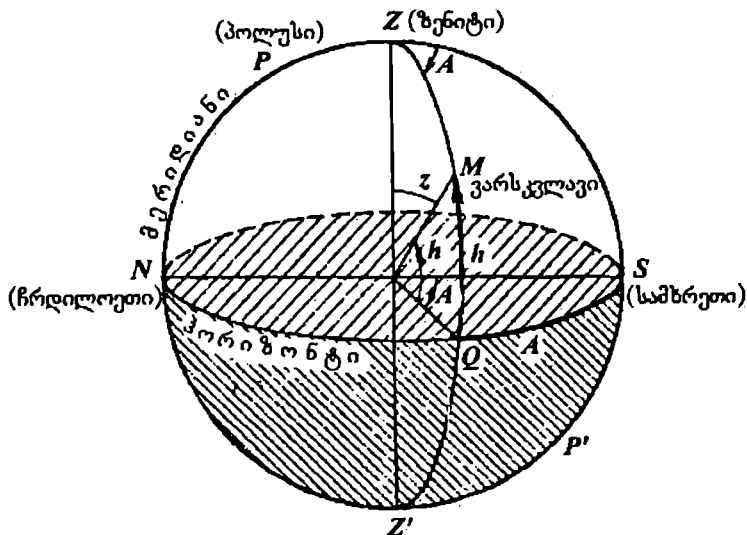


დალი მიქაუტაძე

**ტოპოგრაფია-გეოდეზიის
საფუძვლებით
(სალექციო კურსი)**



ქუთაისი
2018

საღვთისმეტყველო კურსში განხილულია ზოგადი გეოდეზიის ძირითადი საკითხები: დედამიწის ფორმის შესწავლა, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური აგეგმვის წარმოება, ნიველობის ძირითადი სახეები, განხილულია ტოპოგრაფიული აგეგმვის როგორც ტრადიციული, ასევე თანამედროვე მეთოდები და საკითხები კარტოგრაფიიდან.

მოცემულია სფერული ზედაპირის-დედამიწის სიბრტყეზე გამოსახვის მათემატიკური ხერხეზი-პროექციები, პროექციების კლასიფიკაცია გამოსახულებისა და დამახინჯების თვისებების მიხედვით.

რედაქტორი: აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის დეპარტამენტის ასოც. პროფ. ნანა ბლიაძე

რეცენზენტები: აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის დეპარტამენტის ასოც. პროფ.

ციცინო დავითულიანი;

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გეოგრაფიის დეპარტამენტის ასოც. პროფ.

მზია კუბეცია

ISBN-978-9941-459-36-8

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

წინასიტყვაობა

ტოპოგრაფია-გეოდეზიის საფუძვლებით - სასწავლო კურსი ეკითხებათ უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის გეოგრაფიის სპეციალობის სტუდენტებს. სახელმძღვანელო ასევე შეიძლება გამოიყენონ ეკოლოგიის, გეოეკოლოგიის, ბუნების დაცვისა და საპროექტო-სამშენებლო ინდუსტრიის დარგში მომუშავე სპეციალისტებმა.

კურსის მნიშვნელობა განისაზღვრება იმ განსაკუთრებული როლით, რომელსაც ტოპოგრაფია-გეოდეზია ასრულებს ვრცელი ან კონკრეტული ტოპოგრაფიული ზედაპირის სიბრტყეზე გამოსახვისას. ამ თვალსაზრისით სახელმძღვანელოში მოცემულია ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების შესრულების როგორც ტრადიციული, ისე უახლესი GPS ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული თანამედროვე მეთოდების აღწერა. მოცემულია სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე გამოსახვის მათემატიკური ხერხები-პროექციები, პროექციების კლასიფიკაცია გამოსახულებისა და დამახინჯების თვისებების მიხედვით, ასევე საკითხები კარტომეტრიიდან.

სახელმძღვანელო, რომელიც შექმნილია ლიტერატურული წყაროებისა და პრაქტიკული გამოცდილების ბაზაზე, შესაბამისობაშია სასწავლო პროგრამასთან სათანადო ცოდნისა და უნარ-ჩვევების დაუფლება.

მასში მასალები გადმოცემულია იმგვარად, რომ მაქსიმალურად გაუადვილდეთ სტუდენტებს გეოდეზიის საფუძვლებისა და ტოპოგრაფიულ საკითხებზე დამოუკიდებელი მუშაობა.

თავი I

ტოპოგრაფია-გეოდეზიის საგანი და ამოცანები, მისი განვითარების ისტორია

ტოპოგრაფია (ბერძნული სიტყვაა, *Topo* - ადგილი, ადგილმდებარეობა და *grafos* - ვწერ) - ადგილმდებარეობის აღწერას ნიშნავს. იგი სამეცნიერო-ტექნიკური დისციპლინაა, რომელიც დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის ელემენტებისა და ობიექტების გეოგრაფიული და გეომეტრიული შესწავლის გზით ახდენს მისი მოდელის-ტოპოგრაფიული რუკის ანუ ადგილმდებარეობის სიბრტყეზე ზუსტი გამოსახულების შედგენას.

ტოპოგრაფიის ერე-ერთი ძირითადი მიზანია ტოპორუკების შექმნა. ტოპოგრაფიული რუკის შექმნის ძირითადი მეთოდია ტოპოგრაფიული აგეგმვა, რომელიც შედგება სამუშაოათა კომპლექსისაგან (სხვადასხვა სახის გაზომვები, გამოთვლები, გრაფიკული აგებები). საკორდინაციო სისტემები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს დედამიწის ზედაპირის წერტილებისა და ობიექტების, როგორც გეგმიური (ე.ი. მდებარეობა რომელიმე ზედაპირზე) ისე სიმაღლური (ე.ი. საწყისი დონებრივი ზედაპირის მიმართ) მდებარეობა.

ტოპოგრაფიული რუკა ადგილმდებარეობის შემცირებული, განზოგადებული და დაწვრილებითი გამოსახულებაა სიბრტყეზე, დედამიწის ზედაპირის სიმრუდის გათვალისწინებით, რომელიც მის ელემენტებს გამოსახავს სპეციალური ნიშნების - ტოპოგრაფიული პირობითი ნიშნების დახმარებით.

ტოპოგრაფიის ამოცანაა გეოდეზიური ინსტრუმენტებით სხვადასხვაგვარი აგეგმვითი სამუშაოების ჩატარება, გეგმების შედგენა და გეოდეზიური ინსტრუმენტების შესწავლა. შედეგად ხდება დედამიწის სფეროს „მცირე ნაწილების“ გამოსახვა ქაღალდზე. დედამიწის ზედაპირის „მცირე ნაწილად“ ითვლება მისი ისეთი ნაწილი, რომელიც თავისი სიმცირის გამო უახლოვდება ბრტყელ ზედაპირს,

მისი სიმრუდე პრაქტიკულად შეიძლება მხედველობაში არ იქნას მიღებული. დედამიწის ზედაპირის ასეთ „მცირე ნაწილად“ შეიძლება ჩაითვალოს ფართობი 1500 კვადრატულ კილომეტრამდე.

გ ე ო დ ე ზ ი ა ძველთაძველი მეცნიერებაა და ბერძნულად მიწის დაყოფას ნიშნავს, თუმცა ასეთი სახელწოდება გეოდეზიის თანამედროვე მიზნებს აღარ შეესაბამება. იგი მხოლოდ მიუთითებს იმ ხასიათის სამუშაოზე, რომლებსაც ძველად აწარმოებდნენ.

გეოდეზიის თანამედროვე ამოცანაა დედამიწის სიდიდისა და ფორმის დადგენა, მისი ზედაპირის გამოსახვა სიბრტყეზე (ქალაქ-დზე) გეგმებისა და რუკების სახით. ამ ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით დედამიწის ზედაპირზე ახდენენ გაზომვებსა და დაკვირვებებს სხვადასხვაგვარი გეოდეზიური ინსტრუმენტებით.

მრავალფეროვანია გეოდეზიისა და ტოპოგრაფიის მნიშვნელობა. კერძოდ, ქალაქებისა და სოფლების კეთილმოწყობა, მელიორაცია, მიწათმოწყობა, გზათა მშენებლობა და საინჟინრო საქმის მრავალი საკითხი მჭიდროდაა დაკავშირებული ამ მეცნიერებასთან. დიდია ასევე ამ მეცნიერებების როლი ქვეყნის თავდაცვის საქმეში, რამეთუ სამხედრო და სხვა სახის რუკებს სწორედ გეოდეზისტები და კარტოგრაფები ადგენენ.

დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის სიბრტყეზე გადატანისას მათემატიკური კანონების გამოყენება აუცილებლად წარმოშობილი დამახინჯებების მინიმუმამდე დაყვანისა და მასზე ზუსტი გაზომვების (გეგმიური და სიმაღლური მდებარეობის განსაზღვრა, მანძილების, ფართობების, რელიეფის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების დადგენა და სხვა) ჩატარების გარანტიაა.

კურსის ამოცანას შეადგენს გეოგრაფიის სპეციალობის სტუდენტებს გააცნოს - ტოპო-გეოდეზიური საჰუმაოების შესრულების როგორც ტრადიციული, ისე ახალი მაღალწარმოებადი მეთოდები, რათა შეძლონ ტოპო-გეოდეზიური ინფორმაციის, როგორც ტრადიციული ტოპოგრაფიული რუკებითა და გეგმებით, ისე მათი ელექტრონული ანალოგებით - ელექტრონული რუკებით - გის -ის საფუძველზე

ტოპოგრაფიისა და გეოდეზიის განვითარების მოკლე ისტორია, კავშირი სხვა მეცნიერებებთან

გეოდეზია უძველესი მეცნიერებაა, რომელიც რამდენიმე ათასი წლის წინათ ჩაისახა ძველ ეგვიპტესა და ფინიკიაში. ნილოსის ყოველი ადიდების დროს იკარგებოდა მიწის ცალკეული ნაკვეთების საზღვრები და ეგვიპტელებს უხდებოდათ ამ საზღვრების აღდგენა. ამის შედეგად ეგვიპტეში განვითარდა პრაქტიკული გეომეტრია და მასთან დაკავშირებული გეოდეზია. ეგვიპტის შემდეგ ამ მეცნიერებაში განვითარება ჰპოვა საბერძნეთში. 2000 წლის წინათ ბერძენმა მეცნიერმა ერატოსთენმა (≈ 276-194 ძვ.წ.) მიიღო დედამიწის სფეროს მიახლოებითი ზომები. ჰიპარხმა (ბერძენი 180-125 წწ. ჩვ.ერამდე) რუკების შესადგენად გამოიყენა კონუსური პროექცია, რომელიც შემდგომ განავითარა პტოლემემ. პტოლემეს მიერ (87-150 ძვ.წ.) შედგენილი რუკები ინახებოდა ალექსანდრიის განთქმულ ბიბლიოთეკაში და ისინი თითქმის V საუკუნემდე იყო ხმარებაში. თუმცა, პტოლემეს რუკებზე ხმელეთს მეტი ნაწილი ეკავა ვიდრე - ოკეანეებს. ასეთი მცდარი აზრი XV საუკუნემდე იყო გაბატონებული.

შუა საუკუნეები (V ს.-დან - XIVს.-მდე) ხასიათდება კულტურისა და მეცნიერების საერთო დაცემითა და რეგრესით. ამიტომ V – XIV საუკუნეებში შედგენილი რუკები თავისი შინაარსითა და ხარისხით ვერ შეედრებოდა ძველი კარტოგრაფების რუკებს. ამ ხანებში მეცნიერება შედარებით მაღალ დონეზე არაბეთში იდგა. არაბებმა ადვილად შეითვისეს ძველი ბერძნული მეცნიერება, შეისწავლეს არისტოტელეს, პტოლემესა და სხვა მეცნიერთა მოძღვრება და მიღებული ცოდნის საფუძველზე შექმნეს თავიანთი კულტურა. X – XII საუკუნეებში არაბებს ჰყავდათ გამოჩენილი გეოგრაფები, რომელთა მიერ შედგენილი იყო მრავალი რუკა, თუმცა ეს რუკები თავისი ხა-

რისხით ბევრად ჩამოუვარდებოდა პტოლემესა და სხვადასხვა კარტოგრაფთა რუკებს.

