურად შეიძლება ჩაიწეროს ფორმულით T=f(S) ან პირიქით, S=f(T). ამგვარ განტოლებას ფიზიკური აზრი არ გააჩნია, რადგან ეს მახასიათებლები ერთმანეთზე არ არის დამოკიდებული. მაგრამ გეოგრაფიული კავშირი არსებობს, რადგან მოცემული წყლის მასის ტემპერატურაცა და მარილიანობაც იქმნება ერთი და იგივე პირობების მქონე კერაში. წყლის მასა გეოგრაფიული ცნებაა და დაკავშირებულია მისი ჩამოყალიბების ადგილთან და გავრცელების გზასთან. ეს კავშირი გრაფიკულად შეიძლება გამოიხატოს T, S-მრუდით.

გრაფიკაზე აბსცისთა ღერძზე გამოისახება მარილიანობა, ხოლო ორდინატთა ღერძზე - ტემპერატურა. T, S-ველი საშუალებას იძლევა ავაგოთ იზოპიკნები - ტოლი სიმკვრივეების ხაზები, ე. ი. მივიღოთ T, S-დიაგრამა. ამგვარად ჰიდროლოგიური სადგურის (ვერტიკალის) T, S-მრუდი იგება T, S-დიაგრამის ველში იმ წერტილებზე, რომლების კოორდინატთა წყვილი - გაზომილი ტემპერატურა და მარილიანობა - შეესაბამება განსაზღვრულ ჰორიზონტს, რომლის სიღრმეც მიეწერება ყოველ წერტილს. T, S-ანალიზის მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ წყლის მასების სივრცობრივი გავრცელების შესასწავლადაც, როგორც ეს გააკეთეს ფ. ნანსნმა და ვ. ჰელად-ჰანსენმა ატლანტიკის ოკეანის ჩრდილოეთ ნაწილში მუშაობის დროს. T, S-დიაგრამის ველში შეიძლება დავიტანოთ T, S-წერტილები, რომლებიც გასაშუალოებულია დროში ზღვის ერთი და იგივე წერტილისათვის, და იძლევა გასაშულოებას აგრეთვე შრეებისთვისაც (წყლის მასებისთვისაც) ან ჰორიზონტებისთვისაც. თუ ასეთ მრუდებს ავაგებთ მთელი წლის საშუალო თვიური მონაცემების მიხედვით, მაშინ ისინი გვიჩვენებს T, S-ინდექსების წლიური ცვალებადობის კანონზომიერებას, ე.ი. წყლის მასის მაჩვენებლების ცვალებადობის დახასიათებას. წყლის მასის მაჩვენებლების ცვალებადობის დახასიათება ერთ-ერთი მაჩვენებელია წყლის ტემპერატურის, მარილიანობის, იზოტოპური შემადგენლობისა და სხვა მაჩვენებლებთან ერთად.

3.3 ოკეანის რეგიონალური დაყოფის ზოგადი პრინციპები

მეცნიერების უმრავლესობის აზრით ოკეანის შემადგენლობაში შედის ზღვები და ქვაბურები. მათი საზღვრები ხასიათდება განსაკუთრებული მაჩვენებლებით. ასე, მაგალითად, ი.ვ. ისტოშინი წყლების დაყოფას შემდეგი მაჩვენებლებზე დაყრდნობით გამოყოფს:

1. კუნძულებისა და მატერიკების სანაპირო ხაზის კონფიგურაცია.
2. ოკეანური ფსკერის რელიეფი.
3. დინებებისა და მოქცევების სისტემების დამოუკიდებლობის ხარისხი.
4. ატმოსფერული ცირკულაციის დამოუკიდებლბის ხარისხი.
5. წყლის ტემპერატურისა და მარილიანობის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური განაწილება.
6. სხვადასხვა მაჩვენებლები

კრიუმელმა პირველმა მისცა მეცნიერებას ოკეანის მიახლოებითი განსაზღვრა. (ხმელთაშუა ზღვის და ოკეანის ზღვების, 1879-1897 წლები) მან დაადგინა ოკეანებისა და ძირითადი ზღვების საზღვრები პირველი ორი მაჩვენებლის მიხედვით. შემდეგ სხვა ავტორებმა, როგორიცაა, მაგალითად კოსინი (1921), შოტი (1926-1935) გადაანაწილეს

ოკენაის საზღვრები , მიბაძეს რა მის წინა ავტორს. ყოველ შემთხვევაში ყოველმა მათგანმა შემოიტანა მცნება განაპირა ზღვების პირობითი საზღვრების შესახებ.

ზღვები, როგორც წესი, არ არის ძალიან მოშორებული მატერიისაგან, ამიტომ მისი საზღვრები ყოველთვის იმეორებენ სანაპირო ხაზის მოხაზულობას (ყურეები, ნახევარკუნძულები, სრუტეები, არქიპელაგები და ა.შ.). ამდენად, წყლის სივრცის უდიდესი ნაწილი, რომელიც ოკეანეებს უჭირავთ, არ შეიძლება იყოს დაყოფილი აუზებად ან პირობით მაჩვენებლების მიხედვით. ასეთი დაყოფა შეიძლება მოხდეს გამომდინარე ოკეანისქვეშა რელიეფის თავისებურებებით, მით უმეტეს, რომ ოკეანოგრაფიის, როგორც მეცნიერების სწრაფი ზრდა ფართო საშუალებას იძლეოდა დიდი სიღრმეების ზუსტად გაზომვისას, ვიუსტმა (1936) შემოსთავაზა---------- ოკეანოგრაფიას 4000 მ-იან იზობათი ოკეანის ნაწილების სიმბონების დასადგენად. ამის საფუძველზე სვერდრუპმა და სხვებმა (1942) გამოჰყვეს მსოფლიო ოკეანეთში 45 აუზი: 19-ატლანტის ოკეანეში (არქტიკული აუზის ჩათვლით), 14 – წყნარ ოკეანეში და 12 – ინდოეთის ოკეანეში.

თავი 4 ოკეანის ვერტიკალური სტრუქტურა

ისევე, როგორც ატმოსფეროს, ოკეანესაც აქვს ვერტიკალური აღნაგობა. პირველად მისი სქემა ფრანგმა მეცნიერმა 1928 წელს დეფარტმა მოგვცა, მან ოკეანეში გამოჰყო ორი ფენა: ოკეანური ტროპოსფერო და ოკეანური სტრატოსფერო. ისინი დღესაც იწოდებიან, როგორც თბილი წყლის სფერო და ცივი წყლის სფერო. დეფანტი მათ უწოდებს: „ოკეანის ორ მთავარ ქვესიცრვეებს“. თვითოეულ მათგანს თავისი ცირკულაცია აქვს, თუმცა, რასაკვირველია, ერთმანეთთან ურთიერთობა აქვთ და ირევიან ერთმანეთში, აქედან გამომდინარე, როგორც ატმოსფეროს, ასევე ოკეანეებს შორის არის გარდამავალი ფენები, რომელსაც „პაუზა“ /ტროპოპაუზა, სტრატოპაუზა/ ეწოდება.

ოკეანის ტროპოსფეროს საშუალო და ქვედა განედებისათვის დამახასიათებელია ძლიერი და ცვალებადი დინებები, აგრეთვე იგი აქტიურად ურთიერთმოქმედებს ატმოსფერულ მოვლენებთან /ცირკულაცია, მზის რადიაცია ნალექები/. ოკეანის ეს ფენა თავისი თერმოდინამიური კანონზომიერებითა და ზედაპირული ხახუნის გამოვლინებით ანალოგიურია ატმოსფერულ ტროპოსფეროსი; დეფანტის აზრით

ოკეანური ტროპოსფეროს ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს სიღრმის მომატებასთან ერთად ტემპერატურის დაცემა და სიმკვრივის მკვეთრი მატება. ოკეანური ტროპოსფეროს სისქე მატულობს ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში ტროპიკებისაგან /400- ან 500-900 მეტრამდე/. საშაულო განედებში ტროპოსფერო ჰქრება /სუბპოლარულ ზონაში/, სადაც ოკეანის პოლარული ფრონტი ერთმანეთისაგან გამოჰყოფს ტროპოსფეროს თბილ წყლებს არქტიკისა და ანტრანქტიკის ცივი წყლებისაგან, რომელბიც ატმოსფერული სტრატოსფეროს ერთერთ საწყისს წარმოადგენენ. ნახ. 1-ზე გამოსახულია ტროპიკული ცირკულაციის სქემა ტემპერატურული ნახტომის ფენაზე.

ატალნტის ოკეანის ტროპოსფეროს სოღრმეები /დეფანტის, 1961წ./

რაიონი	50^0	45^0	40^0	35^0	30^0	25^0	20^0	15^0	10^0	5^0	ეკვატორი
დასავლეთ ნაწილი			1000 400	850 500	830 550	820 6001	770 580	550 450	280 450	280 300	400
ცენტრალური ნაწილი	450	790 100	770 320	830 500	880 600	870 580	680 550	470 420	380 300	330 400	400
აღმოსავლეთი	900	900 300	900 470	900 530	250 510	820 450	550 380	520 300	400 300	400	350

ოკეანურ ტროპოსფერო შეიძლება დაიყოს სამ ნაწილად. ყველაზე ზედა ფენა ე.ი. 200 მეტრამდე პირდაპირ ექვემდებარება ატმოსფერულ ზემოქმედებას /ზედაპირული მოქმედების ფენა/ და წყლის მახასიათებლები აქ ერთგვაროვანია. ამ ფენის ქვემოთ ძევს მაქსიმალური ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტისა /5^0 / 100 მ/ და სიმკვრივის ფენა. ეს ნაწილი წარმოადგენს წყლის ვერტიკალური მოქმედებისა და შერევის ბარიერს. ოკეანური ტროპოსფეროს ყველაზე დაბალ ფენას ეწოდება სუბრტოპოსფერო, ანუ ტროპოპაუზა და იგი ანალოგიურია ატმოსფეროს ტროპოპაუზისა.

სუბტროპოსფერო შესდგება თითქმის ერთგვაროვანი და უძრავი წყლის მასისაგან. ოკეანურ სუბტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს შორის საზღვრის

გატარება ძნელია, რადგან ამ ფენაში არ გამოირჩევა განსაკუთრებული დამახასიათებელი ჰორიზონტი. მიახლოებით საზღვრად შეიძლება ჩაითვალოს შუალედური ფენა ჟანგბადის მინიმუმისა. ვიუსტმა /1936/ გვაჩვენა, რომ ამ ჰორიზონტზე პრაქტიკულად წყლის მოძრაობა არ არის.

ოკეანური სტრატოსფერო წარმოადგენს თითქმის ერთგვაროვანი ცივი წყლის მასას. წყლის ტემპერატურის გრადიენტი მეტად მცირეა. მიუხედავად ამისა სიღრმის მომატებასთან ერთად ტემპერატურა ანოთერმიულია. ტემპერატურული გრადიენტი 1000 მეტრზე დაბალია მცირდება მხოლოდ $0,^{40}$ / 100მ, 2000 მეტრზე – $0,1^{0}$, 300 მეტრზე – $0,05^{0}$ / 100მ. მხოლოდ ცალკეულ რაიონებში შეიმჩნევა მცირე ტემპერატურული ინვერსიები, გამოწვეულნი ძლიერი გეოსტროფიული დინებებით.

ზღვის ჭეშმარიტი ფიზიკური ზედაპირი იმყოფება აგრეთვე მერიდიონალური კომპონენტების გავლენის ქვეშ ეს არის სანაპირო ბარიერების ისე, რომ პასატებისა და დასავლეთის ნაკადების გავლენით ზღვის დონე ეკვატორთან იქნება უფრო დაბალი, ვიდრე უფრო მაღალი წნევის სარტყელში / 30^{0} ჩრდ. და სამხრ. განედზე/.

„როგორც უკვე ვნახეთ, ანალოგები ატმოსფეროსთან, რომლებიც მოიცავენ ცნებას ტროპოსფეროსა და სტრატოსფეროს შესახებ, არ არის მთლად ზუსტი, ამიტომ ეს ცნება უნდა გამოვიყენოთ სიფრთხილით“. რ.უ. ფეირბრიჯი.

4.1 დინამიური პროცესები მსოფლიო ოკეანეში

სითხის მოძრაობას აქვს ორი რეჟიმი: ლამინალური და ტურბულენტური. წყლის მასა გაუთავებელ მოძრაობაშია. ამასთან ზოგიერთი მისი ნაწილი ქაოტურ უწესრიგო სახეს ატარებს, რომელსაც ტურბულენტური ეწოდება. ტურბულენტური მოძრაობა დიდ გავლენას ახდენს წყლის ფიზიკურ თვისებებზე. მისი დახასიათებისათვის ჩატარებული იქნა ექსპერიმენტი: მილში, რომლის გასწვრივ გადის სითხე, შეჰყავთ შეღებილი სითხე, რომლის დინების სიჩქარე მცირეა, ამიტომ შეღებილი სითხე მდორედ მიდის. სიჩქარის გაზრდასთან ერთად, იგი იკლაკნება, შემდეგ კარგავს პირვანდელ სახეს და იყოფა ცალკეულ ნაწილებად. დინების პირველ სახეს, ასე ვთქვათ, მდორეს, ლამინალური ეწოდება /მცირე სიჩქარეების დროს/ ე. ი. ეს ისეთი

რეჟიმია, რომლის დროსაც სითხის ნაწილაკები გადაადგილდებიან ერთმანეთის პარალელურად და აქვთ თანაბარი მოძრაობები, ამასთან მრუდები ოდნავ ტალღისებრ იცვლებიან დროში.