XIV საუკუნეში იტალიასა და სხვა ქვეყნებში იწყება ძველი ანტიკური, მივიწყებული კულტურის აღდგენა და აღორძინება. აღორძინების (რენესანსის) პერიოდში ცხოვრობდნენ გამოჩენილი მეცნიერები: ნიკოლოზ კოპერნიკი (1473-1543წწ), ჯორდანო ბრუნო (1548-1600წწ) და გალილეო გალილეი (1564-1642 წწ). ვითარდება ნაოსნობა და ვაჭრობა. იწყება მოკლე საზღვაო გზის ძებნა ინდოეთისაკენ, რასაც მოჰყვა დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენები: ქრისტეფორე კოლუმბმა 1492 წელს აღმოაჩინა ამერიკა; 1498 წელს პორტუგალიელმა მეზღვაურმა ვასკო და გამამ ხომალდით შემოუარა აფრიკის სამხრეთ ნაპირს და მიაღწია ინდოეთს. 1519-1522 წწ. პორტუგალიელი მეზღვაურის - ფერნანდო მაგელანის ექსპედიციამ ხომალდებით იმოგზაურა დედამიწის ირგვლივ; ჯეიმზ კუკმა აღმოაჩინა ავსტრალია და ახალი ზელანდია.

XVII საუკუნიდან იწყება დედამიწის ფორმისა და მისი ზედაპირის დეტალური შესწავლა. ამ გარემოებას ხელი შეუწყო ასტრონომიის განვითარებამ (XIX საუკუნეში განახლდა პოლარული ქვეყნების შესწავლა, ამ საქმეში დიდი ღვაწლი მიუძღვით გამოჩენილ რუს მკვლევარებს - ლიტკეს, ძმებს-ლაპტეევებს, სედოვს და სხვებს. ლაზარევისა და ბელინსკაუზენის მეთაურობით აღმოჩენილ იქნა ანტარქტიდა).

XIX საუკუნეში ევროპის რიგ ქვეყნებში ჩატარდა გრადუსული გაზომვები, რომლის შედეგადაც გამოირკვა, რომ დედამიწის ფორმა ზუსტად არ უთავსდება ელიფსოიდს, რომ მას აქვს მეტად რთული, არამათემატიკური ზედაპირის ფორმა, რომელსაც მეცნიერ ლი ს ტ ი ნ გ ი ს (1808-1888 წ.წ.) წინადადებით გ ე ო ი დ ი უწოდეს (1873წ).

XIX საუკუნეში დიდ განვითარებას მიაღწია სამხედრო კარტოგრაფიამ და რიგ ქვეყნებში შედგენილი იყო სამხედრო ტოპოგრაფიული რუკები.

პეტრე პირველის დროიდან (1682-1725 წწ) რუსეთში სწრაფი

ტემპით მიმდინარეობდა გეოდეზიური და ასტრონომიული სამუშაოები. რუსეთის სამხედრო ტოპოგრაფიულმა სამმართველომ გამოსცა რუსეთის ევროპული ნაწილის რუკა 725 ფურცელზე. აღნიშნული უწყების თბილისის განყოფილებამ ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ჩაატარა გეოდეზიური სამუშაოები, რომლის საფუძველზე XIX საუკუნის ბოლოს და XX საუკუნის დასაწყისში გამოცემულ იქნა ამიერკავკასიის ერთვერსიანი, ორვერსიანი და ხუთ ვერსიანი რუკები, რომლებსაც დიდი გამოყენება ჰქონდა.

საქართველოში გეოდეზია და კარტოგრაფია ძველი დროიდან იდგა შესაფერის დონეზე. ჯერ კიდევ XII საუკუნეში ფართოდ იყენებდნენ ნიველირების პრინციპს, რომლის მეშვეობით გაჭრეს რიგი სამელიორაციო არხები და ააგეს მრავალი ნაგებობა. ერთ-ერთ ასეთ რთულ საინჟინრო ნაგებობას წარმოადგენს ვარძია-კლდეში გამოკვეთილი ქალაქი თავისი დარბაზებით, წყალსადენებითა და გვირაბებით (აშენებულია მტკვრის ხეობაში XI - XII საუკუნეში).

XVIII საუკუნის დასაწყისში ქართველმა გეოგრაფმა, კარტოგრაფმა და ისტორიკოსმა ვახუშტი ბაგრატიონმა (1696-1757 წწ) დაწერა შრომა „აღწერა სამეფოსა საქართველოსა“, რომელსაც დართული ჰქონდა ავტორის მიერ შედგენილი 20 რუკა, ნაწილობრივ ცილინდრული და ნაწილობრივ კონუსური პროექციის გამოყენებით. მისი რუკებით თითქმის 100 წლის მანძილზე (1735-1830წწ) სარგებლობდნენ და უდიდესია ამ რუკების როლი საქართველოსა და ამიერკავკასიის შესწავლის საქმეში.

1964 წელს საქართველოში გამოიცა კომპლექსური ატლასი, რომელიც შეიცავს 194 რუკასა და მრავალ დიაგრამას. 2010 წელს ასევე გამოიცა უახლესი საქართველოს ეროვნული ატლასი და უაღრესად დატვირთული, საუკეთესო კარტოგრაფიული ნაწარმი - ქართულ ენოვანი ოფიცრის მსოფლიო ატლასი.

დღეისათვის, უახლესი თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემები - „GPS“ - საშუალებას იძლევა სწრაფად და დიდი სიზუსტით განისაზღვროს ადგილმდებარეობის დამახასიათებელი წერტილე-

ბის სამგანზომილებიანი კოორდინატები; ტოპო-გეოდეზიურ წარმოებაში ხდება ტექნოლოგიებისა და მეთოდების კარდინალური გადახედვა.

ტოპოგრაფია-გეოდეზია მჭიდრო კავშირშია სხვა საბუნების-მეტყველო და საზოგადოებრივ მეცნიერებებთან. ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია კავშირი კარტოგრაფიასთან. ტოპოგრაფიული რუკა წარმოადგენს ერთ-ერთ კარტოგრაფიულ ნაწარმს, ხოლო კარტოგრაფია ამუშავებს რეალური სინამდვილის რუკაზე გამოსახვის ზოგად საკითხებს. ის თავის მხრივ იყენებს გეოდეზიური გაზომვების შედეგებსა და ტოპოგრაფიული აგეგმვის მონაცემებს.

გეოგრაფიული, გეოლოგიური, ნიადაგმცოდნეობისა და მეცნიერების სხვა დარგების მონაცემების ტოპოგრაფიულ რუკებზე დატანა ხელს უწყობს, როგორც დედამიწის მთლიანი ზედაპირის, ისე მისი ცალკეული ნაწილების სიღრმისეულ შეცნობასა და მისი ელემენტების რუკაზე სწორად გამოსახვას. ფიზიკისა და მათემატიკის კანონები ტოპოგრაფიასა და გეოდეზიის პრაქტიკული და თეორიული ამოცანების საფუძველია, ხოლო ტოპოგრაფიული რუკების შექმნის პროცესის ავტომატიზირება შესაძლებელი გახდა კიბერნეტიკის, გამოთვლითი და კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენების შედეგად.

საავიაციო და ფოტოტოპოგრაფიული ტექნოლოგიების საფუძველზე განვითარდა - აეროფოტოტოპოგრაფია და მიწისზედა ფოტოტოპოგრაფია. ხოლო XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან კოსმოსის ათვისებამ ხელი შეუწყო და წარმოშვა თანამგზავრული გეოდეზია, რომელიც დედამიწის ფიგურასა და ზომებს შეისწავლის ხელოვნური თანამგზავრების დახმარებით. მიღებული ინფორმაციების დამუშავების საფუძველზე განვითარდა კოსმოსური გეოდეზია და კოსმოსური ტოპოგრაფია.

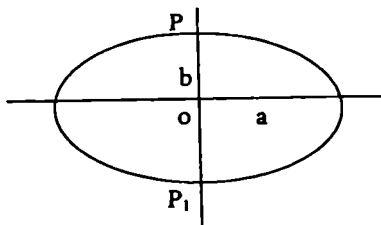
დედამიწის ფორმა და განზომილება დედამიწის გარეგანი სახე, ელიფსოიდი

დედამიწის ზედაპირი ოკეანეებისა და მატერიკების ერთიანობაა. ჩვენი პლანეტის სამი მეოთხედი უკავია ოკეანეებსა და ზღვებს, ხოლო ერთი მეოთხედი - ხმელეთს, რომლის ზედაპირი უსწორმასწოროა. ხმელეთის ამაღლება ოკეანიდან უმნიშვნელოა და საშუალოდ შეადგენს დედამიწის რადიუსის მხოლოდ $1/10000$ ნაწილს. ამან მეცნიერებს მისცა საფუძველი იმისა, რომ დედამიწის ფიგურად მსოფლიო ოკეანის ზედაპირი მიეღოთ.

ხმელეთის ამღებაზე (ამობურცვაზე) რომ ვიქონიოთ წარმოდგენა, ავიღოთ სფერო, რომლის რადიუსი ერთი მეტრია და ამ სფეროს ზედაპირზე წარმოვიდგინოთ ამობურცული ადგილები, რომელთა საშუალო სიმაღლე არ აღემატება ნახევარ მილიმეტრს, ე.ი. არ აღემატება სულ პატარა ქინძისთავის თავს. სწორედ ასეთი უმნიშვნელოა ხმელეთის ამობურცვა დედამიწის მთლიან ზომასთან შედარებით. ამის გამო ხმელეთის ამობურცვას მხედველობაში არ ღებულობენ და დედამიწის მთლიან ზედაპირს განიხილავენ როგორც ზღვებისა და ოკეანეების მთლიან ზედაპირს, ანუ ისეთ ზედაპირს, რომელიც მიიღება ოკეანეების ზედაპირის გაგარძელებით მათ ურთიერთ შეხვედრამდე. აღნიშნულ ზედაპირს დო ნ ე ბ რ ი ვ ი ზ ე დ ა პ ი რ ი ეწოდება.

ჩატარებული კვლევები გვიჩვენებს, რომ დონებრივ ზედაპირს მეტად რთული სახე აქვს და იგი არც ერთ არსებულ მათემატიკურ ზედაპირს არ უდგება. ეს აიხსნება იმით, რომ დედამიწის ქერქის შექმნის პროცესში, მრავალი მილიონი წლის მანძილზე, სხვადასხვა მიზეზების გამო მოხდა მასების არათანაბარი განლაგება დედამიწის ქერქში სიმკვრივის მიხედვით, რის გამოც დედამიწამ დაკარგა ელიფსოიდის ფორმა და მიიღო არამათემატიკური ზედაპირის მქონე სხეულის ფორმა, რომელსაც „გ ე ო ი დ ი“ უწოდეს. მათემატიკურად განსაზღვრული გეომეტრიული ფიგურა, რომელიც ყველაზე

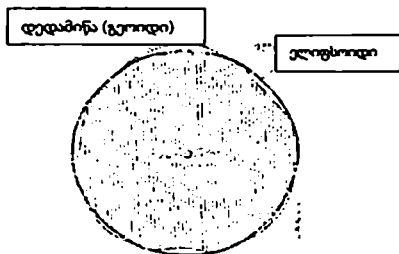
ახლოს დგას გეოიდთან დედამიწის ელიფსოიდი, რომლის პატარა ღერძი დედამიწის პოლარულ ღერძს უთავსდება.



ნახაზი №1

დღეს უკვე დადგენილია, რომ დედამიწას ახასიათებს ასიმეტრია ეკვატორის მიმართ. ე.ი. მანძილები ეკვატორიდან პოლუსებამდე არაა ურთიერთტოლი. ჩრდილო პოლუსი უფრო დაშორებულია ეკვატორიდან (30 მ), ვიდრე სამხრეთი პოლუსი (ნახ. 1). ეს დაშორება (30 მეტრი) უმნიშვნელოა დედამიწის ზომასთან შედარებით, მაგრამ საინტერესოა იმით, რომ ასიმეტრიის გამომწვევი მიზეზი, როგორც ფიქრობენ, არის დედამიწის სიღრმეში მასების დამაბულობა.

ხელოვნური თანამგზავრების მეშვეობით დადასტურდა გეოდეზისტების მოსაზრება, რომ ეკვატორს ახასიათებს უმნიშვნელო შეკუმშულობა. ნახ.#2 ზე მოცემულია გეოიდისა და ელიფსოიდის ჭრილი მერიდიანული მიმართულებით. ამ ნახაზზე არაა დაცული მასშტაბი, რადგანაც გეოიდის გადახრები უმნიშვნელოა და რუკის მასშტაბით ვერ გამოისახება. ამის გამო ნახაზზე მკვეთრად და გადიდებულადაა გამოვლენილი დედამიწის ასიმეტრია.



ნახაზი № 2

გეოიდის ფორმის შესწავლა წარმოადგენს რთულ ამოცანას. ამიტომ საჭირო გახდა გეოიდის შეცვლა ისეთი მათემატიკური ზედაპირით, რომელიც კარგად უთავსდება გეოიდს. ასეთია ელიფსოიდის ზედაპირი, მაგრამ რა ფორმისა და სიდიდის ელიფსოიდით უნდა იქნეს შეცვლილი გეოიდი? ე.ი. სანამ გეოიდს შევცვლიდეთ ელიფსოიდით, თვით გეოიდი უნდა იქნას კარგად შესწავლილი, მაგრამ დღესდღეობითაც იგი კარგად არ არის შესწავლილი, ამიტომ შეიძლება ვიმსჯელოთ მხოლოდ რეგიონულ ელიფსოიდზე, ე. ი. ისეთ ელიფსოიდზე, რომელიც კარგად შეუთავსდება გეოიდის ამა თუ იმ ნაწილს და არა მთელ გეოიდს. გეოიდის შეცვლა ერთი ელიფსოიდით წარმოადგენს გეოდეზიის მომავალ ამოცანას. ამით აიხსნება ის, რომ დღესდღეობით სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვა ელიფსოიდი მიღებული. ყოველი დიდი ქვეყანა ცდილობს შეარჩიოს ისეთი ელიფსოიდი, რომელიც კარგად შეუთავსდება გეოიდს ამ ქვეყნის ფარგლებში. ელიფსოიდი ისეთი სხეულია, რომელიც მიიღება ელიფსის ბრუნვით თავისი მცირე PP_1 ღერძის გარშემო.

XIX საუკუნეში რუსეთში მიღებული იყო ფინელი მეცნიერის ვალბეკის ელიფსოიდი, რომელიც შემდეგ შეცვალეს გერმანელი მეცნიერის ბესელის ელიფსოიდით. 1946 წლიდან რუსეთში და ჩვენთანაც მიღებულ იქნა კრასოვსკის ელიფსოიდი, ანუ რეფერენც ელიფსოიდი, რომლის ზომებია:

a (დიდი ღერძის ნახევარი) 6378245 მ

b (მცირე ღერძის ნახევარი) 6356863 მ

შეკუმშულობა $a = \frac{a-b}{a} \approx 1:298,3$

აღნიშნული ელიფსოიდი საფუძვლად უდევს ყოველგვარ ასტრონომიულ-გეოდეზიურ, ტოპოგრაფიულ და კარტოგრაფიულ საბუშაოებს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, გეოდეზიის უახლეს ამოცანას წარმოადგენს განსაზღვრა ისეთი ფორმის და სიდიდის ელიფსოიდისა, რომელიც კარგად შეუთავსდება მთელ დონებრივ ზედა-

პირს (გეოიდს) და არა მის ნაწილს. ამის საშუალებას აუცილებლად მოგვცემს გლობალური პოზიციონირების სისტემების (GIS) დანერგვა, რის საფუძველზეც შესაძლებელი გახდება მსოფლიოში დედამიწის ელიფსოიდის ერთიანი, დაზუსტებული პარამეტრების მიღება.

დღეისათვის, დედამიწის ზომების დადგენის რამდენიმე მეთოდი გამოყენება. მათგან აღსანიშნავია:

1. ასტრონომიულ-გეოდეზიური მეთოდი - ეს მეთოდი ემყარება მერიდიანისა და პარალელის 1⁰-რკალის ხაზოვანი სიდიდეების გაზომვებს. თუმცა დიდ მანძილზე გაზომვების ჩატარების სირთულისა და დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობის გამო ეს მეთოდი ნაკლებად გამოიყენება.
2. ტრიანგულაციის მეთოდი XVII საუკუნეში ფლამანდიელი მეცნიერის ვ. სნელიუსის (1580-1626) მიერაა დამუშავებული და შედარებით გრძელი მანძილების გაზომვის მაღალ სიზუსტეს უზრუნველყოფას.
3. გეოფიზიკური (გრავიტაციული) მეთოდი დაფუძნებულია დედამიწის მიზიდულობის ველისა და სიმძიმის ძალის განაწილების მახასიათებლების განსაზღვრაზე მის სხვადასხვა წერტილში.
4. კოსმოსური მეთოდის განვითარებას კოსმოსის ათვისებამ დაუდო საფუძველი. დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებზე დაკვირვებისა და დროის მოცემულ მომენტში მათი კოორდინატების განსაზღვრის საფუძველზე ხდება რეალური ორბიტის გადახრის დადგენა.

მასშტაბები

დედამიწის ზედაპირის სიდიდის გამო, ადგილზე გაზომილი ხაზების ნატურალური სიგრძეების გადატანა რუკაზე შეუძლებელია. საჭირო ხდება ფარდობითი ზომის შემოღება. შეფარდებას, რომე-

ლიც უზენებს, დედამიწის ელიფსოიდის ზომების შემცირების ხარისხს რუკის მასშტაბი ეწოდება. მასშტაბი გერმნული სიტყვაა და „მას“ - ნიშნავს ზომას, ხოლო „ტოკ“ - ჯოხს, მონაკვეთს. იგი ასე გამოისახება

$M = L/S$, სადაც M - მასშტაბია, L - მონაკვეთის სიგრძე, S - მისი შესაბამისი ხაზის სიგრძე (ქვედებულ) ელიფსოიდზე ან სფეროზე.

მასშტაბი სამგვარია: რიცხვითი, სახელდებული და ხაზოვანი.

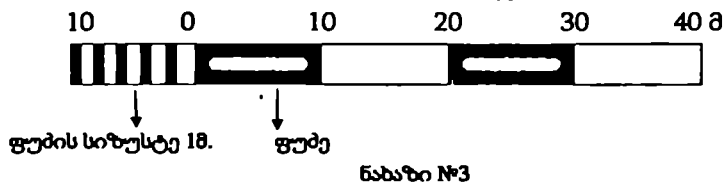
რიცხვითი მასშტაბი: რიცხვით გამოსახულ მასშტაბს რიცხვითი ეწოდება. იგი გვიჩვენებს ხაზის შემცირების ან გადიდების ხარისხს, ანუ რიცხვითი მასშტაბი წარმოადგენს წილადს, რომლის მრიცხველია ერთი, ხოლო მნიშვნელი არის რიცხვი, რომელიც გვიჩვენებს რამდენჯერ არის გადიდებული ან შემცირებული მონაკვეთი ადგილზე გაზომილ ხაზთან შედარებით. იგი განყენებული რიცხვია. მაგალითად, რიცხვითი მასშტაბი 1:500 იმას ნიშნავს, რომ ხაზის სიგრძე ქალაქზე გადატანისას შემცირებულია 500 -ჯერ. რიცხვითი მასშტაბის 1:2000 შემთხვევაში ხაზის სიგრძე უნდა შემცირდეს 2000-ჯერ და ა.შ.

რიცხვითი მასშტაბი შეგვიძლია ვაქციოთ **სახელდეხულ მასშტაბად**, ანუ მივანიჭოთ განზომილება. ამისათვის მასშტაბი ჩაწერილი რიცხვითი მასშტაბის სახით შეგვიძლია გადავიყვანოთ მეტრებში ან კილომეტრებში. გამომდინარე იქიდან, რომ ცნობილია 1მ -ში არის 100 სმ, ხოლო 1კმ-ში 100 000 სმ ანუ 1000 მ. მაგალითად, მასშტაბი 1: 5000 ჩაწერთ ასე 1სმ-50 მ; ხოლო მასშტაბი 1: 500 000 ჩაწერება ასე: 1 სმ-5 კმ. ასეთი ფორმით ჩაწერილი მასშტაბი არის სახელდებული მასშტაბი.

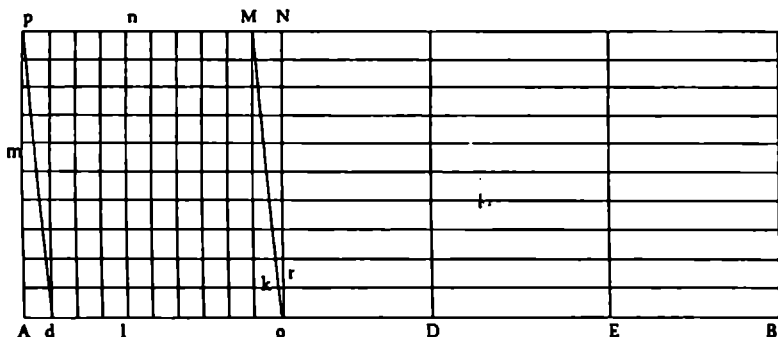
რიცხვითი მასშტაბი რომ გამოვსახოთ გრაფიკულად, მივიღებთ ხაზოვან მასშტაბს. ხაზოვანი მასშტაბი ორი სახისაა: მარტივი და განივი.

მარტივი ხაზოვანი მასშტაბი. ამ მასშტაბის ასაგებად სწორ ხაზზე გადავზომავთ 1 სმ-ის ტოლ მონაკვეთებს (ნახ.3) და მასშტაბის სიდიდის შესაბამისად გავუკეთებთ წარწერებს ნულიდან მარჯვნივ. ამ მონაკვეთებს ხაზოვანი მასშტაბის ფუძე ეწოდება. მონაკვეთების

ბოლოს იწერება ხაზოვანი მასშტაბის განზომილება. გარდა ფუძისა ხაზოვან მასშტაბს გააჩნია ფუძის სიზუსტე. იგი აიგება ნულიდან მარცხნივ. ამისათვის ეს ერთი მონაკვეთი იყოფა: 2, 4, 5, ან 10 ნაწილად. თითოეული ეს პატარა ნაწილი წარმოადგენს ხაზოვანი მასშტაბის ფუძის სიზუსტეს, რომელიც გამოიყენება უმცირესი მონაკვეთების სიგრძის, ასევე კლანკილი ხაზების სიგრძის გასაზომად. მაგ. 1:1000, მისი ხაზოვანი მასშტაბი ასე აიგება:



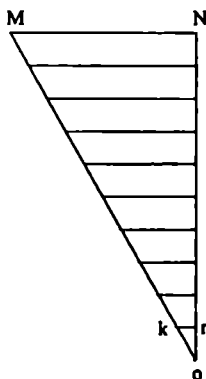
გ ა ნ ი ვ ი მ ა ს შ ტ ა ბ ი. განივი მასშტაბის ფუძედ აუცილებლად აიღება 2 სმ. ამ მასშტაბის ასაგებად AB სწორ ხაზზე (ნახ.4) გადაზომავენ ორ-ორ სანტიმეტრს. მიღებული A,O,D,E წერტილებში გაატარებენ ასევე 2 სმ-ის ტოლ მართობებს და განაპირა უჯრედის მართობს ყოფენ 2 მმ-ის ტოლ 10 თანატოლ მონაკვეთად. მიღებული წერტილებიდან გაატარებენ AB ხაზის პარალელურ ხაზებს. ამის შემდეგ AO ფუძეს დაყოფენ 10 ტოლ ნაწილად. a წერტილს შევავრთებთ სწორი ხაზით P წერტილთან. შემდეგ კი ვავლებთ ap ხაზის პარალელურ ხაზებს. მივიღებთ გრაფიკს, რომელსაც განივი მასშტაბი ეწოდება. ამ გრაფიკის უმცირესი ნაწილი, როგორც ნახაზიდან ჩანს არის kr მონაკვეთი, რომელიც ასე იანგარიშება:



$$K_r = \frac{l}{mn}$$

l - არის განივი ხაზოვანი მასშტაბის ფუძე (2 სანტიმეტრი) m - არის ფუძის დანაყოფთა რიცხვი (m=10), ხოლო n - მართობის დანაყოფთა რიცხვი (n=10).

ამ ფორმულის გამოყენება ადვილია. ამისათვის უფრო მსხვილ მასშტაბში ამოვხაზოთ ბოლო სამკუთხედი. (ნახ.5).



ნახაზი №5

სამკუთხედები okr და OMN არის მსგავსები. შეგვიძლია დავწყო-

როთ, რომ $\frac{kr}{MN} = \frac{or}{ON}$, $kr = \frac{MN \cdot or}{ON} = \frac{\frac{\ell}{m} \cdot \frac{\ell}{n}}{\ell} = \frac{\ell^2}{m \cdot n \cdot \ell} = \frac{\ell}{mn}$

ვინაიდან $\ell=2$ სმ, $m=n=10$, ამიტომ K_r მონაკვეთი ტოლია

$$K_r = 2\text{სმ}/100 = 20\text{მმ}/100 = 0,2 \text{ vმ}$$

მასშტაბის სიზუსტე. მრავალი ცდით დადასტურებულია შემდეგი: თუ ქაღალდზე დანიშნულ ორ წერტილს შორის მანძილი 0,1 მილიმეტრზე ნაკლებია და ეს წერტილები დაშორებულია ნორმალური თვალიდან 25 სანტიმეტრით; მაშინ ორი წერტილის ნაცვლად თვალს მოეჩვენება ერთი წერტილი. ე.ი. 0,1 მმ-ზე ნაკლებ სიდიდეს თვალი ვერ შეამჩნევს. ამის მიხედვით მასშტაბის სიზუსტე P ეწოდება იმ სიგრძეს ადგილზე, რომელიც მოცემული რიცხვითი მას-

შტაბის მიხედვით შეესაბამება 0,1 მმ ქაღალდზე, ან სხვანაირად, მასშტაბის სიზუსტე არის ის სიგრძე ადგილზე, რომელიც შეესაბამება გრაფიკის უმცირესი Kr ნაწილის ნახევარს, ე.ი. 0,1 მმ. მაგალითად, 1: 100 000 მასშტაბისათვის, სიზუსტე P იქნება.

$$P = \frac{kr}{2} = \frac{l}{2mn} P = 2000\text{მ}/200 = 10 \text{ მეტრს.}$$

მასშტაბის ფუძე l მოცემული მაგალითისათვის არის 2 სმ-ის შესაბამისი ანუ 2000 მ.