მოძრაობის რეჟიმს, რომლის დროსაც სითხის ნაწილაკებს არა აქვთ მოწესრიგებული და აქვთ ქაოტური ტრაექტორიები, ეწოდებათ ტურბულენტური.

თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ სითხის მოძრაობის ხასიათი დამოკიდებულია უსასრულო რიცხვზე, ან პარამეტრზე, რომელსაც რეიმოლდსის რიცხვი ეწოდება. მისი ფორმულირება უკვე დიდი ხანია დადგენილია და შემდეგნაირად გამოიყენება: სადაც du სიმკვრივეა, - მოძრაობის სიჩქარე, - მოლეკულური სიბლანტის კოეფიციენტი, ხოლო - მოძრაობის მასშტაბის ხასიათი. ე.ი. ლამინალურიდან ტურბულენტურ მოძრაობის გადასვლის კრიტერიუმია რეინოლდსის უსასრულო რიცხვი, რომელიც არა მარტო სითხის არამედ გაზის მოძრაობის კვლევის დროსაც გამოიყენება, ამ დროს დომინირებულ ფაქტორს სითბოს სიბლანტე წარმოადგენს, თუ სიბლანტეს ძალა სჭარბობს ინერტიულ ძალას, მაშინ ნაკადს ეწოდება ლამინატური, წინააღმდეგ შემთხვევაში, იგი ტურბულენტურია.

ოკეანეში წყლის მოძრაობა უმეტეს შემთხვევებში ტურბულენტურია, რაც განპირობებულია მისი დიდი მასშტაბებით, თუმცა მისი სიჩქარეები უფრო მცირეა, ვიდრე ატმოსფეროსი. ამიტომ ოკეანეში მოძრაობა /ქარი, გეოსტოფიული და მოქცევითი დინებები/ შეიძ ება განვიხილოთ, როგორც სივრცობივად და დროში გასაშუალებული სიდიდე. სითბოს მოძრაობის გასაშუალებეული განტოლება შეიძლება აიწეროს, როგორც საშუალო ნაკადის მოქმედება. ეს განტოლებები განსხვავდებიან ეპიზოდური მოძრაობებისაგან იმით, რომ შეიცავენ დამატებით წევრებს, რომელსაც რეინოლდსის დაძაბულობა ეწოდება. რომლებიც ჩნდებიან სიჩქარის კომპონენტის ეპიზოდური მნიშვნელობის გასაშუალების დროს, რეინოლდსის დაძაბულობისათვის დამახასიათებელია სიჩქარის ველზე არარეგულარული გავლენების შემოჭრა. ხშირად ოკეანურ მოძრაობაში ტურბულენტობას მოჰყავს წონასწორობაში საშუალო გაკადების იმპულსები, რაც იშვიათი არ არის გაზების მოლეკულების არაეთგვაროვანი მოძრაობის შემთხვევაში.

ტურბულენტური სიბლანტის ცნება დიდი წარმატებით იყო გამოყენებული ეკმანის მიერ 1905 წელს მცურავი დინებების აღწერის დროს. თუ მიიღება მხედველობაში მოლეკულური სიბლანტე მაშინ იმისათვის, რომ ქარის სიჩქარე 20 მ/წმ-ით მოქმედების ოკეანეზე და იწვევდეს ოკეანის დინებას 1 მ/წმ-ით 100 მ-ის

სიღრმეზე, დასჭირდებოდა რამდენიმე ასწლეული ამავე დროს ასეთივე დინება შეიძლება შეიქმნეს რამდენიმე დღეში, თუ მივიღებთ მხედველობაში ტურბუნებტურ სიბლანტეს. ეკმანის აზრით ტურბულენტური სიბლანტის კოეფიციენტი სიდიდით აღემატება მოლეკულური სიბლანტის კოეფიციენტს.

შერევის გზის ჰიპოთეზა წარმოადგენს ტურბულენტური სიბლანტის კონცეპსიის შემდგომ განვითარებას და პირველად გამოყენებულ იქნა სითხის დინამიკის სხვადასხვა ამოცანებისათვის პრანდტლისა და მისი მიდევრების მიერ 1925 წლიდან. შერევის გზა განისაზღვრება, როგორც მანძილი გაზის მოლეკულების საშუალო სიგრძის თავისუფალი გარბენის ანალოგი, რომელსაც შეუძლია ნაკადის სახით ტურბულენტურ ნაკადში გასვლა, თუ არ შეერევა გარემომცველ სამყაროს. პრანდტლმა განსაზღვრა, რომ შერევის გზა პროპორციულია მისი მანძილის საზღვარისა და შემოიტანა ხახუნის პარამეტრი, რომელსაც უნდა დაემატოს ფაქტიური მანძილი, თუ სასაზღვრო ზედაპირი გლუვი არ არის.

როსბიმ და მონტგომერიმ გამოიყენეს ეს ჰიპოტეზა ოკეანის სიჩქარის პროფილის გამოსახატავად. მათ მიიღეს ქარის სიჩქარის ლოგარითმული განაწილების სურათი დედამიწის ზედაპირზე და ოკეანეზე, და აგრეთვე თხელ ზღვებში დინების სიჩქარის თანდათანობით განაწილების ამასთან ერთად შეადარეს ერთმანეთს მიღებული შედეგები, შედეგებს, რომლებიც დაკვირვების დროს მიიღეს, კვლევების შემდეგ აღმოჩნდა, რომ შერევის გზა იზრდება ხახუნის ფენაში, ხოლო სასზღვრო ფენაში იგი მცირდება.

დინებები ოკეანეში წარმოიქმნება და არსებობს ორი - ხახუნისა და სიმძიმის ძალის – ზემოქმედებით. დინებებიც შესაბამისად, იყოფა ფრიქციულ და გრავიტაციულ დინებებად.

რაც შეეხება დინების წარმომქმნელ მიზეზებს, ისინი შეიძლება სხვადასხვა იყოს: ქარი, სიმკვრივეთა სხვაობა, ატმოსფერული წნევით ან მდინარის წყლის ნაკადით წარმოშობილი დონეების სხვაობა და სხვ. ამ ფაქტორების ზემოქმედებით მოძრაობაში მოდის ზღვის წყალი, რომელიც იძენს წინსვლით ხასიათს. თუ მიზეზები, რომლებიც იწვევს წყლის წინსვლით მოძრაობას, ხანმოკლე მოქმედების არის, გადატანა არ არის დიდი და დინებები არის ეპიზოდური, ხანმოკლე – ეს შემთხვევითი დინებებია.

თუ დინების განმსაზღვრელი ფაქტორი მოქმედებს ხანგრძლივად, მდგრადად, წარმოიქმნება ე.წ. მუდმივი დინება, რომლის წრფივი მასშტაბი 1000 კმ-ის რიგის არის. სწორედ ასეთი დინებებით ხდება წყლის მიმოცვლა ოკეანის სხვადასხვა ნაწილებში,

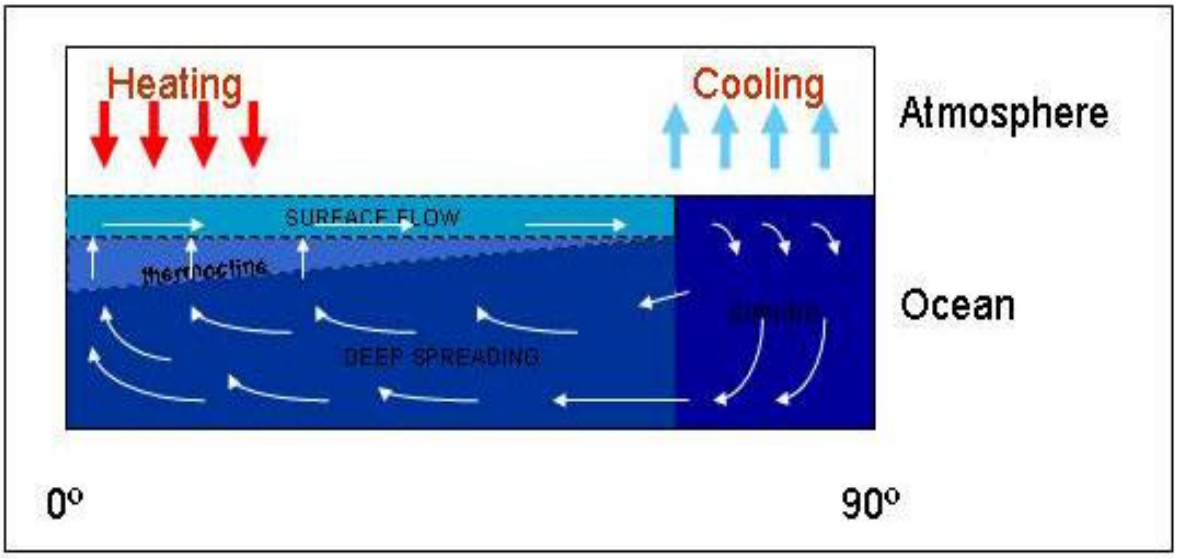
სწორედ ამ დინებებს გადააქვთ სითბო და მარილები, ანუ უზრუნველყოფენ მსოფლიო ოკეანის ერთიანობას.

დინებებზე მოქმედებს არა მხოლოდ მათი გამომწვევი ძალები, არამედ მეორეული ძალებიც, რომლებიც წარმოიქმნება დინების წარმოქმნასთან ერთად: შიდა ხახუნის ძალა (სიბლანტე) და კორიოლისის ძალა. ეს ძალები თავად არ იწვევენ დინებებს, მაგრამ მოქმედებენ არსებულ დინებაზე. ხახუნის ძალა დინების საზღვრებზე ამუხრუჭებს დინებას, შთანთქავს რა დინების კინეტიკური ენერგიის ნაწილს, ხოლო კორიოლისის ძალა აიძულებს დინებას, გადაუხვიოს აღებული მიმართულებიდან ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში მარჯვნივ, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროში – მარცხნივ.

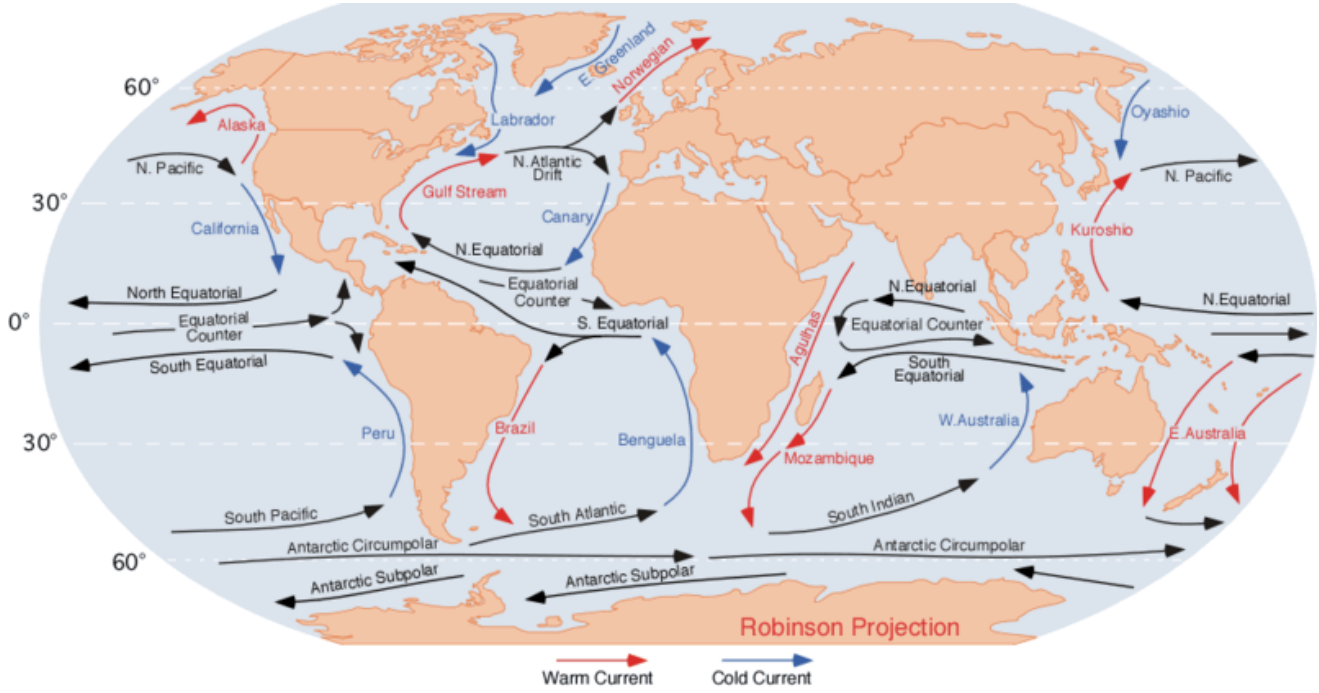
ყველაზე კარგად დღეისათვის შემუშავებულია დინებების ორი თეორია: ეკმანის თეორია ფრიქციული დინებების შესახებ და ბერკნესის თეორია სიმკვრივული დინებების შესახებ.

მსოფლიო ოკეანეში წყლის ცირკულაციის გენერალური სქემა ასახავს მის ზედაპირზე რეალური დინებების მთავარ მახასიათებლებს. ცირკულაციის სისტემის მთავარი ელემენტებია: ზონალური და მერიდიანული, ციკლონური და ანტიციკლონური, სასაზღვრო, ფრონტების გამყოფი, დივერგენციისა და კონვერგენციის დინებები.

ზედაპირული ცირკულაცია ძირითადად განისაზღვრება ატმოსფერული ცირკულაციით, ქარით (ორი მესამედით). არც ქვედა ფენებია უმოძრაობის მდგომარეობაში. მათი მოძრაობა ნაწილობრივ გამოწვეულია ზედა ფენის მოძრაობით და ნაწილობრივ – ტემპერატურისა და მარილიანობის განსხვავებებით ანუ ეს არის თერმოკლინური ცირკულაცია. მასების გადატანაში უპირატესია ცირკულაცია ზედა ფენაში. მასში მონაწილეობას იღებს წყლის სამჯერ მეტი მასა ქვედა ფენებთან შედარებით.



ნახ. 6



ნახ. 7 მსოფლიო ოკეანის ზედაპირული ცირკულაციის ზოგადი სქემა

უნდა აღინიშნოს, რომ დინებების რეალური სურათი გაცილებით რთულია, ვიდრე სქემაზეა ნაჩვენები. უპირველეს ყოვლისა, მოძრაობა არაერთგვაროვანია წყლის მთელ

სისქეში - სხვადასხვა ჰორიზონტზე მოძრაობის სხვადასხვა სიჩქარე და სხვადასხვა მიმართულება აღინიშნება. განსაკუთრებით საინტერესოა ეკვატორული ზედაპირისქვეშა საწინააღმდეგო დინება, რომელიც ვიწრო ნაკადად მიედინება აღმოსავლეთისკენ ეკვატორის სიბრტყეში, მოიცავს 1-2 განედს მისგან ჩრდილოეთით და სამხრეთით 20-30 მ-დან 150-200 მ-მდე ჰორიზონტებზე. ასევე, აღინიშნება ძალიან დიდი სიჩქარის მქონე დინება დაახლოებით 75 მ ჰორიზონტზე. ამ ჭავლის გარშემო წყალი მიედინება დასავლეთის მიმართულებით. ნაკადი წარმოიქმნება ოკეანეების დასავლეთ ნაპირებთან, სადაც პასატურ დინებებს დიდი რაოდენობით წყალი მოაქვს. საწინააღმდეგო დინება წარიტაცებს ჭარბი წყლის გარკვეულ რაოდენობას; წყლის დანარჩენი რაოდენობა გადააქვს ზედაპირულ დინებებს ეკვატორიდან ჩრდილოეთითა და სამხრეთით.

გოლფსტრიმის ქვეშ არსებობს სიღრმული საწინააღმდეგო დინებები დაახლოებით 1000 მ ჰორიზონტზე. ოკეანის ბევრ რაიონში იზოთერმებისა და იზოგალინების ჭრილებზე, განსაკუთრებით პოლარულ და პოლარულთან ახლოს რაიონებში შეიმჩნევა შედარებით თბილი და შედარებით ცივი, გამტკნარებული და მარილიანი წყლების "ენები". ეს შუალედური ფენები როგორც წესი, ადასტურებს დინების მიერ მოტანილი, ასეთი წყლების ადვექტიურ წარმომავლობას.

საწინააღმდეგო დინებები დაიკვირვება ოკეანის ზედაპირზეც, მაგალითად, კუროსიო - საწინააღმდეგო დინება გოლფსტრიმის აღმოსავლეთ კიდესთან.

ოკეანეების დასავლეთ განაპირა უბნებში ჭავლურ სასაზღვრო დინებებთან ახლოს აღმოჩენილია მეანდრები, რომლებიც მსგავსია მდინარის მეანდრებისა, მაგრამ გაცილებით მოძრავია. ასეთი მეანდრები ზოგჯერ გამოეყოფა დინების ძირითად ნაკადს გრიგალების სახით და დამოუკიდებლად არსებობს თვეების, ზოგჯერ კი წლების განმავლობაში.

ოკეანის სივრცეებზე ხანგრძლივმა დაკვირვებებმა (პირველად ჩატარდა შირშოვის სახელობის ოკეანოლოგიის ინსტიტუტის მიერ მწვანე კონცხის კუნძულების დასავლეთით დაახლოებით ნახევარი წლის განმავლობაში) გვიჩვენა, რომ ოკეანეში არსებობს სხვა წარმოშობის გრიგალებიც: ტოპოგენური, რომლებიც ფსკერის უსწორმასწორობით არის გამოწვეული, სინოპტიკური, რომლებიც ატმოსფერულის მსგავსია. გრიგალები ვრცელდება მთელ ოკეანეში, მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება ჭავლური დინებების რაიონებში, როგორებიცაა გოლფსტრიმი, კუროსიო, აგულიანსი. სინოპიტკური გრიგალები ბრუნვის მიმართულების მიხედვით იყოფა ციკლონურად და ანტიციკლონურად, აქვს 100-300 კმ დიამეტრი და მოიცავს ასეული მეტრის სისქის წყლის ფენას. გრიგალები გადაადგილდება დღე-ღამეში რამდენიმე კილომეტრის სიჩქარით, ხოლო ორბიტაზე მოძრაობის (დინებების) სიჩქარე არის რამდენიმე ათეული სანტიმეტრი წამში. გრიგალების ენერგია აჭარბებს საშუალო ("მუდმივი") დინებების ენერგიას: ძლიერი დინებებისას 2-4-ჯერ, ხოლო სუსტი დინებებისას - 15-30-ჯერ. გრიგალები დიდ როლს ასრულებს წყლის მასების, სითბოსა და მარილების გადატანაში, გავლენას ახდენს ამინდსა და კლიმატზე. უკანასკნელი 20-30 წლის

განმავლობაში მოპოვებულია გრიგალებზე დაკვირვების უმდიდრესი მასალა და შემუშავებულია თეორიული კონცეფციები, მაგრამ უფრო დიდი განზოგადებები ჯერ კიდევ წინაა.

ოკეანის შესწავლის დროს ხანგრძლივმა დაკვირვებებმა საშუალება მოგვცეს შეგვედგინა მარტო გენერალური სქემა (ნახ. 7).

მაკროცირკულაციური სისტემები: I - ეკვატორული ანტიციკლონური, II - ტროპიკული ციკლონური, III - სუბტროპიკული ანტიციკლონური, IV - ანტარქტიკული ცირკუმპოლარული, V - მაღალგანედური ციკლონური, VI - არქტიკული ანტიციკლონური; 1 - სანაპირო ხაზი, რომელიც შემოსაზღვრავს ოკეანით დაკავებულ ფართობს (საშუალოდ ყველა ოკეანეში) მოცემულ გეოგრაფიულ განედზე; 2 - ძირითადი ნაკადების გადაადგილების მიმართულება; 3 - მთავარი საოკეანო ფრონტები (ზონები, რომლებიც განაცალკევებს მაკროცირკულაციურ სისტემებს): Э - ეკვატორული, СЭ - სუბეკვატორული, Т - ტროპიკული, - СП სუბპოლარული, П - პოლარული; 4 - მაკროცირკულაციური სისტემების კონვერჰენციები (გადის მათ ქიმებსა და ღრმულებზე); მაკროცირკულაციური სისტემების დივერგენციები (გადის მათ ქიმებსა და ღრმულებზე).

თავი 5 ოკეანოგრაფიული მონაცემები

ოკეანოლოგიურ მონაცემთა მართვის და განკარგვის (მენეჯმენტის) არსებული ფილოსოფია, სტრუქტურა და მიდგომა მსოფლიო ოკეანის დაკვირვების სისტემის პარალელურად და მასთან ერთად ჩამოყალიბდა. სწორედ ოკეანის დაკვირვების სისტემამ, რომელიც თავიდან კლიმატის ინფორმაციული უზრუნველყოფის მიზნით შეიქმნა განსაზღვრა მონაცემთა მართვის სისტემის აუცილებლობა. იგი, ერთის მხრივ, ეფუძნება გარკვეულ შედეგზე გათვლილ მოკლევადიან საერთაშორისო პროექტებს, (მაგ. WOCE- http://www.wocediu.org, TOGA-http://lwf.ncdc.noaa.gov/oa/coare და ა. შ.) და, მეორეს მხრივ გაპირობებულია ისეთი მუდმივმოქმედი სამთავრობოთო ორგანიზაციების მოღვაწეობით და ხელშეწყობითა შორის, როგორიცაა GLOSS- http://www.pol.ac.uk/psmsl/programmes/gloss.info.html; IGOSS- http://www.ioc.unesco.org/igossweb/igoshome.htm და IODE - http://www.iode.org. *

ასეთ სისტემათა შორის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია სამთავრობათაშორისო ოკეანოლოგიური კომისიის (IOC – www.ioc.unesco.org) და მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის (WMO – www.wmo.ch) ერთობლივი გლობალური სისტემა IGOSS, რომელიც ანხორციელებს არა მარტო ოკეანოლოგიურ (და ნაწილობრივ მეტეოროლოგიურ) მონაცემთა მოპოვებას, სწრაფ გაცვლას და ანალიზს, არამედ საბოლოო პროდუქტის დროულ მომზადებას და გავრცელებას მომხმარებელთა შორის. ამ სისტემას სხვადასხვა სახის მონაცემებს (ზედაპირული და წყლის მასის ტემპერატურა, მარილიანობა და დინებები) საკვლევი, სარეწი და სავაჭრო გემები, ნავთობ-საბურღი ბაქნები და მოდრეიფე ბუიოები (დრიფტერები) აწვდიან.

ოკეანოლოგიურ მონაცემთა საერთაშორისო გაცვლის სისტემა (IODE), რომელიც IOC-თან არის შექმნილი წარმოადგენს ოკეანოგრაფიულ მონაცემთა ცენტრების და ბიუროების ერთობლიობას, რომელიც ახორციელებს ყველა სახის (გეოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური) ინფორმაციის მოპოვებას, არქივიზაციას და განაწილებას. ეს სისტემა ძირითადად მოიცავს სამეცნიერო მნიშვნელობის მონაცემებს, რომელთა არქივიზაცია ჩვეულებრივ მათი მოპოვებიდან რამოდენიმე წელიწადში ხდება.

ოკეანოლოგიური ინფორმაციის სხვა მნიშვნელოვან წყაროდ შეიძლება განვიხილოთ უახლესი გრძელვადიანი სამეცნიერო-საკვლევი პროექტი სახელწოდებით "მსოფლიო ოკეანის ცირკულაციის ექსპერიმენტი (WOCE). ამ პროექტში დანერგილია მონაცემთა მენეჯმენტის ახალი სისტემა (DIMS), რომელიც ემყარება ე.წ. მონაცემთა შეკრების ცენტრების (DAC) ვრცელ ქსელს. ყოველ მათგანს ხელმძღვანელობს ოკეანის კვლევის გარკვეული სფეროს სპეციალისტი, რომელიც უზრუნველყოფს ამ სახის ინფორმაციის სისრულეს და ხარისხს. ასეთი მიდგომის მიზანია, ერთის მხრივ, გაიზარდოს პასუხისმგებლობა მიწოდებული ინფორმაციისთვის და, მეორეს მხრივ, ამაღლდეს ოკეანოლოგიურ მონაცემთა საერთაშორისო სტანდარტები. ასეთი სახის სისტემა ოკეანოლოგიურ მონაცემთა ეროვნულ ცენტრებთან (NODC, DNA) ერთად დაედება საფუძვლად WOCE –ს მონაცემთა რესურსებს (WOCE DATA Resource).

ფუნქციონალურად ანალოგიური ქსელი მოქმედებს აშშ-ში და საფრანგეთში, სადაც ისინი ჩვეულებრივ კოსმოსური სააგენტოების (NASA, ESA) მიერ ფინანსდებიან და თანამედროვე ოპერატიულ ინფორმაციას უზრუნველყოფენ რეალურ (real time) და დაგვიანებულ დროის რეჟიმში (delayed mode).

ატმოსფერული მონაცემების მიწოდება ხორციელდება სპეციალური სამეცნიერო საკვლევი პროგრამის ფრაგლებში სახელწოდებით "კლიმატის მოდელების შეფასება და ურთიერთ შედარება",

რომელიც ეძღვნება როგორც ატმოსფეროს ზოგადი ცირკულაციის მოდელებს (AMIP), ასევე ორმხრივ დაწყვილებულ ოკეანე-ატმოსფეროს მოდელებს (CMIP).

WOCE –ს პროექტის განხორციელებამ დიდი ბიძგი მისცა ოკეანოლოგიური მონაცემების მენეჯმენტის განვითარებას. მისი წყალობით რადიკალურად შეიცვალა დამოკიდებულება მონაცემების მიმართ. ცხადი გახდა მონაცემების გადანაცვლების აუცილებლობა მეცნიერების პირადი ფაილებიდან და ლაბორატორიებიდან სპეციალურ ცენტრებში, რომელშიც ხდება მათი სათანადო ფორმატიზირება და შემდგომი გადანაწილება ფართო სამეცნიერო საზოგადოებაზე. მონაცემებისადმი ახალმა მიდგომამ მკვეთრად გაზარდა მათი გამოყენების ეფექტი, გაუმჯობესდა მონაცემთა შეკრების ტემპები, გამრავალფეროვნდა ხარისხის კონტროლის (Quality Control-QC) მეთოდები, დაჩქარდა მომხმარებლისათვის მონაცემთა მიწოდება, დაიწყო სხვადასხვა სახის საზღვაო ინფორმაციის ინტეგრირება და სხვა.