სიზუსტე 10 მეტრი, იმას ნიშნავს, რომ 10 მეტრზე ნაკლებ სიგრძეს მოცემულ მასშტაბში (1: 100 000) ვერ გადავზომავთ გეგმაზე.

იმის მიხედვით თუ რა სიზუსტით არის საჭირო გეგმის შედგენა, შეიძლება სათანადო მასშტაბის შერჩევა. მაგალითად, თუ საჭიროა, რომ გეგმაზე გამოისახოს ყოველი საგანი ზომით 20 სანტიმეტრამდე. მაშინ მასშტაბი უნდა ავიღოთ 1:2000 (ცხ.1)

$$1:2000 \quad 1 \text{ სმ} - 20 \text{ მ} \quad P = 40\text{მ}/200 = 0,2 \text{ მ.}$$

ცხრილი №1

მასშტაბი	სიზუსტე
1:500	0,05
1:1000	0,10
1:2000	0,20
1:5000	0,50
1:10000	1,00
1:25000	2,50
1:50000	5,00
1:100000	10,00

მასშტაბით სარგებლობა: განივ მასშტაბს წარწერებს აძლევენ რიცხვითი მასშტაბის მიხედვით. მაგ. თუ რიცხვითი მასშტაბია 1: 5000 (1სმ-50მ , მაშინ ხაზოვანი მასშტაბის ფუძე l , რომელიც 2 სმ-ის ტოლია, შეესაბამება 100 მეტრს, ხოლო ფუძის ყოველი დანაყოფი ტო-

ლი იქნება 10 მეტრის. ამ მასშტაბის სიზუსტე, როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტოლია 0,5 მეტრისა.

გეოგრაფიულ კოორდინატთა სისტემა, გეოგრაფიული მერიდიანი, პარალელი, განედი, გრძედი

კოორდინატები (ლათინური სიტყვაა და მოწესრიგებულს, განსაზღვრულს ნიშნავს) სიდიდეებია, რომლებიც განსაზღვრავენ წერტილის მდებარეობას სიბრტყეზე ან სივრცეში, მიღებული კოორდინატთა სისტემის მიმართ. გეოდეზიასა და ტოპოგრაფიაში მიღებულია კოორდინატთა შემდეგი სისტემები: გეოგრაფიული, მართკუთხა და პოლარული.

გეოგრაფიულ კოორდინატთა სისტემა - გამოიყენება დედამიწის ზედაპირის წერტილების მდებარეობის დასადგენად ელიფსოიდზე საწყისი მერიდიანის სიბრტყისა და ეკვატორის სიბრტყის მიმართ კუთხური სიდიდეების გრძედისა და განედის მეშვეობით.

პოლუსებში გამავალი სიბრტყეები ელიფსოიდის ზედაპირზე წარმოქმნიან მრუდებს - ელიფსებს (მაგალითად NAS), რომლებსაც მერიდიანები ეწოდება. მერიდიანი საშუადღეო ხაზს ნიშნავს (ლათინურად „მერიდიეს“-შუადღე). მერიდიანი ჩრდილო და სამხრეთის მიმართულებას გვიჩვენებს. მერიდიანის ერთი გრადუსი დაახლოებით ეკვატორის ერთი გრადუსის ტოლია და ≈ 111 კმ უდრის. 1884 წლიდან საერთაშორისო შეთანხმებით საწყის, ნულოვან მერიდიანად მიღებულია ლონდონის გარეუბან გრინვიჩის ობსერვატორიაზე გამავალი მერიდიანი.

NS ბრუნვითი ღერძისადმი პერპენდიკულარული სიბრტყეები ელიფსოიდის (სფეროიდის) ზედაპირზე წარმოქმნიან წრეხაზებს, რომლებსაც პარალელები ეწოდება. უდიდეს პარალელს ეკვატორი ეწოდება. ლათინურად სიტყვა „ეკვატორი“ გამთანაბრებელს ნიშნავს. ეკვატორი დედამიწას ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფერო-

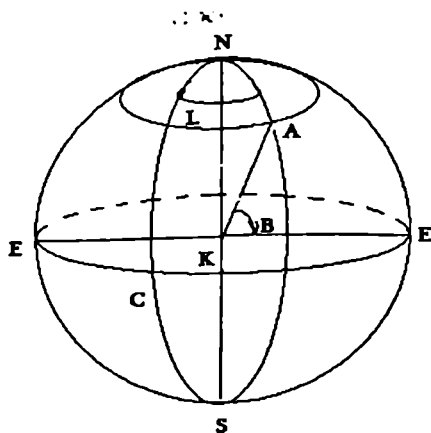
ეზად ყოფს. მისი სიგრძე დაახლოებით 40076 კმ უდრის, ხოლო ერთგრადუსიანი რკალის სიგრძე 111 კმ ტოლია. ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით პოლუსებისაკენ პარალელების სიგრძე თანდათან მცირდება. პარალელები გვიჩვენებენ დასავლეთ და აღმოსავლეთ მიმართულებას.

ეკვატორი, პარალელები და მერიდიანები წრებაზებს წარმოადგენენ. წრისა და მისი ნაწილების გასაზომად იხმრება გრადუსი, წრებაზის სიგრძის $1/360$ ნაწილი. 1° იყოფა 60 წუთად ($60'$), წუთი კი 60 წამად ($60''$). 5 გრადუსი, 5 წუთი, 5 წამი ასე იწერება $5^\circ 5' 5''$.

წერტილის მდებარეობა ელიფსოიდზე განისაზღვრება გეოდეზიური კოორდინატებით - B განედით და L გრძედით. A წერტილის განედი არის კუთხე B , რომელიც მიიღება სფეროს ნებისმიერი წერტილიდან დაშვებულ შვეულსა და EE_1 ეკვატორისა სიბრტყესა შორის. განედი იცვლება 0° -დან (ეკვატორზე) 90° -მდე (პოლუსებზე), ჩრდილოეთით და სამხრეთით. A წერტილის გრძედი კი არის ორწახნაგოვანი კუთხე L , რომელსაც ადგენს A წერტილში გამავალი მერიდიანული სიბრტყე საწყის NcS მერიდიანის სიბრტყესთან.

საწყისი მერიდიანიდან გრძედი იცვლება 0° -დან 180° -მდე, როგორც აღმოსავლეთით ისე დასავლეთით. აღნიშნულ B და L კოორდინატებს გეოდეზიური კოორდინატები ეწოდება. გარდა ამ კოორდინატებისა, არსებობს აგრეთვე ასტრონომიული კოორდინატები - φ - განედი და λ - გრძედი.

ასტრონომიული კოორდინატები არ ემთხვევა გეოდეზიურ კოორდინატებს, რაც იმით არის განპირობებული, რომ გეოდეზიური კოორდინატების განსაზღვრისათვის გამოიყენება ნორმალის, ხოლო ასტრონომიული კოორდინატების განსაზღვრის დროს შვეული ხაზი, ე.ი. სიმძიმის მიმართულება, თუმცა მათ შორის დიდი განსხვავება არ არის. კოორდინატების ამ ორ აღნიშნულ სისტემას, ასევე გეოგრაფიული კოორდინატები ეწოდება.



ნახაზი №6

დედამიწის ზედაპირის წერტილების მდებარეობა სრულყოფილად რომ იქნას განსაზღვრული, აუცილებელია მისი მესამე კოორდინატის - წერტილის H სიმაღლის დადგენა. ათვლის საწყისად შეიძლება მივიღოთ გეოიდის ზედაპირი (მისგან ათვლილ სიმაღლეს ორთომეტრიული სიმაღლე ეწოდება), ან დედამიწის ელიფსოიდის ზედაპირი (მიღებულ სიმაღლეს გეოდეზიური სიმაღლე ეწოდება). სიმაღლის რიცხვით მნიშვნელობას ნიშნული ეწოდება. ძირითადი დონეებრივი ზედაპირიდან ათვლილ სიმაღლეს აბსოლუტური სიმაღლე ეწოდება, ხოლო ნებისმიერად შერჩეული დონეებრივი ზედაპირიდან განსაზღვრულს - პირობითი სიმაღლეები. ორი წერტილის სიმაღლეებს შორის სხვაობას ამ წერტილების ფარდობითი სიმაღლე ეწოდება.

ყოფილ საბჭოთა კავშირში სიმაღლეების ათვლა ხდებოდა ბალტიის ზღვის კრონშტადტის ფუტშტოკის (ზღვის სანაპიროზე, დონეებზე დაკვირვების ჩასატარებლად დაყენებული ლარტყა) ნულოვანი დონიდან.

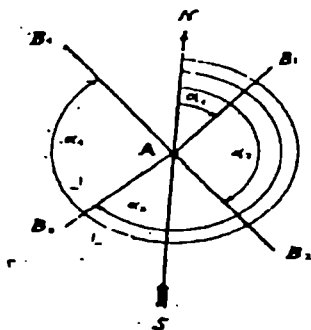
ამრიგად, ზედაპირზე წერტილის მდებარეობის განსაზღვრისათვის საკმარისია სამი სიდიდე - გეგმიური კოორდინატები და სიმაღ-

ლე დედამიწის ელიფსოიდის ზედაპირიდან. ამ სიდიდეებს გეოდეზიური კოორდინატები ეწოდება.

მიმართულების ორიენტირება ანუ გაგნება გეოგრაფიული მერიდიანი და აზიმუტი

აგეგმვის დროს საჭირო ხდება მოცემული ადგილის მდებარეობის გამორკვევა ქვეყნის მხარეების მიხედვით. იმ მოქმედებას, რომლის საშუალებით, არკვევენ ადგილზე მოცემული ხაზის მიმართულებას ქვეყნის მხარეებთან დაკავშირებით, ეწოდება ხაზის ორიენტირება ანუ გაგნება. ორიენტირების მიზნით მოცემული ხაზის მიმართულებას უკავშირებენ მერიდიანებს.

განვიხილოთ დედამიწის მცირე ნაწილი, რაც საშუალებას მოგვცემს, რომ იგი შეგვიძლია მივიჩნიოთ სიბრტყედ. ამდენად მერიდიანები შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც სწორი ხაზები, რომელთა ბოლოები მიმართულია ჩრდილოეთ (N) და სამხრეთ (S) პოლუსებისაკენ. ადგილზე მოცემული ხაზის მიმართულებას გეოგრაფიულ მერიდიანს უკავშირებენ შემდეგი წესით: ვთქვათ ადგილზე მოცემულია AB, ხაზი (ნახ.7) და საჭიროა მისი მიმართულების მიღება ქვეყნის მხარეებთან დაკავშირებით. ამისათვის წარმოვიდგინოთ A წერტილში გამავალი გეოგრაფიული მერიდიანი.



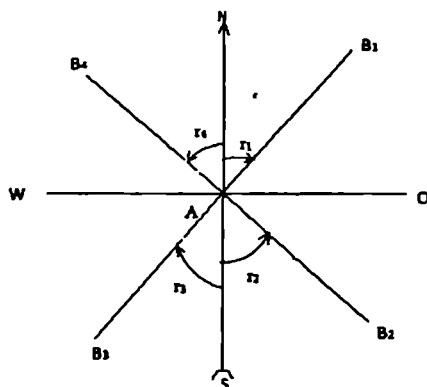
ნახაზი № 7

NS მერიდიანსა და AB, ხაზს ერთმანეთთან აკავშირებს კუთხე α_1 , რომელსაც AB_1 ხაზის გეოგრაფიული აზიმუტი ეწოდება. თუ გვაქვს AB_2 - ხაზი -მისი აზიმუტი იქნება α_2 . AB_3 -ის აზიმუტი არის α_3 , AB_4 -ის კი α_4 .

მაშასადამე, გეოგრაფიული აზიმუტი არის მერიდიანსა და მოცემულ ხაზს შორის მოთავსებული კუთხის თარაზული პროექცია. ეს კუთხე აითვლება მერიდიანის ჩრდილოეთ (N) ბოლოდან საათის ისრის მიმართულებით, 0° -დან 360° -მდე.