მაგალითად, WOCE-ს პროექტის ფარგლებში შეიკრიბა 9000 სიღრმული სადგურის მონაცემები, სამჯერ მეტი ვიდრე მანამდე იყო ხელმისაწვდომი. 2002 წლის ბოლოსთვის, ანუ ამ პროექტის დამთავრების ვადისთვის მომხმარებელს შესაძლებლობა მიეცემა WOCE-ს მიერ დაგროვილი ოკეანოლოგიური მონაცემების 90%-ის აქტიური გამოყენება. სწრაფი განვითარება ჰპოვა აგრეთვე ხარისხის კონტროლის მეთოდებმა. ოპერატიული ოკეანოგრაფიის მონაცემებთან მიმართებაში WOCE-მ მსოფლიო ოკეანის სამსახურების ინტეგრირებულ სისტემასთან (IGOSS) (ეს უკანასკნელი ამჟამად გაერთიანდა WMO-ს და IOC-ის ერთობლივ კომისიაში სახელწოდებით – ოკეანოგრაფიის და საზღვაო მეტეოროლოგიის ერთობლივი კომისია – JCOMM) და GLOSS-თან ერთად უზრუნველყო ზღვის და ზედაპირული ტემპერატურების ინფორმაციული ნაკადის უფრო სწრაფი მიწოდება ანალიტიკური ცენტრებისათვის, ხოლო ბუიოებიდან ინფორმაცია უკვე რეალურ დროში მიიღება. ახალი ტელეკომუნიკაციური საშუალებები უზრუნველყოფენ ინფორმაციის სწრაფ გავრცელებას. მაგალითად, WOCE-ს მონაცემები (in situ და დისტანციური ზონდირების) არსებობს CD-ზე, ხოლო IGOSS-მა შექმნა ელექტრონული ბიულეტენი ინტერნეტში.

მნიშვნელოვანი წარმატებები იქნა მიღწეული JGOFS-ს მენეჯმენტის სისტემის ფარგლებში ბიოლოგიური, ფიზიკური, ქიმიური და გეოლოგიური მონაცემების მართვის მარტივი და ხელმისაწვდომი სქემის შესაქმნელად.

თანამედროვე დაკვირვებათა სისტემის მნიშვნელოვან სისუსტეს წარმოადგენს მონაცემების დაგვიანებით მიწოდება მომხმარებლისათვის. DIMS-ს ნაწილობრივ ძალუძს ინფორმაციის უწყვეტი მიწოდება (მაგ. თანამგზავრული ალტიმეტრია, ქარები), მაგრამ უმეტესი მათგანი აგვიანებს მაღალი ხარისხის და სიხშირის მონაცემების მიწოდებას. დაგვიანების მიზეზები მრავალგვარია, კერძოდ ზოგიერთი მონაცემები არ იგზავნება ტექნიკური არასრულყოფილობის გამო, სხვანი არაეფექტური გადამცემი საშუალებების წყალობით. მონაცემთა ნაწილი DAC-ში მხოლოდ მათი კალიბრირების ან ქიმიური ანალიზების ჩატარების შემდეგ ხვდება, დიდი დრო სჭირდება ხარისხის კონტროლის პროცედურას, რაც ასევე იწვევს მონაცემთა მიწოდების დაგვიანებას. მონაცემთა მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმოადგენს მკვლევარის საკუთრებას, რაც ნიშნავს, რომ მონაცემთა შეგროვების შემდეგ

დიდხანს რჩება ხელმიუწვდომელი. ასევე ბევრია ისეთი მონაცემები, რომელთა დამუშავება არასდროს წარმოებულა დაფინანსების უქონლობის ან საკვლევი აპარატურის დაკარგვის გამო.

მთლიანობაში, მონაცემთა სრული შეკრება საკმაოდ ძნელ და მიუღწეველ ამოცანად რჩება. იდეალურ შემთხვევაში, ერთი წერტილიდან, სხვადასხვა საშუალებით (in situ გაზომვით, დისტანციური ზონდირებით და მოდელირებით) მიღებული მონაცემები უნდა თითქმის ემთხვეოდეს ერთმანეთს. ამავე დროს, ჩვენ უნდა შეგვეძლოს ერთად შევკრიბოთ ყველა სახის მონაცემები (მეტეოროლოგიური, ბიოლოგიური, ფიზიკური და ა.შ.) მათი შემდგომი შეჯერების მიზნით. მაგ. WOCE –ს CD - ზე ხდება ამ ამოცანის ეტაპობრივი გადაწყვეტა.

კლიმატის საჭიროებისათვის შექმნილი მსოფლიო ოკეანის დაკვირვების სისტემა (GOOS) განაპირობებს სათანადო DIMS-ის არსებობას. მართვის ეს სისტემა დიფერენცირებულ მონაცემთა ნაკადებს არეგულირებს, კერძოდ, იგი მონაცემებს და მეტადატას აგროვებს, მათ ხარისხს ამოწმებს და ავრცელებს. ასეთი სისტემა ჯერ კიდევ სიცოცხლისუნარიანია, თუმცა უკვე ნათლად იკვეთება მისი შემდგომი მოდერნიზაციის აუცილებლობა. მოდერნიზაციის ძირითადი მიზანია არსებული, ცვლადი, მრავალსაფეხურიანი გარდამავალი მართვის სისტემის ტრანსფორმაცია კოორდინირებულ, პერმენენტულ, ერთიან სისტემაში, რომელსაც ექნება უნარი უზრუნველყოს მაღალი ხარისხის მონაცემები და მისი სუბპროდუქტები რეალურ ან რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებულ დროში. ასეთ შემთხვევაში შეიძლება მივიღოთ კლიმატის საჭიროების შესაბამისი სათანადო სისტემა. შემდეგი თავი ეძღვნება ერთ-ერთი ასეთი სისტემის განხილვას.

5.1 დაკვირვების თანამედროვე სისტემა

მონაცემების მოპოვება, გადაცემა და დაგროვება წარმოადგენს მონაცემთა მენეჯმენტის ეფექტური სისტემის ყველაზე მნიშვნელოვან ელემენტს. იგი მოიცავს ყველა იმ ქმედებას, რომელიც ითვალისწინებს მოპოვებული მონაცემის პასუხისმგებელი (NODC, DNA, DAC, და ა.შ.) ორგანიზაციებისათვის გადაცემას. წარსულში და ნაწილობრივ ამჟამადაც ეს პროცესი ითვალისწინებდა მონაცემთა შემკრებლის მოძიებას, ხშირად პირადი ურთიერთობის და ნდობის გამოყენებას მონაცემთა მოსაპოვებლად და ა. შ. ასეთი მიდგომის გამოყენება არ არის გამორიცხული ახალი სისტემების შექმნის დროსაც, მაგალითად, როდესაც საჭიროა განსაკუთრებით დიდი რაოდენობის ჰიდროგრაფიულ მონაცემთა ბაზების შექმნა, მაგრამ ის უზარმაზარი დრო, რომელიც აუცილებელია ასეთი მიდგომისას თანამედროვე სისტემებისთვის უკვე აღარ არის მისაღები. პერსპექტივაში უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ოკეანური მონაცემები რეალურთან ახლო დროში გახდება ხელმისაწვდომი ანუ მონაცემთა გადაცემის პროცესი განსაზღვრავს მონაცემთა რაოდენობას და ვადებს.

თვალსაჩინოებისთვის განვიხილოთ "ტროპიკული ოკეანის ატმოსფეროს პროექტის" (TAO- http://www.pmel.noaa.gov/tao) დაკვირვების სისტემა, რომელიც შედგება ტემპერატურული რიგის მიღების ავტომატურ რეჟიმში მომუშავე, ფსკერზე დამაგრებული 70 Atlas-ის ტიპის ბუიოსაგან და

მოიცავს წყნარი ოკეანის ეკვატორულ ნაწილს. ამ დაკვირვებათა ქსელის მეშვეობით იზომება ოკეანოგრაფიული და ზედაპირული მეტეოპარამეტრები (მაგ. წყლის ტემპერატურა 500 მ. ჰორიზონტამდე), რომლითაც რეალურ დროში მარაგდება ამინდის საპროგნოზო ცენტრები, მეცნიერები და ა. შ. ინფორმაციის გადაცემა ხდება რეალურთან მიახლოებულ რეჟიმში Service Argos მეშვეობით, რომელიც ამისათვის იყენებს აშშ ოკეანის და ატმოსფეროს ეროვნული ადმინისტრაციის (NOAA) კუთვნილ თანამგზავრებს. მონაცემთა დამუშავება მათი კალიბრაციის და ხარისხის კონტროლის ჩათვლით წარმოებს წყნარი ოკეანის საზღვაო გარემოს ლაბორატორიაში (PMEL). ამავდროულად Service Argos-ს სამსახური გარკვეულ მონაცემებს (კერძოდ, წყლის ტემპერატურას, ზედაპირული ქარის სიჩქარეს, შეფარდებით სინოტივეს და ჰაერის ტემპერატურას) ავრცელებს გლობალური ტელეკომუნიკაციური სისტემით (GTS). PMEL ასევე აკონტროლებს თუ რა ხარისხის ინფორმაცია შეიძლება მიეწოდოს GTS-ს.

ზოგადად, მაღალი სტანდარტის მონაცემთა გადაცემას რეალურ დროში ოთხი ძირითადი ფაქტორი განსაზღვრავს:

ა. გადაცემის ფასი ანუ ტარიფი (transmision cost);
ბ. გადაცემის ლოგისტიკა (transmison logistic);
ვ. ხარისხის შემოწმება (QC);
გ. დანაკარგები გავრცელების პროცესში.

უდავოა, რომ მონაცემებისა და ინფორმაციის მენეჯმენტის ახალმა სისტემებმა

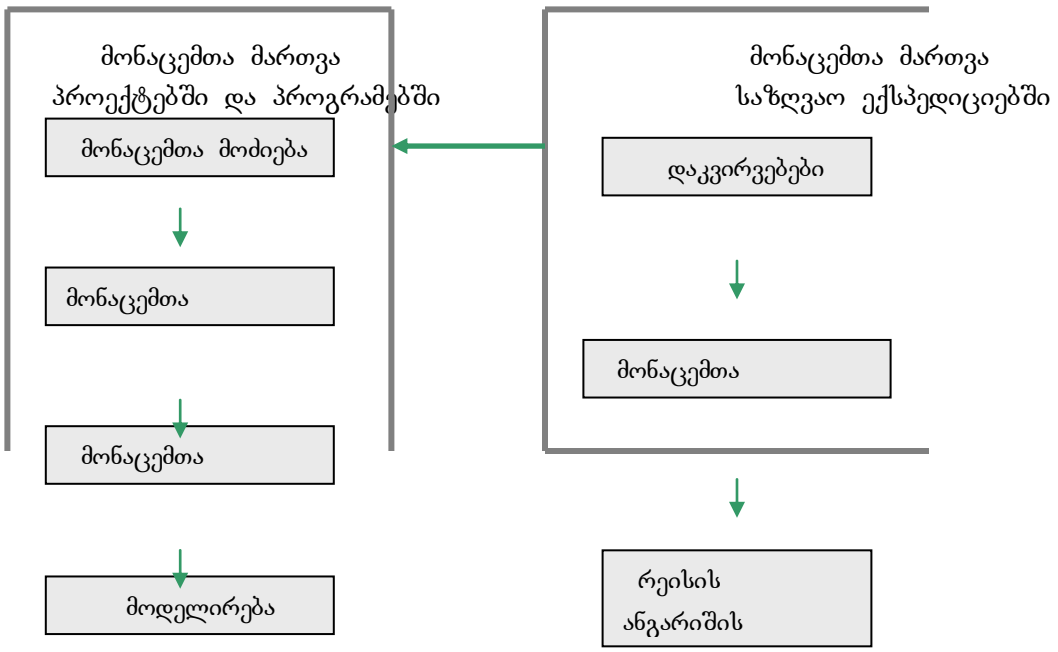
(DIMS) პირველ რიგში უნდა იზრუნონ აღნიშნული ფაქტორების გაუმჯობესობაზე. ასე მაგალითად, გადაცემის ხარჯები შეიძლება ძალზე მნიშვნელოვანი იყოს ენერგიისა და ტელეკომუნიკაციის მაღალი ტარიფების გამო. TAO-ს შემთხვევაში მკვებავი აკუმულატორების ენერგიის ეკონომიის მიზნით და Service Argos მომსახურების შესამცირებლად Atlas-ის ბუიოები მხოლოდ დღე-ღამეში 8 საათის განმავლობაში აწარმოებენ მონაცემთა მიწოდებას. სამწუხაროდ, ხშირად სრული და მაღალი სიხშირის მქონე (საათობრივი ან 10 წუთიანი) მონაცემების მიღება მხოლოდ დროის დაგვიანებულ რეჟიმში ხერხდება.

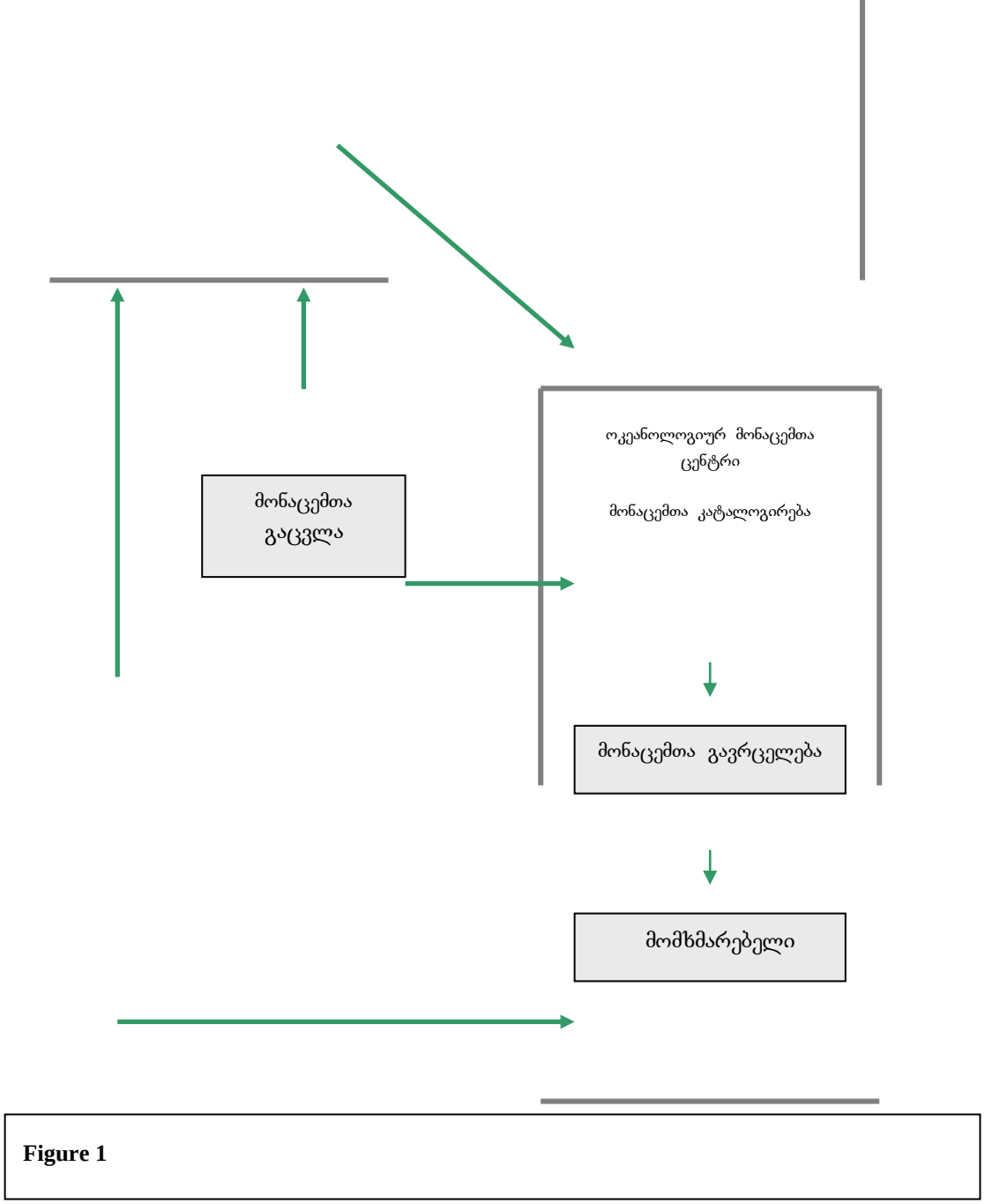
სავარაუდოა, რომ ტელეკომუნიკაციური სისტემების სწრაფმა განვითარებამ და მისმა გაიაფებამ ახლო მომავალში მკვეთრად უნდა გაზარდოს მონაცემთა ის წილი, რომელიც გამოიყენება ოპერატიულ მოდელებში. მაგ. Argos –ის ტიპის მე-2 და მე-3 თაობის თანამგზავრებზე დამონტაჟებული მიმღების და გადამცემების გაზრდილი გრძნობადობა ამცირებს ბუიოს ენერგომოხმარებას, რითაც ზრდის გადაცემის რეჟიმის ხანგრძლივობას და მიწოდებული ინფორმაციის მოცულობას. არსებობს კიდევ რამდენიმე პერსპექტიული სატელიტური სისტემა (მაგ. GOES, OrbCOMM), რომელთა გამოყენება ჯერ-ჯერობით არ ხდება მათი არარენტაბელურობის გამო.

ამრიგად, Atlas-ის ბუიოთა მიერ მონაცემთა შეკრების, NOAA-ს სატელიტების მიერ მათი გადაცემის და Service Argos მიერ მონაცემთა დამუშავების განრიგთა შორის სხვაობის გამო მონაცემთა მოპოვების მომენტიდან მათ გაჟღერებამდე GTS-ში წარმოიქმნება ზუსტად განსაზღვრული ჩამორჩენა ანუ ცდომილება დროში.

ეს ფაქტორი ყველა ინფორმაციული ნაკადებისთვის არის დამახასიათებელი. Service Argos შემთხვევაში ამ ცდომილების შემცირება შესაძლებელია თანამგზავრებზე მიბმული უნიფიცირებული სადგურების რაოდენობის გლობალური ზრდით.

როგორც ავღნიშნეთ, დროის ცდომილებას საგრძნობლად ზრდის მონაცემთა ხარისხის კონტროლის (QC) აუცილებლობა. მაგ. TAO-ს ინფორმაცია ღამის საათებში უცილობლად ექვემდებარება ხარისხის კონტროლის პროცედურებს და მხოლოდ ამის შემდეგ მიეწოდება მომხმარებელს (იხ. სურ. 1).





ნახ. 8 ოკეანოლოგიურ მონაცემთა მართვის ზოგადი სქემა.

დაბოლოს, დაგვიანებას იწვევს ინფორმაციის განაწილების პროცესიც. მაგ. GTS-ის მომხმარებელი ხშირად ვერ იღებს ყველა სახის მონაცემებს საჭირო მოცულობით. განაწილების ამ მოდელის გასაუმჯობესებლად შეიძლება საჭირო მონაცემები სათანადო მონაცემთა ცენტრების მეშვეობით აღვადგინოთ, სადაც, როგორც წესი, მაღალი ხარისხის ინფორმაციული პროდუქტი ინახება. ძალიან მნიშვნელოვანია მეტადატა-ს შეკრების პროცესი. მეტადატა არის ინფორმაცია ინფორმაციის შესახებ ანუ იგი აღწერს შინაარს, ხარისხს, მდგომარეობას და მონაცემთა სხვა მახასიათებლებს და არა თვით მონაცემებს.

ამგვარი ინფორმაცია განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კლიმატური კვლევისათვის, რომლისთვისაც საზომი ისტრუმენტი, გაზომვის მეთოდი და გარემო პირობები დაკვირვების შესახებ ჩანაწერის მნიშვნელოვანი ელემენტია.

მეტადატას შეკრება გაცილებით უფრო ძნელია დაკვირვებიდან გარკვეული დროის შემდეგ. ამიტომ, დამკვირვებელს ხელთ უნდა ქონდეს, მეტადატას სტანდარტული საერთაშორისო ფორმა (მაგ. MEDI-ს ან EDMED-ის) რომლის დროული შევსება უზრუნველყოფს მეტადატას სრულფასოვნებას.

ოკეანის სატელიტური დაკვირვებების ნაკადი სათანადო საკომუნიკაციო საშუალებებით იკრიბება მონაცემთა ცენრებში (მაგ. მონაცემთა შენახვის და არქივიზაციის გამანაწილებელ ცენტრში – DAAC), სადაც ინფორმაცია დამუშავების შემდეგ მრავალსახოვანი საინფორმაციო პროდუქტის სახით ნაწილდება მომხმარებელზე. ზოგიერთი სახეობის დაკვირვება რეალურ დროში მიეწოდება (ხშირად დამოუკიდებელი სატელეკომუნიკაციო მარშრუტით) NWP2 –ს ცენტრებს, რომელნიც თვითონ ამუშავებენ მონაცემებს და ასევე დამოუკიდებლად ავრცელებენ მას. სატელიტური მონაცემების შეკრების მოცემული სქემა საკმაოდ ეფექტურია და კარგად არის აღჭურვილი სათანადო პროგრამული უზრუნველყოფით.

გაცილებით გაძნელებულია მოდელირების და მონაცემთა სინთეზური კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების შეკრება. ამჟამად პროგრამა PCMD –ის ფარგლებში შემუშავდა საერთო, გლობალური ცირკულაციური მოდელის (GCM) მონაცემების შეფასების და ურთიერთშედარების ახალი მეთოდები და საშუალებები. ასევე, მიმდინარეობს გლობალური დაწყვილებული მოდელების შედარება (CMIP) აღნიშნული კვლევის შედეგები თავს იყრის ე.წ. მონაცემთა საინფორმაციო ერთეულში (DIU). უნდა აღინიშნოს, რომ მოდელი-მოდელთან და მოდელი-დაკვირვებასთან შედარების პროცედურა მოითხოვს მსოფლიო ოკეანის გაცილებით სრულყოფილი მოდელების არსებობას.

მონაცემთა ხარისხის შეფასების მიზანია თავიდან ავიცილოთ შესაძლო შეცდომები არსებულ დაკვირვებათა რიგში. ხარისხის კონტროლი (QC) ერთის მხრივ, ადგენს დაკვირვებათა სიზუსტეს და, მეორეს მხრივ, საზღვრავს ამ მონაცემების გამოყენების არეალს.

მომხმარებელს საშუალება ეძლევა მონაცემების ამა თუ იმ მიზნით გამოყენების დროს შეაფასოს მათი ხარისხი.

თუ QC კარგად არის ჩატარებული, მომხმარებელი უშეცდომო და მაღალი ხარისხის პროდუქტს იღებს. ეფექტური QC გულისხმობს:

ა) საკონტროლო ტესტების პაკეტს, რომელიც მისაღებია მომხმარებლისთვის;
ბ) გასაგებ და დოკუმენტალურად კარგად დასაბუთებულ ტესტირების პროცედურას;
გ) ნათელ და უეჭველ კავშირს მონაცემის საწყის სიდიდესა და შედეგს შორის.

ხარისხის კონტროლი მრავალსაფეხურიანი პროცესია და მოწოდებულია გამოავლინოს ყველა სახის შეცდომა, რომელიც დაკავშირებულია საზომ ინსტრუმენტთან, გაზომვის ტექნიკასთან, გადაცემის ხარვეზებთან და სხვა. შეცდომები შეიძლება იყოს უხეში და ნაკლებშესამჩნევი ანუ მალული. უხეში შეცდომების გამოვლენა უკვე ავტომატურ რეჟიმში შეიძლება შესრულდეს. რაც უფრო ნაკლებად შესამჩნევი შეცდომაა მით უფრო მეტი გამოცდილება და ცოდნაა საჭირო მის გამოსავლენად. QC უნდა გაიაროს არა მარტო დამკვირვბლის მიერ აღებულმა მონაცემებმა, არამედ

ავტონომიურ რეჟიმში მომუშავე სადგურების მიერ მოპოვებულმა ინფორმაციამ. ამ მონაცემებმა უნდა გაიაროს სატელეკომუნიკაციო ხაზები, მონაცემთა ცენტრები და ბოლოს მიეწოდოს განსხვავებული მოთხოვნილებისა და ინტერესის მქონე მომხმარებელს. ზოგიერთი სახის მონაცემები მომხმარებელს მიეწოდება რამდენიმე საათში ან დღეში. მალული შეცდომის გამოვლენა ამ დროში ყოველთვის არ ხერხდება. ამიტომ, მიზანშეწონილია, რათა უხეში შეცდომის შესწორება ავტომატურად მოხდეს, ხოლო უფრო ღრმა, მეცნიერული კონტროლი შეიძლება ჩატარდეს მოგვიანებით, რის შემდეგ ხარისხიანი და უფრო ღირებული მონაცემები უნდა დაბრუნდეს მონაცემთა ცენტრში.

IODE-ს სისტემის ყველა წევრი ხარისხის კონტროლს სწორედ ამ ფორმით აწარმოებს. QC-ს ცალკეული მეცნიერებიც აწარმოებენ, მაგრამ მხოლოდ საკუთარი მიზნებისთვის. სამწუხაროდ, ამ მხრივ ჯერ-ჯერობით საკმაოდ მოუწესრიგებელ სფეროსთან გვაქვს საქმე.

უნდა აღინიშნოს, რომ WOCE ვრცელ სამეცნიერო პროგრამას წარმოადგენს. დასაკვირვებელი პარამეტრების მრავალფეროვნებამ და სოლიდურმა მასშტაბმა მოითხოვა ახალი, უფრო მჭიდრო კოოპერაცია მონაცემთა მოპოვების და მართვის საქმეში. ამიტომ პროგრამის ფარგლებში დაარსდა რამოდენიმე ტიპის მონაცემთა შეკრების ცენტრი გარკვეული სახის მონაცემებისათვის (მონაცემთა ნაკადისათვის).

აღნიშნულ ცენტრებში თავი მოიყარა საერთაშორისო ექსპერტებმა, რამაც უზრუნველყო ხარისხის კონტროლის მაღალი დონე. ამავე დროს განხორციელდა QC მეთოდების ადაპტაცია გარკვეული ტიპის მონაცემთა ნაკადისთვის.