რუმბები

მერიდიანის პერპენდიკულარულად წარმოვიდგინოთ OW ხაზი (ნახ.8) - მიმართულება აღმოსავლეთ-დასავლეთით. მაშინ სიბრტყე დაიყოფა ოთხ მეოთხედად. გარდა აზიმუტებისა AB მიმართულებას მერიდიანთან აკავშირებს r_1, r_2, r_3, r_4 კუთხეები, რომლებსაც რუმბები ეწოდება.



ნახაზი № 8

რუმბი არის NS მერიდიანსა და მოცემულ AB ხაზს შორის მდებარე კუთხე, რომელიც აითვლება მერიდიანის როგორც ჩრდილო-

ეთ, ასევე სამხრეთ ბოლოდან (უახლოესი ბოლოდან), მოცემულ ხაზამდე. თუ AB მდებარეობს I და IV მეთხედში. რუმბი აითვლება მერიდიანის ჩრდილოეთ ბოლოდან. თუკი მდებარეობს III და II მეთხედში, მაშინ აითვლება მერიდიანის სამხრეთ (S) ბოლოდან. ე.ი რუმბი იცვლება $0^\circ - 90^\circ$ -მდე, მხოლოდ იმის მიხედვით, თუ რომელ მეთხედშია AB ხაზი, რუმბს ექნება შემდეგი სახელწოდება:

I მეთხედში AB_1 , ხაზის რუმბი იქნება ჩრდილო-აღმოსავლეთის -ჩ ა;

II მეთხედში AB_2 , ხაზის რუმბი იქნება სამხრეთ-აღმოსავლეთის -ს ა;

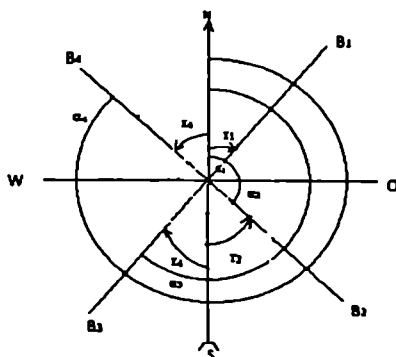
III მეთხედში AB_3 , ხაზის რუმბი იქნება სამხრეთ-დასავლეთის -ს დ;

IV მეთხედში AB_4 , ხაზის რუმბი იქნება ჩრდილო-დასავლეთის -ჩ დ;

რუმბიც აზიმუტით ორგვარია: გეოგრაფიული და მაგნიტური.

დამოკიდებულება რუმბებსა და აზიმუტებს შორის

ნახაზზე ნაჩვენებია AB ხაზის რუმბები და აზიმუტები, როგორც ვხედავთ მათ შორის არსებობს გარკვეული კავშირი კერძოდ;



ნახაზი № 9 .

I მეთხედში AB_1 , ხაზის რუმბი არის ჩ.ა. და $r_1 = \alpha_1$

II მეთხედში AB_2 , ხაზის რუმბი არის ს.ა. და $r_2 = 180^\circ - \alpha_2$

III მეთხედში AB_3 , ხაზის რუმბი არის ს.დ. და $r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$

IV მეთხედში AB_4 , ხაზის რუმბი არის ჩ.დ. და $r_4 = 360 - \alpha_4$

აღნიშნული დამოკიდებულების მიხედვით შეგვიძლია გამოვთვალოთ ხაზის რუმბი, თუ მოცემული გვაქვს იმავე ხაზის აზიმუტი და პირიქით, შეგვიძლია გამოვთვალოთ აზიმუტი, თუ მოცემულია რუმბი.

პირდაპირი და შებრუნებული აზიმუტები

AB ხაზის აზიმუტი შეგვიძლია გავზომოთ როგორც A წერტილიდან, ისე B წერტილიდან. პირველ შემთხვევაში მივიღებთ AB ხაზის - α_1 აზიმუტს, ე.ი. A წერტილიდან B წერტილისაკენ მიმართული AB ხაზის აზიმუტს.

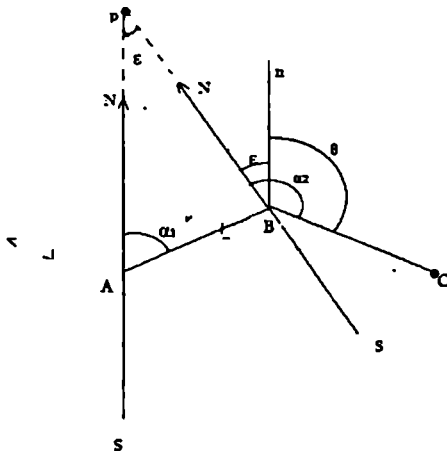
მეორე შემთხვევაში მივიღებთ BA ხაზის აზიმუტს - α_2 . ერთს ეწოდება პირდაპირი, მეორეს კი შებრუნებული. თუ A და B წერტილებს შორის მანძილი მცირეა, მაშინ ამ წერტილებში გამავალი მერიდიანები შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც ურთიერთწრფივი ხაზები. ამ შემთხვევაში სხვაობა პირდაპირსა და შებრუნებულ აზიმუტებს შორის ტოლი იქნება 180° -ის. ე. ი. პირდაპირი აზიმუტი უდრის შებრუნებულ აზიმუტს $\pm 180^\circ$.

როგორც ვიცით მერიდიანები არ არიან ურთიერთპარალელური, რადგან გადაიკვეთებიან პოლუსებში. მაშასადამე A B ხაზის აზიმუტი α_1 , აღებული A წერტილში (ნახ.11), არ ედრება იმავე ხაზის აზიმუტს α_2 -ს, აღებულს C წერტილში (ჩვენ ვგულისხმობთ რომ AC მანძილი დიდია). α_1 და α_2 შორის სხვაობას ეწოდება მერიდიანების მიახლოება. თუ C წერტილში წარმოვიდგენთ Cn ხაზს, რომელიც პარალელურია AN მერიდიანის, მაშინ როგორც ნახაზიდან

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მერიდიანების მიახლოება ε უდრის APC კუთხეს, რომელსაც ქმნიან A და C წერტილებში გამავალი მერიდიანები.

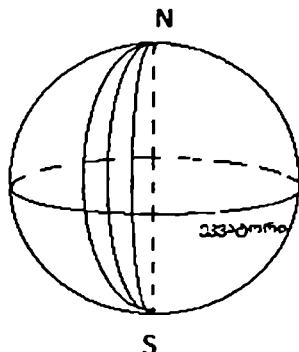
დირექციული კუთხე

როგორც ვიცით მერიდიანები არ არიან ურთიერთპარალელური ხაზები, ვინაიდან იკრიბებიან პოლუსებში. თუ A და B წერტილებში წარმოვიდგენთ მერიდიანებს, მაშინ კუთხე α_1 იქნება AB ხაზის აზიმუტი, ხოლო α_2 BC ხაზის აზიმუტი.



ნახაზი №12

A წერტილში გამავალი მერიდიანი ჩავთვალოთ საწყის მერიდიანად და B წერტილში წარმოვიდგინოთ Bn ხაზი, პარალელური საწყისი მერიდიანისა. მაშინ ε კუთხე, როგორც ვიცით, იქნება მერიდიანების მიახლოება და კუთხე θ , რომელიც აითვლება Bn ხაზიდან, წარმოადგენს BC ხაზის დირექციულ კუთხეს.



ნახაზი №13

იმავე BC ხაზის α აზიმუტისაგან კუთხე θ , როგორც ნახაზიდან ჩანს, განსხვავდება იმით რომ აზიმუტი α აითვლება B წერტილში გამავალი NS მერიდიანის ჩრდილოეთ ბოლოდან, ხოლო დირექციული კუთხე θ აითვლება B წერტილში გამავალი Bn ხაზიდან, რომელიც საწყისი მერიდიანის პარალელურია. ნახაზიდან ჩანს აგრეთვე, რომ სხვაობა α აზიმუტსა და θ დირექციულ კუთხეს შორის უდრის ϵ კუთხეს, ე. ი. მერიდიანების მიახლოებას.

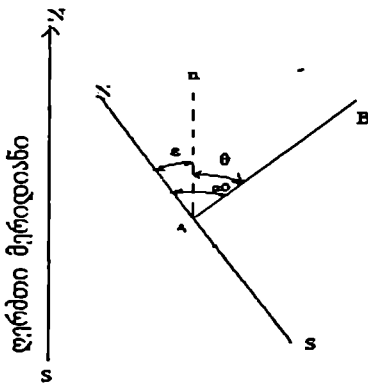
როგორც შემდეგ ვნახავთ, ექვსი გრადუსით ერთიმეორისაგან დაშორებული მერიდიანებით დედამიწის ზედაპირი დაყოფილია ცალკე ზონებად (ნახ.13), რომელთა რიცხვი უდრის სამოცს. $\left(\frac{360}{6} = 60\right)$. ზონები დანომრილია 1-დან 60-მდე და საწყის ზონად მიღებულია გრინვიჩის ზონა.

საქართველოს ტერიტორია მოთავსებულია 7 და 8 ზონებში. ყოველ ზონაში საწყის მერიდიანად მიღებულია ზონის საშუალო (ღერძითი) მერიდიანი. მაშასადამე, ზონის ფარგლებში დირექციული კუთხეები იქნება იგივე აზიმუტები, აღებული საწყისი (ღერძითი) მერიდიანის მიმართ. ე.ი. ზონაში მდებარე რომელიმე AB ხაზის (ნახ. 15) დირექციული კუთხე θ აითვლება A წერტილში გატარებული ღერძით NS მერიდიანის პარალელური An ხაზიდან - მისი ჩრდი-

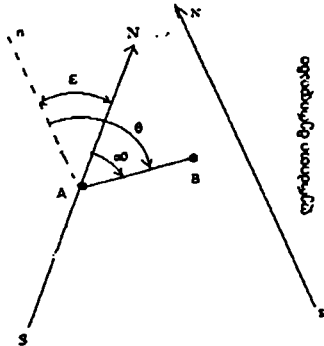
ლოეთ ბოლოდან მოცემული ხაზამდე - საათის ისრის მიმართულე-
ბით.

როგორც ნახ.14 -დან ჩანს, AB ხაზის დირექციული კუთხე θ უდ-
რის იმავე ხაზის აზიმუტი α_0 - ს, გამოკლებული მერიდიანების მი-
ახლოება, ე.ი. $\theta = \alpha_0 - \epsilon$; ეს მაშინ, როდესაც AB ხაზი მდებარეობს
ღერძითი NS მერიდიანის მარჯვენა, ე.ი. აღმოსავლეთით. თუკი AB
ხაზი მდებარეობს ღერძითი NS მერიდიანის მარცხენა, ე.ი. დასავ-
ლეთით (ნახ.15) მაშინ θ კუთხე იქნება: $\theta = \alpha_0 + \epsilon$

დირექციული კუთხეები ჩვენთან ხმარებაშია 1928 წლიდან, მას
შემდეგ რაც შემოღებული იყო სწორკუთხოვანი ზონალური კოორ-
დინატები.



ნახაზი №14



ნახაზი №15.

მაგნიტური მერიდიანი, ისრის მიხრის კუთხე, ისრის დახრის კუთხე და მაგნიტური აზიმუტი

თავისუფლად ჩამოკიდებული ისარი დაწყნარდება თუ არა, მიიღებს გარკვეულ მიმართულებას, რომელიც წარმოადგენს მაგნიტურ მერიდიანს. მაგნიტური მერიდიანი არ ემთხვევა გეოგრაფიულ მერიდიანს და მათ შორის მდებარე θ კუთხეს (ნახ.17) ისრის მიხრის კუთხე ეწოდება. მიხრის კუთხე ორგვარია: დასავლეთის და აღმოსავლეთის. ისრის მიხრის კუთხე ცვალებადია და დამოკიდებულია წერტილის ადგილმდებარეობაზე, ე.ი. მის გეოგრაფიულ კოორდინატებზე. ერთსა და იმავე წერტილშიც კი მიხრის კუთხე მუდმივი არ არის და ისარი სულ მოძრაობაშია. არსებობს ისრის მიხრის კუთხის სამნაირი ცვალებადობა: დღიური, საუკუნებრივი და შემთხვევითი.

დღიური ცვლილება იმაში გამოიხატება, რომ დღე-ღამის განმავლობაში ისარი გადაიხრება აღმოსავლეთით და დასავლეთით. დღის 8 საათიდან დაახლოებით დღის 14 სთ-ზე აღწევს მაქსიმალურ გადახრას დასავლეთით, შემდეგ ისევ მობრუნდება აღმოსავლეთით და ასე განაგრძობს რხევას დღე-ღამის განმავლობაში. ისრის კიდურ მდებარეობებს შორის განსხვავება მცირეა და არ აღემატება $0^{\circ}15'$.

მიხრის კუთხე ზაფხულობით მეტია, ვიდრე ზამთარში. რაც შეეხება საუკუნეობრივ ცვლილებას (პერიოდი აღემატება 300 წელს) მაგნიტური ისარი გეოგრაფიული მერიდიანის მიმართ შეიძლება 22° -ით გადაიხაროს როგორც აღმოსავლეთით, ასევე დასავლეთით.

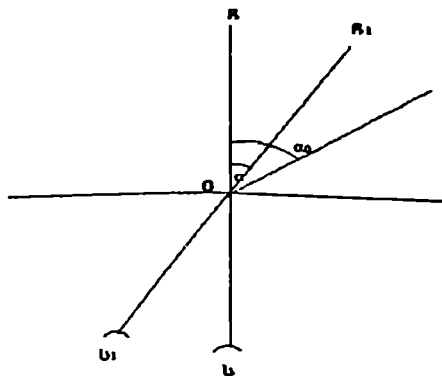
მაგნიტური ისრის შემთხვევითი ცვალებადობა დამოკიდებულია სხვადასხვა მოვლენაზე, როგორიცაა მიწისძვრა, ლაქების გაჩენა მზეზე, ჩრდილოეთის ციალი და სხვა. გაივლის თუ არა ცვალებადობის გამოწვევი მიზეზი, ისრის რხევა შეწყდება და მიიღებს თავის მიმართულებას. რკინის ბუდობები რასაკვირველია მოქმედებს ისარზე, მაგ. კურსკის რაიონში, შემჩნეულია მაგნიტური ანომალია,

აქ ისრის მიმართულება მეტად ცვალებადია, ასეთ ადგილებში მაგნიტური ისრით მუშაობა შეუძლებელია.

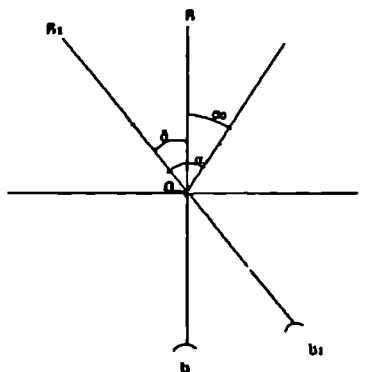
რაც შეეხება ი ს რ ის და ხ რ ი ლ ო ზ ა ს, იგი შემდეგში მდგომარეობს: თუ დამაგნიტებამდე ისარს თავისუფლად ჩამოვკიდებთ ძაფზე და მას თარაზულ მდგომარეობაში დავაყენებთ, მაშინ დამაგნიტების შემდეგ ისარი გამოვა თარაზული მდგომარეობიდან და მისი ჩრდილოეთი ბოლო დაბლა დაიწევს, თუ ვიმყუდებით ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, და დაიწევს სამხრეთი ბოლო დაბლა თუ ვიმყუდებით სამხრეთ ნახევარსფეროში. ეკვატორზე - არ გამოვა თარაზული მდგომარეობიდან, ხოლო პოლუსებზე მიიღებს შვეულ მიმართულებას.

მაგნიტურ მერიდიანსა და მოცემულ ხაზს შორის მოთავსებულ კუთხეს მაგნიტური აზიმუტი ეწოდება. ისიც აითვლება ჩრდილოეთი ბოლოდან საათის ისრის მიმართულებით 0° - 360° -მდე.

არსებობს აღმოსავლეთის და დასავლეთის მიხრის კუთხე. არსებობს კავშირი გეოგრაფიულ და მაგნიტურ აზიმუტებს შორის. კერძოდ, გეოგრაფიული აზიმუტი (α) უდრის მაგნიტურ აზიმუტს $\pm$ მიხრილობა.



ნახაზი №16. $\alpha = \alpha + \delta$



ნახაზი №17

ა- $\alpha - \delta$

ანუ

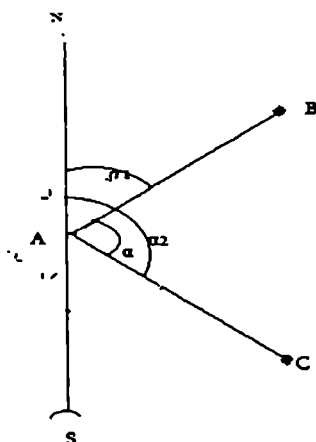
ა- $\alpha \pm \delta$

ბუსოლი

ხაზების აზიმუტებს და რუმბებს ადგილზე ზომავენ გეოდეზიური იარაღით, რომელსაც **ბუსოლი** (ყიხლანი) ეწოდება. ეს იარაღი შედგება სპილენძის კოლოფისაგან, რომელშიც მოთავსებულია გრადუსებად დაყოფილი რგოლი. ამ რგოლის ცენტრში (კოლოფის ფსკერზე) ამართულია წვეტანა, რომელზედაც წამოცმულია მაგნიტური ისარი. ეს კოლოფი მიმაგრებულია შიმშაზე, რომლის ბოლოებზე მოთავსებულია დიოპტრები - საგნის და თვალის დიოპტრები. კოლოფში მოთავსებული რგოლი ორგვარია: აზიმუტური და რუმბული. აზიმუტური რგოლი დაყოფილია $0^\circ - 360^\circ$ - მდე, საათის ისრის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით და გვამლევს საშუალებას გავზომოთ ხაზის აზიმუტი. რუმბული რგოლი დაყოფილია $0^\circ - 90^\circ$ - მდე, ორივე მიმართულებით და გვამლევს საშუალებას უშუალოდ გავზომოთ მოცემული ხაზის რუმბი.

ხაზებს შორის მდებარე კუთხის განსაზღვრა აზიმუტების მიხედვით და თვით აზიმუტების (ან რუმბების) გაზომვა ბუსოლით.

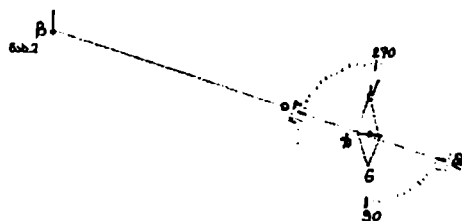
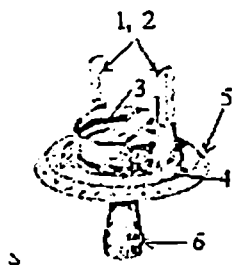
ნახ.18



ნახაზი №18

თუ ცნობილია AB და AC ხაზების აზიმუტები α_1 და α_2 (ნახ.18), მაშინ როგორც ნახაზიდან ჩანს, ამ ხაზებს შორის მდებარე α კუთხე მიიღება როგორც α_2 და α_1 აზიმუტების სხვაობა. $\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$.

ვნახოთ, ბუსოლის საშუალებით როგორ იზომება ხაზების აზიმუტები ან რუმბები.

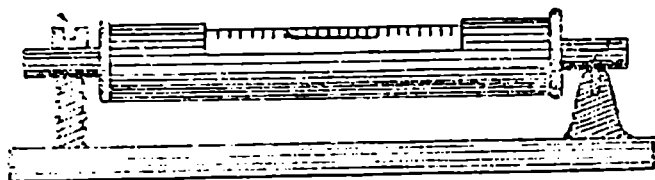


ნახაზი №19

ვთქვათ საჭიროა ადგილზე AB ხაზის (ნახ. 19) აზიმუტის გაზომვა. ამისათვის ბუსოლით ვდგებით A წერტილზე. მის წრედს მოვიყვანთ თარაზულ მდგომარეობაში და დავცენტრავთ ინსტრუმენტს, ე.ი. მას ისე ვაყენებთ, რომ ბუსოლის წრედის ცენტრი და ადგილის A წერტილი მდებარეობენ ერთ შვეულ ხაზზე. დაცენტრას აწარმოებენ დგარის ხრახნზე მიმაგრებული შვეულით ან თვალდათვალ. შემდეგ მაგნიტურ ისარს ავუშვებთ და ალიდადას ტრიალით და თვალის დიოპტრებში ცქერით ბუსოლის წრედის ნულოვან დიამეტრს (ნულისა და 180° -ის შემაერთებელ ხაზს) მივმართავთ ადგილის B წერტილისაკენ. თუ ახლა ისრის ჩრდილოეთ ბოლოს პირდაპირ გრადუსოვან სკალაზე ავიღებთ ანათვალს, ცხადია, რომ ეს ანთვალი გამოსახავს AB ხაზის აზიმუტს. აზიმუტის გაზომვის სიზუსტე ბუსოლით დაახლოებით ტოლია $0^\circ 15'$ -ისა.

თარაზო

თითქმის ყოველ გეოდეზიურ ინსტრუმენტზე მოთავსებულია თარაზო და სამზერი ჭოგრე. ინსტრუმენტის სათანადო ღერძების თარაზულ და ვერტაკალურ მდგომარეობაში მოყვანას აწარმოებენ თარაზოთი. თარაზო ორგვარია; ცილინდრული და მრგვალი. ცილინდრული თარაზო წარმოადგენს ბუდეში მოთავსებულ შუმის მილს, რომელშიც ჩასხმულია სითხე (ჩვეულებრივ გოგირდის ეთერი). თარაზოს მილი მთლიანად არ ივსება სითხით. მასში რჩება უჰაერო სივრცე 0, რომელსაც ბუშტულა ეწოდება. ბუშტულის მისღებად სითხით სავსე მილს ათბობენ 50 გრადუსამდე და როგორც კი სითხე გაფართოების გამო მილიდან გადმოიღვრება მილს გადაგლესავენ. სითხე გაცივების შემდეგ შეიკუმშება და მილში დარჩება უჰაერო სივრცე - ბუშტულა!



Ենթոն №20

თავი II

გეოგრაფიული გლობუსი, რუკები

გეოგრაფიული გლობუსი განსაკუთრებული კარტოგრაფიული ნაწარმია. იგი წარმოადგენს ერთ-ერთ მთავარ დამხმარე საშუალებას გეოგრაფიის შესწავლაში. გლობუსი წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირის გამოსახულებას სფეროზე და რუკასთან შედარებით გვაძლევს უფრო სრულყოფილ წარმოდგენას მთლიან დედამიწაზე. დედამიწის სფეროს ან სფეროიდის ზედაპირის მსგავსი გამოსახულების მიღება მხოლოდ გლობუსზე შეიძლება.

რუკა მჭიდროდაა დაკავშირებული გლობუსთან. გლობუსი განმარტავს რუკის თავისებურებებს, რუკა კი გამოსახავს დედამიწის გლობუსურ ზედაპირს თავისი დეტალებით. გლობუსი იდეალურ „რუკას“ წარმოადგენს, გათავისუფლებულს ყოველგვარი დამანხიკებისაგან.

მასშტაბის სიმცირის გამო, გლობუსზე დედამიწის ზედაპირის ელემენტების დაწვრილებითი გამოსახვა, როგორც ეს გვხვდება ტოპოგრაფიულ რუკებზე, შეუძლებელია.

გლობუსს ახასიათებს შემდეგი დადებითი თვისებები:

1. გვაჩვენებს დედამიწის სფერულობას.
2. გვაძლევს დედამიწის სფეროს ელემენტების ურთიერთგანლაგებაზე ნამდვილ და სწორ წარმოდგენას; როგორცაა დედამიწის ღერძი, პოლუსები, ეკვატორი, მერიდიანები და პარალელები, აგრეთვე მატერიკები, კუნძულები, ოკეანეები, ზღვები და ა.შ.
3. ინარჩუნებს დედამიწის ზედაპირის ფიგურების ფორმებს, ხაზების მიმართულებას, კუთხეების და ფართობების მსგავსებებს და ტოლობას.

4. აქვს ერთი მასშტაბი ყველა მანძილისათვის, მიუხედავად მისი განლაგების, ადგილისა და მიმართულებისა.

გლობუსს ამზადებენ დახრილი ღერძით, 66,5° კუთხის დახრილობით (ვინაიდან ეკვატორის სიბრტყე ეკლიპტიკის სიბრტყესთან

დახრილია 23, 50-ით).

გლობუსზე ყველა მერიდიანი და პარალელი წრეხაზებს წარმოადგენს, მაშინ როდესაც მათ სხვადასხვა კარტოგრაფიულ პროექციაში სხვადასხვა სახე აქვთ. გლობუსზე გეოგრაფიული ბადის ხაზები წარმოშობენ სფერულ სარტყლებს, მათი ფართობი პოლუსებისაკენ მცირდება. მერიდიანებს შორის წარმოიშობა ორკუთხედები, რომლებთაც სეგმენტებს უწოდებენ. მერიდიანები და პარალელები ერთად გლობუსის ზედაპირს სფერულ ტრაპეციებად ჰყოფენ, რომელთა ფართობი გარკვეულ სფერულ სარტყელში ურთიერთტოლია. პოლუსებში სფერული ტრაპეციები სამკუთხედებად გადაიქცევიან, რომელთა წვერო პოლუსის წერტილს ემთხვევა.