WOCE-ს ფარგლებში ჩატარებულმა შედარებამ აჩვენა, რომ მონაცემთა მართვაზე დახარჯულმა თანხამ თვით მონაცემის მოპოვების ხარჯების მხოლოდ 1% შეადგინა მიუხედავად ამისა, ამ პროგრამის ფარგლებში მიღებული მონაცემები შეფასებულია, როგორც ყველაზე ხარისხიანი და ღირებული არსებულ მონაცემთა ბაზებს შორის, რაც სწორი მენეჯმენტის დამსახურებაა.

QC ერთ-ერთი ძირითადი მოწოდებაა აღმოაჩინოს მონაცემთა ნაკადის ან რიგის სისტემური პრობლემები და მიუთითოს მასზე დამკვირვებელს. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მდგრადი, ჩამოყალიბებული დაკვირვების სისტემისათვის, რათა უზრუნველყოფილ იქნას მოწოდებული ინფორმაციის მაღალი ხარისხი. სოლიდურ QC-ს შეუძლია თვით საზომი ინსტრუმენტის გამოყენების თავისებურებები განსაზღვროს. მაგალითად თანამედროვე ქარის მზომი ავტომატიზირებული სისტემის, გემიდან წარმოებული დაკვირვებების ხარისხის შემოწმებისას აღმოჩნდა, რომ სისტემა პერმანენტულად უშვებდა შეცდომებს. იგი სიჩქარეებს ზომავდა არა დედამიწასთან შეფარდებით, არამედ გემთან შეფარდებით. QC-ს შედეგად არმოჩენილ შეცდომაზე მიეთითა ტექნიკურ პერსონალს და მდგომარეობა გამოსწორდა.

აქვე მოვიყვანთ QC-ის მეცნიერულ ღირებულების რამოდენიმე მაგალითს. WOCE-ს პროგრამით გათვალისწინებული ჰიდროგრაფიული გაზომვების მონაცემები QC-ის წყალობით შედარებით მაღალი სიზუსტით ხასიათდება. შედეგად, იმავე პროგრამით წარმოებული ოკეანის სიღრმული ფენების მარილიანობის მონაცემებში შესაძლებელი შეიქმნა დროებითი, ნაკლებშესამჩნევი შეცდომების აღმოჩენა, რაც უწინ არ ხერხდებოდა. ამ ფაქტმა ხელი შეუწყო ჰიდროგრაფიული დაკვირვებების ახალი სტანდარტების დაფუძნებას და პირიქით, იქ სადაც QC-ის არ ჰქონია ადგილი, მაგ. ბათიმეტრიულ და ზედაპირული მარილიანობის გაზომვების დროს, არავითარი პროგრესი არ აღინიშნება.

TOPEX/POSEIDON-ის ფარგლებში ზღვის დონეებზე წარმოებული დაკვირვებების მეცნიერულმა ანალიზმა წარმოაჩინა ალტიმეტრიის ტექნიკური ხინჯი, რომელიც აპირობებდა მონაცემების უზუსტობას, რაც დიდი ხნის განმავლობაში ზღვის დონის დროებით ვარიაციებს მიეწერებოდა. განსაკუთრებით ღირებული შედეგი მიიღება, როდესაც მონაცემთა მენეჯმენტი ითვალისწინებს ქმედებათა მთელ სპექტრს დაწყებული მოსამზადებელი სამუშაოთი, ტექნიკის შეძენით, აუცილებელი

ტრენინგით და მონაცემთა QC-ით დასრულებული. ამასთან, ეს უკანასკნელი პროცედურა მონაცემების მომპოვებელთან მუდმივი კონსულტაციების პირობებში უნდა ხდებოდეს.

ამჟამად, QC-ის მეთოდოლოგია და ინფრასტრუქტურა მოიცავს თითქმის ყველა ოკეანოლოგიურ ინფორმაციულ ნაკადებს (ბათიმეტრიისა და ზღვის ზედაპირის მარილიანობის გამოკლებით). მონაცემთა სამეცნიერო კონტროლი მოითხოვს არა მარტო დამატებით ხარჯებს, არამედ გარკვეულ დროსაც, რაც ხშირად იწვევს მონაცემთა მოწოდების დაგვიანებას. მაგ. თავიდან, WOCE-ს XBT მონაცემების QC –იმ მოსალოდნელზე გაცილებით მეტი დრო მოითხოვა, ძირითადად, სისტემის ჩამოუყალიბლობის გამო. ამის თავიდან ასაცილებლად, შემდგომში აუცილებელია დაფუძნდეს QC-ის ავტომატიზირიბული სისტემები იმ პარამეტრებისათვის, რომელნიც ამ ეტაპზე ყველაზე მეტად ექვემდებარება ხარისხის კონტროლის პროცედურას (მაგ. ფიზიკური სიდიდეების ცვალებადობა). ქიმიური ლაბორატორიული მონაცემები ჯერ კიდევ მოითხოვს QC-ის მყარი პროცედურების ჩამოყალიბებას, სანამ მოხდება მათი ავტომატიზირება.

საოპერაციო ცენტრების უმრავლესობას და მოდელირებაში მომუშავე მეცნიერებს ძალუძთ თვითონ განსაზღვრონ ანომალური მონაცემები. ასეთად შეიძლება ჩაითვალოს მონაცემთა ექსტრემალური სიდიდეები ან მონაცემები, რომლებიც არ აკმაყოფილებს მოდელირების პირობებს. სამწუხაროდ, ასეთი მონაცემები ფართოდ არ ვრცელდება, თუმცა საკმაოდ დიდი პოტენციალური ღირებულება გააჩნია.

დაბოლოს, უნდა აღინიშნოს მონაცემთა სხვადასხვა ტიპის ცენტრების როლი მონაცემთა QC საქმეში. ცენტრებმა უნდა აიღონ პასუხისმგებლობა მონაცემთა ხარისხზე, რაც მათგან მიზანდასახულ და გეგმაზომიერ მუშაობას მოითხოვს.

ამრიგად, როგორც ზემოთ განხილული ოკეანოლოგიური მართვის სისტემა ცხადჰყოფს, მას შეუძლია განახორციელოს სხვადასხვა სახის და დონის სამენეჯმენტო საქმიანობა. მაგალითისთვის მოინახულეთ შემდეგი ვებ-გვერდი: http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.ac.ca/meds/prog/int/woce/wocevot/vote.html

ოკეანოლოგიური ინფორმაციის გავრცელების სისტემის ყველაზე მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს მაქსიმალური რაოდენობის მომხმარებლის მრავალფეროვანი მოთხოვნების დაკმაყოფილება. მოთხოვნათა ეს ნუსხა მოიცავს მონაცემთა ჩაწერის ან შენახვის უნიფიცირებულ ან განსაკუთრებულ ფორმატს, სივრცობრივ და ქრონოლოგიურ ანალიზს, მონაცემთა ტიპს (მაგ. ფიზიკურ სიდიდეებს ან მეორად პროდუქტს, კერძოდ, კონტურებს ან პროფილებს). კლიმატოლოგებს შეიძლება დასჭირდეთ საშუალო დღიური ან საშუალო თვიური მონაცემები, ხოლო მათ ვისაც თანამგზავრულ ინფორმაციასთან აქვს საქმე უფრო მაღალი სიხშირის დაკვირვებები ესაჭიროება. იმისათვის, რომ მომხმარებელმა დრო არ დაკარგოს დიდი მოცულობის მონაცემთა ბაზების გადამუშავებაში, აუცილებელია საინფორმაციო სახის კატალოგების, საძიებო სისტემების, რუქების და ა.შ. მომზადება და გავრცელება. იგივე ეხება მეტადატას გავრცელებას, რომელიც ძალზედ მნიშვნელოვანია კლიმატური კვლევებისათვის. მეტადატა შეიძლება მოიცავდეს საზომ მეთოდებს, სენსორის ან ინსტრუმენტის ტიპს, კალიბრაციის სიხშირეს, ადგილმდებარეობას,

დაკვირვების ხანგრძლივობას და სიხშირეს, საკონტაქტო ინფორმაციას. ბაზები თანდათან სულ უფრო მოცულობითი და სრული ხდება. ამიტომ, საჭირო მონაცემების მოძიებისას სულ უფრო დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საძიებო მონაცემის სწრაფი იდენტიფიკაციის ახალ საშუალებებს. მონაცემთა ბაზები და არქივები მუდმივად იცვლება. ცვალებადობას განიცდის არა მარტო ბაზის მოცულობა, არამედ არსებულ მონაცემთა ხარისხი და ფორმატი. მომხმარებელი დარწმუნებული უნდა იყოს, რომ მის მიერ მოთხოვნილი ან მოძიებული მონაცემები ფორმითაც და ხარისხითაც უახლესია. მონაცემთა ცენტრები ამას ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფენ. მართალია, საპროგრამო უზრუნველყოფა შეიძლება მუდმივად განახლდეს, მაგრამ ინფრასტრუქტურის, სერვერის (განვითარების და შენარჩუნების ხარჯები www და ftp გვერდები, ახალი მონაცემების დამატება და ა.შ.) ძალიან დიდია. ამასთან, დამატებით ხარჯებთან არის დაკავშირებული ახალი, უფრო ეფექტური საძიებო სისტემების შექმნა. ამიტომ, აღნიშნული პრობლემები გასათვალისწინებელია მონაცემთა მომავალ სამენეჯმენტო სქემების შედგენის დროს.

მონაცემთა ფორსირებული ანალიზის და მოდელირების მეტ ეფექტურობას ხელს უწყობს ინფორმაციის გადაცემის დაჩქარება, მონაცემთა ვიზუალიზაცია (3D), სიმულაციური მოდელების ჩამოყალიბება და ანალიზი და ა.შ., რაც ასევე მოითხოვს სოლიდურ ინვესტიციებს. სამაგიეროდ, ელექტრონულმა საშუალებებმა (მაგ. www, ftp, CD-Rom) in situ და დინსტანციური ზონდირების მონაცემთა გავრცელების ახალი დონე უზრუნველყო. ძალზედ მრავალფეროვანია მონაცემთა მომხმარებლამდე მიწოდების მიდგომები, ფორმატები და სახეობები (მაგ. ASCII ფაილების ftp'ing). ასევე, DODS-ის სისტემა იყენებს კლიენტ-სერვერი-ს მოდელს, როდესაც კლიენტი სერვერს უგზავნის მოთხოვნას ინტერნეტის საშუალებით და იღებს ინფორმაციას იგივე გზით (იხ. www.vnidata.vcaredu/pachages/dods) ამ შემთხვევაში კლიენტი მიჰყვება DODS-ის ინსტრუქციებს, ეს უკანასკნელი კი საკმაოდ მოქნილად ხმარობს პროგრამულ ინტერფეისებს (Fortran, Matlab) იმისთვის, რომ ონ-ლაინ მონაცემთა ბაზებიდან საჭირო პორციები ამოიღოს. ბაზებიდან მონაცემთა სწრაფ მოძიებას და მიღებას ასევე ხელს უწყობს ფორმატების სტანდარტიზაცია. მაგ. netCDF-ის, IEEE Binary-ის, GRIB-ის ერთ სტანდარტში მოყვანამ განსაზღვრა მრავალსახოვანი ფაილების ინტეგრაცია, რაც ძალზედ ხელსაყრელია მომხმარებლისთვის.

ოკეანოლოგიურ მონაცემების ბაზების გამოყენების სრულიად ახალი მიდგომა მუშავდება FNMOC-ში - მონტერეი, აშშ. იმისათვის, რომ უკეთ დაკმაყოფილდეს GODAE-ს სამეცნიერო საზოგადოება, სათანადო მონაცემთა სერვისის მეშვეობით ხელმისაწდომი ხდება GTS-ში ჩართული რეალური დროის ოკეანოლოგიური დაკვირვებები, ისევე როგორც ატმოსფერულ და საზღვაო სამოდელო ცენტრების ოპერატიული ინფორმაცია. ამ უნიკალურ სერვისს ძალუძს მოიცვას QC გავლილი რეალური დროის მონაცემები და დანერგოს მონაცემთა გავრცელების ყველა ის შესაძლებლობა, რაზეც ზევით გვქონდა საუბარი.

სამწუხაროდ, DIMS-ის სისტემა არ მოიცავს ყველა ოკეანოლოგიურ მონაცემებს. იმისათვის კი, რომ მაქსიმალურად გამოიკვეთოს ოკეანის როლი კლიმატის ცვალებადობაში, მეცნიერებას სჭირდება მონაცემთა სრული პაკეტი. მიუხედავად ამისა, არსებული ბაზები ჯერ-ჯერობით მწირ ინფორმაციას

ფლობენ. ვითარების გასაუმჯობესებლად ხორციელდება რამოდენიმე ძვირადღირებული საერთაშორისო პროექტი. ამ ინიციატივას სათავე დაედო ICES-ის დაარსებიდან, რომელსაც ეკუთვნის მონაცემთა საერთაშორისო გაცვლის იდეაც. ICES-ის მიერ გამოცემულ Bulletin Planktonique-ში 1907-1908 წლიდან დაიწყო ოკეანოლოგიური პროფილის მონაცემების გამოქვეყნება. ჯერ კიდევ ოცი წლის წინათ რეალური დროის ოკეანოლოგიური ოპერატიული ინფორმაცია (მეტეოინფორმაციისგან განსხვავებით) არ გადაიცემოდა GTS-ს მეშვეობით. ამიტომ, ოკეანოლოგიური მონაცემების დიდი რაოდენობა ისევ ხელნაწერი ფორმატით არსებობს და გარკვეული საშიშროების ქვეშ იმყოფება. კერძოდ, დაუცველია დაკარგვის ან განადგურებისგან. სამწუხაროდ ასეთ შემთხვევებს 1993-94 წ.წ. საქართველოშიც ჰქონდა ადგილი. 1993 წელს სამთავრობათაშორისო კომისიის თაოსნობით დაიწყო GODAR-ის პროექტის განხორციელება. პროექტი ითვალისწინებს ისტორიული (არქეოლოგიური) მონაცემების მოძიებას და მათ ტრანსფორმაციას ახალ, ელექტრონულ ფორმატში. პროექტის ძირითადი პრინციპია – ყველა მოპოვებული მონაცემები შეზღუდვის გარეშე იყოს ხელმისაწვდომი ყველასათვის. პროექტის ფარგლებში მოძიებული იქნა 2 მლნ. ტემპერატურული პროფილი, 120.000 ქლოროფილის პროფილი, 600.000 დაკვირვებები პლანქტონზე. GODAR-ის მიერ მოპოვებული ტემპერატურის ისტორიული პროფილები NODC/WDC-A არქივების თითქმის 40% შედგენს. აღნიშნული მონაცემები შესულია World Ocean Database 1994, 1998 Atlas Series CD-Rom-ში.