ცნობილია, რომ დედამიწაზე ორ წერტილს შორის უმოკლესს მანძილს დიდი წრის მცირე რკალი წარმოადგენს. კარტოგრაფიაში დიდ წრეს **ო რ თ ო დ რ ო მ ს** უწოდებენ. გლობუსზე ეკვატორი და ყველა მერიდიანი დიდ წრეს ანუ ორთოდრომს წარმოადგენს.

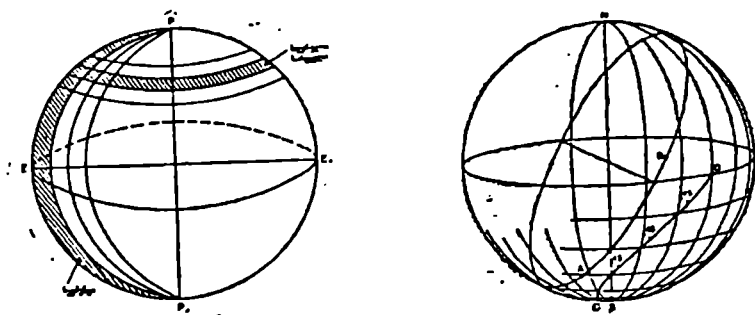
ორ წერტილს შორის უმოკლესი მანძილის განსაზღვრისთვის საჭიროა ამ წერტილებზე გავავლოთ შესაბამისი დიდი წრის რკალი. ამ შემთხვევაში დიდი წრე გეოგრაფიულ მერიდიანებს არ დაემთხვევა, რადგანაც იგი გეოგრაფიულ პოლუსებში არ გაივლის.

დედამიწის ზედაპირზე ან გლობუსზე მუდმივი მიმართულების ხაზს **ლოქსოდრომს** უწოდებენ. გლობუსზე ლოქსოდრომი წარმოადგენს სპირალისებურ მრუდ ხაზს, რომელიც ყველა მერიდიანს ერთი და იგივე კუთხით ჰკვეთს.

ეკვატორი ერთდროულად ორთოდრომიც არის ლოქსოდრომიც. თითოეული ნახევარმერიდიანი წარმოადგენს ლოქსოდრომასაც და ორთოდრომასაც. პარალელები წარმოადგენს ლოქსოდრომებს. კურსის შეუცვლელად დედამიწის გარშემო შემოვლა შესაძლებელია პარალელების მიმართულებით.

გემები ღია ზღვაში ყიბლანის დახმარებით მოძრაობენ, რომელიც მუდმივი მიმართულების შენარჩუნების საშუალებას იძლევა. ამიტომ გემები მოძრაობენ ლოქსოდრომით და არა ორთოდრომით.

მაგრამ დიდ მანძილზე ლოქსოდრომით მოძრაობა გზას მნიშვნელოვნად აგრძელებს, რაც არახელსაყრელია.



ნახაზი №1 ორთოდრომა (AB) ლოქსოდრომი (CD) სფეროზე ნახაზი №2

დედამიწის მთლიანი ზედაპირის ან მისი დიდი ნაწილის ზუსტად და მსგავსად გამოსახვა სიბრტყეზე შეუძლებელია, რადგანაც სფერული ზედაპირი სიბრტყეზე არ იშლება. გაშლის დროს მივიღებთ სფერული ზედაპირის გახლეჩეებს და ამის გამო ადგილი ექნება მოხაზულობებისა და ფართობების დამახინჯებებს.

დამახინჯებათა შესამცირებლად არსებობს მათემატიკური მეთოდი ე.წ. კარტოგრაფიული პროექციების მეთოდი, რომელიც გულისხმობს კარტოგრაფიული ბადის გამოსახვას შემცირებული სახით.

კარტოგრაფიული ბადის საფუძველზე მიღებულ გამოსახულებას რუკა ეწოდება. ვინაიდან რუკა მიიღება სფერული ზედაპირის გაშლით, ცხადია თვით რუკაც დამახინჯებული იქნება. რუკას სხვადასხვა ადგილას და სხვადასხვა მიმართულებით სხვადასხვა მასშტაბი ექნება, ე.ი. რუკის მასშტაბი იქნება ცვალებადი. ცვალებად მასშტაბს რუკის კერძო მასშტაბი ეწოდება. რუკის ერთ ან რამდენიმე მიმართულებაზე (ეკვატორზე, მერიდიანზე, პარალელზე და სხვა) ჩვეულებრივ შენარჩუნებულია მასშტაბი იმ გლობუსისა, რომლის გაშლით მიღებული იყო კარტოგრაფიული ბადე, ე.ი. ასეთ მიმარ-

თულებზე არავითარ დამახინჯებას არ ექნება ადგილი. აღნიშნულ მასშტაბს რუკის მთავარი მასშტაბი ეწოდება.

რუკის კერძო C და მთვარი L მასშტაბების შეფარდებას მასშტაბის მოდული m ეწოდება

$$m = \frac{C}{L}$$

მოდული m გვიჩვენებს დამახინჯების სიდიდეს. მაგ. თუ რუკის რამდენიმე ადგილას m მოდული უდრის ორს ($m=2$), რუკის ამ ადგილის ხაზის სიგრძე, სინამდვილესთან შედარებით, ორჯერ არის დამანხიჯებული (გადიდებული).

რუკებს ყოფენ მასშტაბის მიხედვით: არსებობს მსხვილმასშტაბიანი, საშუალომასშტაბიანი და წვრილმასშტაბიანი რუკები.

1) რუკები 1 : 10 000 -დან 1: 200 000 -ის ჩათვლით არის მსხვილმასშტაბიანი;

2) რუკები 1 : 300 000 -დან 1: 1 000 000 -ის ჩათვლით არის საშუალომასშტაბიანი;

3) რუკები 1 : 1 500 000 -დან და უფრო ზემოთ არის წვრილმასშტაბიანი.

შინაარსის მიხედვით არსებობს ორი სახის რუკა: ზოგადგეოგრაფიული და სპეციალური. ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე გამოისახება დედამიწის ფიზიკური ზედაპირი - ოკეანეები, ზღვები, მდინარეები, რელიეფი და სხვა. აგრეთვე სოციალურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, როგორიცაა დასახლებული ადგილები, გზები, სახელმწიფო საზღვრები და სხვა.

სპეციალურ რუკებს ადგენენ ზოგადგეოგრაფიული რუკების საფუძველზე, ამ რუკებზე რომელიმე გეოგრაფიული ელემენტი ან მოვლენა, სხვა ელემენტებთან შედარებით, განსაკუთრებული სისრულით გამოისახება. მაგ. ჰიდროლოგიურ რუკებზე, სხვა ელემენტებთან შედარებით, მდინარეები და ტბები გამოისახება დიდი სისრულით და დეტალურად, საგზაო რუკებზე - გზები და ა.შ.

არსებობს შემდეგი სახის სპეციალური რუკები: ჰიდროლოგიუ-

რი, გეოლოგიური, ენერგეტიკული, ეკონომიკური, კლიმატური, მოსახლეობის ეროვნული შემადგენლობის და ა.შ.

ზოგადგეოგრაფიული რუკები არის სამი სახის: ტოპოგრაფიული, სამიმოხილვო - ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო - გეოგრაფიული.

ტოპოგრაფიულ რუკებს ეკუთვნის მსხვილმასშტაბიანი რუკები.

სამიმოხილვო - ტოპოგრაფიულ რუკებს - საშუალომასშტაბიანი რუკები.

ხოლო სამიმოხილვო - გეოგრაფიულ რუკებს კი წვრილმასშტაბიანი რუკები მიეკუთვნება.

დანიშნულების მიხედვით არსებობს: სასწავლო, საგზაო, ტურისტული, სამხედრო და ა.შ. რუკები.

საკითხები კარტომეტრიიდან - სწორი და კლაკნილი ხაზების სიგრძეთა გაზომვა რუკებზე

კ ა რ ტ ო მ ე ტ რ ი ა არის მეცნიერული დისციპლინა, რომლის საგანს რუკებზე სხვადასხვა გაზომვების წარმოება შეადგენს. ვთქვათ ხაზების სიგრძეების, კუთხეების სიდიდისა და ფართობების განსაზღვრა და სხვა.

I. სწორი ხაზების სიგრძეების გაზომვა

სწორი ხაზების სიგრძეების გაზომვა ან განსაზღვრა შეიძლება როგორც გრაფიკული გზით ისე გამოთვლითაც.

მსხვილმასშტაბიან რუკებზე ამ ამოცანის გადაწყვეტა იოლია, რადგანაც ამ რუკებზე ყოველ წერტილში და მიმართულებებზე მასშტაბი მუდმივია. აქ საკმარისია რუკაზე გაიზომოს მონაკვეთის სიგრძე მოცემულ ორ წერტილს შორის და შემდეგ იგი რუკის მასშტაბში

მოვიყვანოთ.

ვთქვათ $1:25\ 000$ - მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკაზე მოცემულ ორ წერტილს შორის სწორი ხაზის სიგრძე $d = 4,25$ სმ. განვსაზღვროთ რას უდრის ამ ხაზის სიგრძე ადგილზე მეტრობით.

$$D = 4,25 \text{ სმ} \cdot 25000 \text{ სმ} = 1062,5 \text{ მ.}$$

მიღებული შედეგი წარმოადგენს ხაზის ჰორიზონტალურ პროექციას ადგილზე და არა მისი შესაბამისი დახრილი ხაზის სიგრძეს.

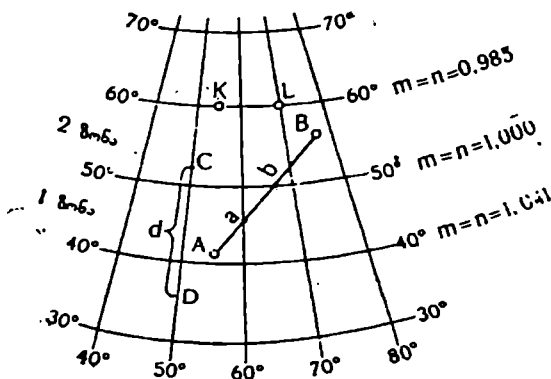
სულ სხვაა, როდესაც საქმე გვაქვს რუკებთან, რომლებზედაც ადგილი აქვს ხაზების სიგრძეების, კუთხეების, მიმართულებების და ფართობების დამახინჯებას, რის გამოც ასეთი რუკის სხვადასხვა წერტილში და მიმართულებებზე მასშტაბი ცვალებადია.

ჩვენთვის ცნობილია, რომ გეოგრაფიულ რუკებზე მთავარი მასშტაბი დაცულია მხოლოდ გარკვეულ მიმართულებებზე და ამიტომ ამ მიმართულებებზე ხაზების სიგრძეების გაზომვა შესაძლებელია იმავე წესით, როგორც მსხვილმასშტაბიან რუკებზე. სხვა დანარჩენ მიმართულებებზე გაზომვისას ასე თუ ისე ზუსტი შედეგი შეიძლება მივიღოთ რუკის ცენტრში. იოლად წყდება ამოცანა, როდესაც გაზომვას ვახდენთ გარკვეულ მერიდიანზე ან ეკვატორზე მოცემულ ორ წერტილს შორის. ამ შემთხვევაში საჭიროა ამ წერტილებს შორის გრადუსთა რაოდენობის განსაზღვრა, ამოვიღოთ შესაბამისი ცხრილებიდან გრადუსის საშუალო სიგრძე და გამოვთვალოთ საძიებელი მანძილი.

მაგ. ტოლშორისულ კონუსურ პროექციაში მოცემულია C და D წერტილები, რომლებიც მდებარეობენ ერთ მერიდიანზე, რომლის გრძედი $\lambda = 50^\circ$. განვსაზღვროთ მანძილი C და D წერტილებს შორის.

განვსაზღვროთ გრადუსების რაოდენობა C და D წერტილებს შორის, რისთვისაც უნდა დავადგინოთ ამ წერტილების განედები φ და φ_0 . როგორც ნახაზიდან ჩანს $\varphi = 53^\circ$ და $\varphi_0 = 35^\circ$

$$\text{მანძილი } n = 53^\circ - 35^\circ = 18^\circ$$



ნახაზი №3

ცხრილების მეშვეობით ვგებულობთ, რომ მერიდიანის 1° - იანი რკალის საშუალო სიგრძე მოცემული 35° და 53° განედებში დაახლოებით 111,2 კმ-ია, ამიტომ $d=111,2 \text{ კმ} \cdot 18 = 2000 \text{ კმ}$.