თავი 5 შავი ზღვა, გენეზისი, სტრუქტურა ეკოლოგია

შავი ზღვა მსოფლიოში ერთ-ერთი ყველაზე დიდი ჩაკეტილი წყლის მასივია. ზღვის სიგრძე უკიდურეს დასავლეთ და აღმოსავლეთ წერტილებს შორის 1167 კმ-ია (ბურგასი-ქობულეთი). სანაპირო ზოლის სიგრძე დაახლოებით 4000 კმ-ია, საიდანაც საქართველოს 320 კმ ეკუთვნის (რუსეთის ფედერაცია-395 კმ, უკრაინა-1340 კმ, რუმინეთი-215 კმ, ბულგარეთი-317 კმ, თურქეთი-1365 კმ). შავი ზღვის ე.წ. ზედა ჟანგბადით მდიდარი "ცოცხალი" ფენა 175-200 მ სიღრმემდე ვრცელდება, 200 მ-დან ფსკერამდე თითქმის უჟანგბადოა და საერთოდ არ გვხვდება ორგანული სიცოცხლე. შავი ზღვის განსაკუთრებულ თავისებურებას, რაც მას მკვეთრად განასხვავებს დედამიწის დანარჩენი ჰიდროგარსისგან, წარმოადგენს წყლის ორიგინალური ფენობრივი ხასიათი. 175-200 მ სისქის მქონე ზედაპირული ფენა სიმკვრივით გამირჩევა (მსუბუქია) მის ქვეშ მდებარე წყლის მასისაგან. ეს განსხვავება იმდენად მკვეთრია, რომ წყლის აღრევა ფენებს შორის თითქმის არ წარმოებს. ამის გამო ღრმა წყალში დაგროვილია **H_2S** გრანდიოზული რაოდენობა. აღსანიშნავია, რომ შავ ზღვაში საერთოდ არ არსებობს საშიში იხტიოფაუნა.

შავი ზღვა მდებარეობს ევროპასა და მცირე აზიის ნახევარკუნძულს შორის, მიეკუთვნება ატლანტის ოკეანის აუზს. ჩრდილო-აღმოსავლეთით ქერჩის სრუტით უკავშირდება აზოვის ზღვას, სამხრეთ-დასავლეთით ბოსფორის სრუტი - მარმარილოს ზღვას, დარდანელის სრუტით - ეგეოსისა და ხმელთაშუა ზღვებს. შავ ზღვას ერთვის

მდინარეები: რიონი, ჭოროხი, დუნაი, დნეპრი,დნესტრი, იეშელ-ირმაქი, სამხრეთი ბუგი და ა,შ.

შავი ზღვა მდებარეობს-ჩ.გ.41–სა და 43-ს შორის; მაქსუსსიმალური სიღრმე 2211 მეტრია. საშუალო სიღრმე-1300მეტრია. მაქსიმალური სიგრძე 1150 კმ. მაქსიმალური სიგანე - 580კმ. ფართობი 420 ათასი კმ.

წყლის მოცულობა 0,54 მლნ. კუბ. კმ. წყლის მასა -550 ტრილიონი ტონა.

ბობოქარი გეოლოგიური წარსული ჰქონდა დედამიწის იმ რაიონს, სადაც ახლა შავი ზღვა მდებარეობს. მკვლევართა აზრით, შავი ზღვის აუზი მნიშვნელოვანი მთათა წარმომქმნელი პროცესების გავლენით პერიოდულად გამოეყოფოდა და უკავშირდებოდა მსოფლიო ოკეანეს.

თანამედროვე სახე მიიღო დაახლოებით 10000 წლის წინათ, როდესაც ბოსფორისა და დარდანელის სრუტეებით დამყარდა კავშირი ოკეანესთან. წყალი შედარებით გამარილიანდა. ფსკერის რელიეფში გამოიყოფა შელფი, კონტინენთური კალთა, შელფი, ზღვის ქვაბული. წიაღისეულიდან გვხვდება ნავთობი, ბუნებრივი გაზი, მაგნეტიტური ქვიშები. ზღვის ნაპირები სუსტად არის შეჭრილ-შემოჭრილი, ერთარდერთი დიდი ნახევარკუნძულია ყირიმისა. კუნძულები თითქმის არ არის. აღმოსავლეთით ზღვას ეკვრის კავკასიონი, ხოლო სამხრეთით-მცირე კავკასიონი და პონტოს მთები.ზღვაში შეჭრილია; ბიჭვინთის, სოხუმის, ანაკლიის, კოდორის, ციხისძირისა და მწვანე კონცხები.

შავი ზღვა თითქმის არ იყინება, გამონაკლისია უკიდურესი ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაწილები,რომეკიც რამდენიმე წელიწადში ერთხელ იფარება ყინულის თხელი ფენით.შავი ზღვის დიდ ნაწილზე ზამთარი თბილია. ივლისის საშუალო ტემპერატურა +22 - +24-ია. მაქსიმალური +35-ია. მარილიანობა შვ ზღვაში სიღრმის მატებასთან ერთად შესამჩნევად იზრდება. ზღვის წყლის სიმლაშე შუა ნაწილში 17,5-18,5 პრომილეა. შავი ზღვის წყლის ფენობრიობაა. ამით საგრძნობლად განსხვავდება დედამიწის სხვა ზღვებისაგან. ზღვა მოგვაგონებს ორფეროვან ნამცხვარს, რომლის ზედა 150-200მ-ჟანგბადით მდიდარი და სიცოცხლით სავსე ფენაა, ხოლო ქვედა-გოგირდწყალბადითაა გაჯერებული და მხოლოდ ბაქტერიების სამფლობელოს წარმოადგენს .შავი ზღვის მცენარეთა და ცხოველთა სამყარო მრავალფეროვანია. იგი პლანქთონის დიდი რაოდენობით გამოირჩევა, შავ ზღვაში გავრცელებულია როგორც მარილიანი, ასევე მტკნარი წყლის ცხოველთა სამყაროს წარმომადგენლები. აქ ცხოველთა 2000-მდე სახეობას ითვლიან. მათ უმეტესობას უმარტივესნი, ჭიები, მოლუსკები და კიბოსნაირები შეადგენენ. აქ თევზების 180 სახეობაა ცნობილი, რომელთაგან 17%-ია მტკნარი წყლის. უმეტესობას სარეწაო მნიშვნელობა აქვს. მათგან აღსანიშნავია ქაფშჯა, ქაშყი , სვია, ზუთხი, კეფალი, სკუმბრია, კამბალა, სტავრიდა და სხვა. ზღვის ყოველი ჰექტარიდან 2-2,5 კგ თევზის დაჭერაა შესაძლებელი.

შავი ზღვა მნიშვნელოვანი სატრანსპორტო საშუალებაა. მისი საშუალებით შესაძლებელია დაუკავშირდეთ მსოფლიოს საზღვაო ქვეყნებს.

ცენტრალურ ევროპასა და რუსეთს. ტვირთბრუნვაში დიდი როლი შეუძლია შეასრულოს საბორნე გადასასვლელებმა, რომლებმაც ახლახანს საქართველოს ნავსადგურები (ბათუმი, ფოთი) დააკავშირა შავი ზღვის დასავლეთ სანაპიროსთან (ბურგასი, ილიჩევსკი და სხვა).

სამეურნეო გამოყენების თვალსაზრისით შავი ზღვა ხმელთასუა ზღვას ემსგავსება. განსაკუთღებით მნიშვნელოვანია სანაპირო წყლების ფართო რეკრეაციული გამოყენება. შვი ზღვის სანაპიროზე არაერთი ცნობილი კურორტია. როგორც წესი, საქართველოს ფარგლებში, ზღვის კურორტის სიახლოვეს მცენარეულობით უხვად შემოსილი მთები მდებარეობს. ამგვარი ვითარება კარგ ესთეტიკურ ფონს ქმნის დამსვენებელთათვის.

შავი ზღვის მნიშვნელობა საქართველოსათვის ფასდაუდებელია. იგი წარმოადგენს მნიშვნელოვან წარმონაქმნს ქვეყნის ზოგადგეოგრაფიული მდებარეობოსათვის, რესურსულ პოტენციალს, რეკრეაციულ ზონას, საგარეო კავშირურთიერთობების ძირითად არტერიას. შვი ზღვა მსოფლიო ოკეანის კარიბჭეა ჩვენი ქვეყნისათვის.

შ ა ვ ი ზ ღ ვ ა ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო ს ფ ა რ გ ლ ე ბ შ ი

მდინარე ფსოუს შესართავიდან სოფელ სარფს შორის საქართველოს აკრავს შავი ზღვა . სანაპირო ხაზის სიგრძე საქართველოს ფარგლებში **330 კმ-ია .** მდინარე ფსოუს შესართავიდან ქ. ოჩამჩირემდე სანაპირო მიმართულია ზოგადად სამხრეთ-აღმოსავლეთით, ოჩამჩირიდან ქობულეთამდე - სამხრეთით, ქობულეთიდან სახელმწიფო საზღვრამდე - სამხრეთ-დასავლეთით. სანაპირო ხაზი არ არის დანაწევრებული, თითქმის სწორხაზოვანია, მხოლოდ ბიჭვინთის, სოხუმისა და კოდორის კონცხები იჭრებიან რამდენადმე ზღვაში და წარმოქმნიან ზღვისაკენ ფართოდ გაშლილ უბეებს. სანაპირო ზოლი ნაპირის ხასიათის მიხედვით 3 მონაკვეთად იყოფა. მდინარე ფსოუს შესართავიდან სოხუმამდე ნაპირი ფლატიანი, მთიანი, ბორცვიანი და მეწყერიანია. არის დაბალი კონცხებიც. სოხუმიდან ქობულეთამდე ნარიყია, დაბალი და დანაოჭებული, ქობულეთსა და სახელმწიფო საზღვარს შორის ნაპირი ალაგ-ალაგ ფლატიანია, მაგრამ მეტწილად ნარიყი და დაბალი. შავი ზღვის ძირი წარმოადგენს ღრმა ქვაბულს ციცაბო კალთებით, თითქმის ბრტყელი ფსკერით და ძალიან სუსტად გამოხატული კონტინენტური მეჩეჩით. საქართველოს სანაპიროსთან კონტინენტური მეჩეჩი განსაზღვრულია საშუალოდ 200 მეტრიანი იზობათით, ძალიან ვიწროა (მეტწილად 2-4 მილი), ალაგ-ალაგ (ბათუმის კონცხთან, ქობულეთთან) თითქმის მთლიანად ქრება, მხოლოდ გუდაუთასა და ოჩამჩირესთან განივრდება მნიშვნელოვნად (10-15 მილამდე). კონტინენტური ფერდობი (რომელიც 200 მ სიღრმეზე იწყება) უფრო დამრეცი ხდება 1000-1500 მეტრზე. ქვემოთ შავი ზღვის საქართველოს ფარგლებში ერთვის მდინარეები რიონი, ბზიფი, კოდორი, ენგური, ჭოროხი და სხვა მრავალი პატარა მდინარე. საქართველოს ტერიტორიიდან წელიწადში ზღვაში ჩაედინება 50 კმ3-მდე წყალი (მთელი კონტინენტური ჩამონადენის 16%). საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე ზამთარი რბილი და თბილია. იანვრის საშუალო ტემპერატურა 4-7OC, ივლისისა - 22-23OC. ნალექები უხვადაა წლის ყველა დროს. განსაკუთრებით წვიმიანია კოლხეთის სამხრეთი ნაწილი, სადაც წელიწადში 2500 მმ-ზე მეტი ნალექი მოდის. ჩრდილოეთით ნალექები კლებულობს 1650 მმ-დან (ცენტრალურ ნაწილში) 1400 მმ-მდე (ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში).

ატმოსფეროს ზოგადი ციკლონური ცირკულაცია და კონტინენტური ჩამონადენი განსაზღვრავს ზღვის ზედაპირზე წყლის ციკლონურ წრებრუნვას საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ნაპირის გასწვრივ. ნაპირიდან 2-5 მილზე წრის დიამეტრი 25-35 მილია. საქართველოს ნაპირებთან არის დინებათა სანაპირო წრებრუნვის ზონა. დინებები აქ ძლიერ განიცდიან ადგილობრივი ქარების ზეგავლენას. ტალღების დიდი გაქანებისა და საქართველოს ნაპირების თავისებურებების გამო ტალღების ელემენტები აქ უდიდეს მნიშვნელობას აღწევენ. ყველაზე ხშირია 1 მეტრამდე სიმაღლის ტალღები, მაგრამ ტალღების მაქსიმალური სიმაღლე 5-6 მეტრს აღწევს. ფლატიან ნაპირებთან ან სანაპიროს დამცველ კედლებთან ტალღათა სიმაღლე განსაკუთრებული შტორმების დროს 10 მეტრს აღწევს, ხოლო ნაშხეფების სიმაღლე - 20-30 მეტრს. საქართველოს სანაპიროს მნიშვნელოვან ნაწილზე, სადაც განლაგებულია მრავალი კურორტი, ზღვა რეცხავს ნაპირს და აფუჭებს პლაჟს. დიდი გამოკვლევები ტარდება გადარეცხვის მიზეზის გამოსავლინებლად და აღსაკვეთად. წლის განმავლობაში საქართველოს ნაპირებთან ზღვის დონე სეზონურ რყევას განიცდის. მაქსიმალური დონე ივლისშია, მინიმალური - ოქტომბერში. დონეთა რყევის ამპლიტუდა (20 სმ) გაპირობებულია ჩამონადენის, ნალექებისა და აორთქლების ცვლილებით. დონეთა რყევა მოქცევა-მიქცევის დროს არ აღემატება 10 სმ-ს, ხოლო სეიშების დროს - 15 სმ. შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი ყველაზე უფრო თბილია. ზამთრობით წყლის ზედაპირული ფენის საშუალო ტემპერატურა იცვლება 8-10OC-ის ფარგლებში, გაზაფხულის ბოლოსათვის იგი შეადგენს 15-16OC-ს, ივლის-სექტემბერში - 23-26OC-ს, მაქსიმალური ტემპერატურა 27-28OC-ს აღწევს.
წყლის ზედაპირული ფენის მარილიანობის საშუალო სიდიდე ღია ზღვაში ირყევა 17.80/00 -დან (გაზაფხულზე) 18.30/00-მდე (ზამთრობით). ზედაპირიდან 200 მ სიღრმემდე მარილიანობა იზრდება 210/00-მდე. საქართველოს მდინარეები მნიშვნელოვნად ამტკნარებენ წყლის ზედაპირულ ფენას ნაპირთან, განსაკუთრებით გაზაფხულზე და ზაფხულის პირველ ნახევარში, მაგრამ გამტკნარება, ჩვეულებრივ, არ ვრცელდება ნაპირიდან 2-4 მილს იქით. მხოლოდ მდინარეებში დიდი წყალმოვარდნების დროს მოიცავს შედარებით დიდ სივრცეს, მარილიანობა კი ხანმოკლე დროის განმავლობაში მცირდება, ისიც 12-80/00-მდე. საქართველოს სანაპიროზე დიდი ნავსადგურებია ბათუმი, ფოთი, სოხუმი; ნაკლებად მნიშვნელოვანია ოჩამჩირე და გაგრა. ბათუმიდან გააქვთ ნავთობი, ფოთიდან - მანგანუმი. შემოაქვთ ქვანახშირი, რკინის მადანი, სასუქები, ხორბალი. კურორტები განლაგებულია საქართველოს თითქმის მთელ სანაპიროზე (გაგრა, ბიჭვინთა, ქობულეთი და სხვ.).
საქართველოს სანაპიროსთან იქთიოფაუნა შედგება თითქმის მხოლოდ შავი ზღვის თევზებისაგან, რომლებიც აქ მუდმივად ბინადრობენ და გამოსაზამთრებლად მოდიან .

შავი ზღვის სანაპირო ხაზის სიგრძე 3962 კმ-ია , შავი ზღვის სანაპირო ხაზი ასე ნაწილდება !

1. თურქეთი - 1365 კმ
2. უკრაინა - 1340 კმ
3. რუსეთი - 395 კმ
4. საქართველო - 330 კმ
5. ბულგარეთი - 317 კმ
6. რუმინეთი - 215 კმ

ოკეანის წყლებზე გავლენას ახდენს ზღვის სიმდიდრის ინტენსიური ათვისება, ნაოსნობის განვითარება, პორტებისა და სხვადასხვა სამრეწველო კომპლექსების სანაპირო ზოლში გაშენება, დაბინძურებული მდინარეებისა და ჩამონადენების ზღვებსა და ოკეანეებში ჩადინება და სხვ.

უკანასკნელ ათწლეულებში განსაკუთრებით გაიზარდა ზღვის ეკოსისტემებზე ანთროპოგენური ზემოქმედება. ოკეანის წყლებში მრავალი დამაბინძურებელი ნივთიერებების გავრცელებამ მიიღო ლოკალური, რეგიონალური და გლობალური მასშტაბიც კი, ამიტომ ოკეანეების და ზღვების დაბინძურება გახდა უმნიშვნელოვანესი საერთაშორისო პრობლემა.

ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის აუცილებელია ზღვის გარემოს დაცვა დაბინძურებისაგან.

1972 წელს სტოკჰოლმში ჩატარებულ გაეროს კონფერენციაზე, რომელსაც მხარი დაუჭირა სამთავრობათშორისო ოკეანოგრაფიის კომისიამ, ზღვის დაბინძურება შემდეგნაირად განმარტეს: "ადამიანის მიერ პირდაპირ ან ირიბად ნივთიერების ან ენერგიის ზღვის გარემოში ჩაშვება, რომელსაც მოსდევს ისეთი მავნე შედეგები, როგორიცაა ცოცხალი რესურსების დაზიანება, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საშიშროების და საზღვაო საქმიანობაში, მათ შორის თევზჭერაში დაბრკოლებების შექმნა, ზღვის წყლის ხარისხის გაუარესება და მისი სასარგებლო თვისებების შემცირება."

ოკეანეებისა და ზღვების დამაბინძურებელ წყაროებს მიეკუთვნება:

- სამრეწველო და სამეურნეო წყლების ჩაშვება უშუალოდ ზღვაში ან მდინარეთა ჩამონადენთან ერთად;
- სოფლის და სატყეო მეურნეობაში გამოიყენებული ნივთიერებების მოხვედრა ხმელეთიდან;
- ზღვაში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა განზრახ დამარხვა;
- გემების ჩატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციების დროს სხვადასხვა ნივთიერებათა გაჟონვა;
- გემებიდან და წყალქვეშა მილსადენებიდან ავარიული გამონაბოლქვები;
- სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავება ზღვის ფსკერზე;
- დამაბინძურებელ ნივთიერებათა გადატანა ატმოსფეროთი.

ცხრილში 5.1 წარმოდგენილია მსოფლიო ოკეანის მსხვილმასშტაბიანი დაბინძურების ყველაზე გავრცელებული ტოქსიკური კომპონენტები.

დამაბინძურებელი ნივთიერებები	ბიოლოგიური საშიშროების ხარისხი	გავრცელების მასშტაბი
რადიონუკლიდები		გლობალური
სტრონციუმ-90 (^{90}Sr)		“
ცეზიუმ-137 (^{137}Cs)		“
პლუტონიუმი-238 (^{238}Pu)		“
ტრიტიუმი (^{3}H)		“
ცერიუმი-144 (^{144}Ce)		“
ქლორორგანული ტოქსიკური		
დდტ და მათი მეტაბოლიტები	++	“
პოლიქრორირებული ბიფენილები	++	“
ალდრინი	++	“
დილდრინი	++	ლოკალური
ლინდანი	++	“

მეტალები		
მეთილსინდიყი	++	გლობალური
კადმიუმი	(+)	“
ვერცხლისწყალი	++	“
ტყვია	(+)	“
თუთია	+	ლოკალური
სპილენძი	+	რეგიონალური
ქრომი	(+)	ლოკალური
რკინა	(-)	“
მანგანუმი	(-)	“
დარიშხანი	(+)	
ნავთობი და ნავთობპროდუქტები	+	რეგიონალური
დეტერგენტები	?	გლობალური
		რეგიონალური

ზღვის ორგანიზმებისათვის ბიოლოგიური საშიშროების ხარისხი აღნიშნულია: ++ - ძლიერი; + - მნიშვნელოვანი; (+) – სუსტი; ? – არ არის განსაზღვრული; (–) – უმნიშვნელო.

როგორც ცხრილიდან ჩანს ოკეანე ღებულობს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ფართო ჩამონათვალს. მათ გარდა ოკეანეში სხვადასხვა გზით ხვდება უამრავი ორგანული მინარევები, ნარჩენები, შეტივტივებული ნაწილაკები. ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ტოქსიკურობის ხარისხით და გავრცელების მასშტაბით – ლოკალური (სანაპირო) გავლენიდან დაწყებული გლობალურით დამთავრებული.

ამჟამად მსოფლიო ოკეანეში პოულობენ ახალ-ახალ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს. ორგანიზმებისათვის განსაკუთრებით საშიში ქლორორგანული შენაერთების, პოლიარომატიული ნახშირწყალბადების და ზოგიერთი სხვა ნივთიერებების გავრცელება გლობალურ ხასიათს

ღებულობს. რომლებიც გამოირჩევა მაღალი ბიოაკუმულაციური თვისებებით, მკვეთრი ტოქსიკური და კანცეროგენული ეფექტით.

დაბინძურების მრავალი წყაროს ჯამური ზემოქმედების მუდმივი ზრდა იწვევს ზღვის სანაპირო ზონის პროგრესირებულ ევტროფიკაციას და წყლის მიკრობიოლოგიურ დაბინძურებას.

მცენარე არის პირველი რგოლი კვების ჯაჭვში როგორც ხმელეთზე ასევე წყალში. მხოლოდ მცენარეს შეუძლია მზის ენერგიით არაორგანული ნივთიერებიდან საკვების წარმოება. მცენარეები წარმოშობენ და ცხოველები შთანთქავენ. ამიტომ ყველა ცხოველი დამოკიდებულია მცენარეზე.

პლანქტონი ზღვის წყლის სვეტში მცხოვრობი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი უმცირესი ზომის ორგანიზმია. პლანქტონის ერთ ერთი სახეობაა ფიტოპლანქტონი - მცენარე რომელიც წყლის ზედაპირზე ცხოვრობს და ფოტოსინთეზის საშუალებით ღებულობს ენერგიას. ფიტოპლანქტონის ზღვაში ვერტიკალური განაწილება დამოკიდებულია სინათლეზე, რომელიც საჭიროა ფოტოსინთეზისათვის. მაგალითად შავ ზღვის სანაპირო ზონაში ფიტოპლანქტონის გავრცელების ქვედა ზღვარი 25 მ-ია, ამასთან 0-10 მ. სისქის ზედაპირულ წყლის ფენაში აღინიშნება მაქსიმალური რაოდენობა; ღია ზღვაში ფიტოპლანქტონის გავრცელების ქვედა ზღვარი არის 75 მ. სიღრმე, იშვიათად 100მ. უფრო ღრმად განათებულობა სუსტია ამიტომ იქ ვითარდება მხოლოდ ჩრდილის მოყვარული ერთუჯრედოვანი ორგანიზმები და ბაქტერიები. ჩრდილის მოყვარული ფიტოპლანქტონი 80-125 მ. სისქის ფენაში არსებობს. ეს არის უფერული მცენარეები, რომლებიც იკვებებიან ორგანული ნივთიერებებით და ზოგიერთი სახეობის დიატომური წყალმცენარით ანუ ფოტოსინთეზთან ერთად საკვებად იყენებენ წყალში გახსნილ ორგანულ ნივთიერებებს.

ფიტოპლანქტონი არის მცირე, ერთუჯრედიანი მცენარე, რომლის შეუარაღებელი თვალით გარჩევა შეუძლებელია, თუმცა წყალში დიდი რაოდენობით არსებობისას ის წყალს შეფერილობას უცვლის. დაახლოებით 5 000 სახობის ზღვის ფიტოპლანქტონი არსებობს, მათ შორის ერთ ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანია დიატომი. ფიტოპლანქტონის სხვადასხვა სახეობა სხვადსხვა ფერის პიგმენტებს შეიცავს – მწვანეს, წითელს, ყავისფერს და სხვ. შესაბამისად ოკეანესაც სხვადასხვა შეფერილობა ეძლევა. მზის სხივების გარდა ფიტოპლანქტონის ინტენსიური გამრავლება და ყვავილობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული წყალში ჭარბად არსებულ საკვებ ნივთიერებებზე: ნიტრატებზე, ფოსფატებზე და სხვა. როცა საკვები ნივთიერებები კლებულობს, ფიტოპლანქტონის გამრავლება და ყვავილობა წყდება და იწყება ლპობის პროცესი, ხელახლა გამონთავისუფლებული ბიოგენური მარილები ხელს უწყობენ ფიტოპლანქტონის ყვავილობის და გამრავლების ხელახალ დაწყებას.

ნიტრატების და ფოსფატების მაღალი კონცენტრაცია წარმოშობს ფიტოპლანქტონის მაღალ კონცენტრაციას - წითელ ტალღებს, რაც წამლავს წყალს, თევზებს, ზღვის ძუძუმწოვრებს და კვების ჯაჭვით ხვდება ადამიანის ორგანიზმში. პირველად ეს დაავადება 1924 წელს დაფიქსირდა, როცა მეთევზეებს აღენიშნებოდათ მაღალი სიცხე, სახსრების ტკივილი, ნერვული მოშლილობა.