ასევე შეიძლება გადაწყდეს ამოცანა, როდესაც ორივე წერტილი ერთ გარკვეულ პარალელზე მდებარეობს, მაგრამ ამ შემთხვევაში ჩვენ მივიღებთ ცხრილიდან ლოქსოდრომის სიგრძეს და არა ორთოდრომისას. ლოქსოდრომი კი ორ წერტილს შორის უმოკლეს მანძილს არ წარმოადგენს.

განვსაზღვროთ მანძილი K და L წერტილებს შორის, რომლებიც 60° - იან პარალელზე მდებარეობენ.

ვპოულობთ ამ წერტილების გრძედებს $\lambda_1=55^\circ$ $\lambda_2=70^\circ$ $\mu=70^\circ-50^\circ=15^\circ$.

60° - იან პარალელზე ერთი გრადუსის სიგრძე ცხრილის თანახმად 55,8 კმ-ია, ამიტომ

$KL=55,8 \text{ კმ} + 15=837 \text{ კმ}$ (ლოქსოდრომი).

თუ წერტილები მდებარეობენ სხვადასხვა მერიდიანებზე ან პარალელებზე, მაშინ საჭიროა მივიღოთ მხედველობაში რუკის ამ ნაწილის კერძო მასშტაბები. ამ შემთხვევაში უფრო ზუსტ შედეგს მი-

ვიღებთ მაშინ, როდესაც საკმე ისეთ რუკასთან გვექნება, რომელიც ტოლკუთხა პროექციაშია შედგენილი.

კლაკნილი ხაზების სიგრძეების გაზომვა

დაკლაკნილ ხაზებს მიეკუთვნება ოკეანეების, ზღვების, ტბების და წყალსაცავების სანაპირო ხაზები, მდინარეები, საზღვრები, კონტურები და სხვა.

ასეთი ხაზების სიგრძეების გაზომვა შეიძლება სხვადასხვა ხერხით, რაც დაკლაკნილობის ხასიათზე და გაზომვის საჭირო სიზუსტეზეა დამოკიდებული.

ა) დაკლაკნილი ხაზის სიგრძის გაზომვა შეიძლება ჩვეულებრივი ფარგლის-მზომის დახმარებით, რისთვისაც მზომის მუდმივი ლაჯით ხაზი უნდა დაიყოს მცირე მონაკვეთებად ისე, რომ მონაკვეთების სახე რაც შეიძლება ახლოს იყოს სწორ ხაზთან. ლაჯის სიდიდე დამოკიდებულია ხაზის დაკლაკნილობაზე, რაც უფრო დაკლაკნილია გასაზომი ხაზი, მით უფრო მცირეა ლაჯის სიგრძე და პირიქით. ხშირად ლაჯის სიგრძე 1,0 -1,5 მმ-საც აღწევს.

ვთქვათ, გვსურს გავზომოთ დაკლაკნილი ხაზის სიგრძე A და B წერტილებს შორის. დავუშვათ, რომ ლაჯის სიგრძე 2 მმ-ია. A წერტილიდან ვახდენთ ლაჯის სიდიდით მონაკვეთების გადაზომვას და მათ თვლას.



ნახაზი №4

ვთქვათ K წერტილამდე გადავზომეთ 46 (n1)მონაკვეთი, და-
ნარჩენი KB მონაკვეთი კი აღმოჩნდა 1,6 მმ. ახლა იმავს ვიმეორებთ
B წერტილიდან A წერტილისაკენ. K1 წერტილამდე გადავზომავთ
ისევ 46 (n2) მონაკვეთი, ხოლო დარჩენილი AK ' მონაკვეთის სიგრძე
უდრის 1,4 მმ-ს, მაშინ დაკლავნილი ხაზის სიგრძე AB ტოლია:

$$AB=1\text{მმ} (n_1+n_2)/2+(BK+AK_1)/2= 2 \text{ მმ} \cdot 46+1,5 \text{ მმ} =93,5 \text{ მმ}$$

თუ რუკის მასშტაბია 1: 25000, მივიღებთ რომ კლავნილი ხაზის
სიგრძე ტოლია

$$AB= 93,5 \text{ მმ}+250 \text{ 000 მმ} =2337,5 \text{ მეტრს.}$$

უფრო ზუსტად დალაკნილი ხაზის სიგრძის გაზომვა შეიძლება
ცნობილი მეცნიერის - ი.მ. შოკალსკის (1856-1940 წწ) ხერხით, რომ-
ლის არსი შემდეგში მდგომარეობს.

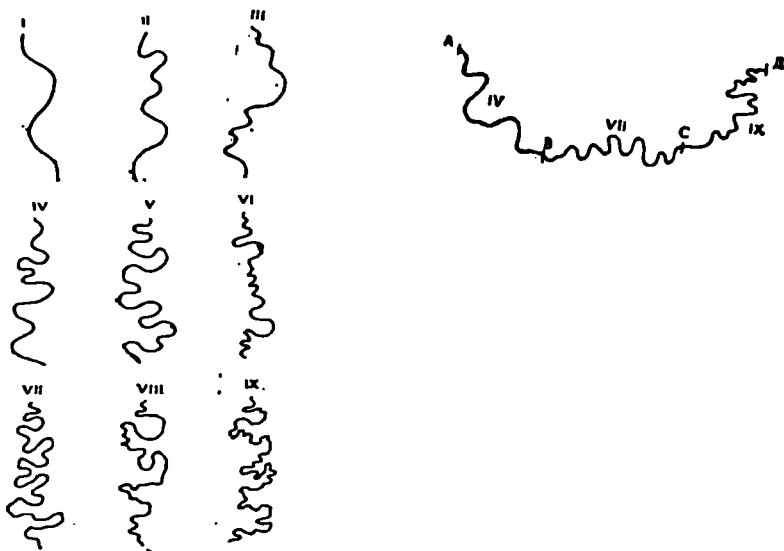
მდინარის სიგრძის გაზომვას რუკაზე ახდენენ 1 მმ-იანი მუდმი-
ვი ლაჯის მქონე მზომით. გაზომვის წინ მდინარეს (კონტურს) ანაწი-
ლებენ სექციებად დაკლავნილობის ტიპის მიხედვით სპეციალურ
ნახაზთან შეხამებით (ნახ.5). გაზომვას იწყებენ მდინარის სათავიდან
შესართავისაკენ და ადგენენ დანაყოფთა რაოდენობას თითოეულ
სექციაში, ნარჩენებს სექციებში საზღვრავენ თვალზომიერად. ამის
შემდეგ გაზომვას ახდენენ უკუმიმართულებით ცალკეულ სექციებ-
ში, აჯამებენ და ანგარიშობენ გაზომვათა საშუალო რიცხვს N საშ-ს.

$$N \text{ საშ} = \frac{N_{\text{პირ}} + N_{\text{უკუ}}}{2}$$

მიღებულ N საშ-ს ამრავლებენ მასშტაბში გამოსახულ მზომის
ლაჯის a სიდიდეზე და მდინარის დაკლავნილობის K კოეფიციენ-
ტზე (კოეფიციენტი K დადგენილა ექსპერიმენტალურად).

ამრიგად მივიღებთ მდინარის სიგრძეს ცალკეულ სექციებში: $d =$
 $N \text{ საშ} \cdot a \cdot k$

მაგრამ თუ ლაჯის სიდიდე 1 მმ-ია, მაშინ $d = M$ ათასი *D საშ *k
სადაც M ათასი - ათასების რაოდენობაა რუკის მასშტაბში, ამიტომ
მდინარის სიგრძეს მივიღებთ მეტრობით.



ნახაზი №5 კლაკნილობის ტიპები

ი.მ შოკალსკის მეთოდით მდინარის სიგრძის გაზომვას ვაწარმოებთ ფარგლით, რომლის წვეროების გაშლილობა რაც შეიძლება მცირე უნდა იყოს (1,0-2,0 მმ) ფარგლის წვეროების გაშლილობის სიდიდეს ვარჩევთ მდინარის კლაკნილობის ხარისხის მიხედვით. თუ მდინარე ძლიერაა დაკლაკნილი მაშინ ფარგლის წვეროების გაშლილობა 1,0 მმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. თუ კლაკნილობა უმნიშვნელოა, მაშინ შეიძლება ავიღოთ 1,5 მმ ან 2,0 მ. კლაკნილობის ტიპის მიხედვით მდინარეს სიგრძეზე ვყოფთ მონაკვეთებად. თითოეული მონაკვეთისათვის ვანგარიშობთ კლაკნილობის კოეფიციენტს. იგი გამოიანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$k = \frac{L}{AB},$$

სადაც L არის მდინარის ან მისი მონაკვეთის გამოთვლილი სიგრძე კმ-ით, AB მდინარისა სათავისა და შესართავის ან მისი მონაკვეთის ბოლოების შემაერთებული ხაზის სიგრძე. თითოეული

მონაკვეთისათვის განსაზღვრულ k კოეფიციენტებს შევკრიბავთ და განვსაზღვრავთ „ k “ - საშუალოს. მიღებულ „ k “-ს გავამრავლებთ ჩვენს მიერ მიღებულ L კლაკნილი ხაზის მთლიან სიგრძეზე, მიღებულ სიდიდეს გადავიყვანთ მოცემული რუკის მასშტაბში და მივიღებთ მდინარის რეალურ სიგრძეს.

ცხრილი 1.

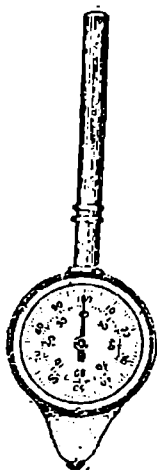
ნიმუშების ნომრები	დაკლაკნილობის კოეფიციენტი
I	1,00
II	1,01
III	1,02
IV	1,03
V	1,04
VI	1,07
VII	1,11
VIII	1,21
IX	1,25

შოკალსკის მეთოდის უარყოფითი მხარე ისაა, რომ მდინარეთა დაკლაკნილობის ტიპის შერჩევაში დაშვებულია სუბიექტურობა, გარდა ამისა გაზომვის შედეგად ვღებულობთ მდინარის სიგრძეს რუკაზე (ჰორიზონტალურ პროექციაში) და არა დედამიწის ზედაპირზე (ქანობზე).

ბ) ნაკლები სიზუსტით დაკლაკნილი ხაზის სიგრძის განსაზღვრა შეგვიძლია ასევე სპეციალური ხელსაწყო - კ უ რ ვ ი მ ე ტ რ ი ს გამოყენებით. ამ ხელსაწყოს ძირითად ნაწილს წარმოადგენს პატარა ბორბალი, რომელიც დაკავშირებულია ისართან კბილანა გადამცემების სისტემით. ხაზის სიგრძის გაზომვისათვის კურვიმეტრის ბორბალს გააგორებენ გასაზომი ხაზის კვალზე, ისარი კი გვიჩვენებს ბორბლის მიერ გავლილი სანტიმეტრების რაოდენობას, მიღებული

სიდიდე გადაგვყავს რუკის მასშტაბში.

გ) კიდევ უფრო მარტივი, მაგრამ საკმაოდ დაბალი სიზუსტით შეიძლება კლაკნილი ხაზის ძაფით გაზომვა.



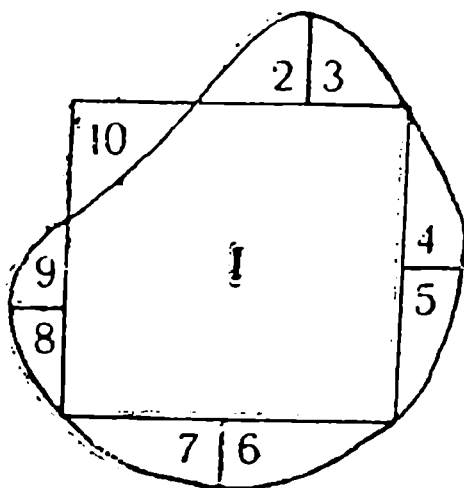
ნაბაზი №6 კურვიმეტრი

ფართობის გაზომვა

რუკებზე ფართობის გაზომვის რამოდენიმე ხერხი არსებობს:

ა) გეომეტრიული ხერხი. ამ ამოცანის გადაწყვეტა ასე შეიძლება. ვთქვათ გვსურს 1: 100 000 - მასშტაბიან რუკაზე ტბის ფართობის განსაზღვრა კვ. კილომეტრობით.

ვცდილობთ ტბის მოხაზულობაში ჩაწერილი იყოს ისეთი გეომეტრიული ფიგურები, რომელთა ფართობის გამოთვლა იოლია (კვადრატი, სწორკუთხედი, სამკუთხედი და ა.შ.). ჩვენს შემთხვევაში გვაქვს ერთი კვადრატი და ცხრა სამკუთხედი.



ნახაზი №7

ტბის ფართობის გამოთვლისათვის უნდა გავზომოთ რუკაზე ფიგურების გვერდების სიგრძეები, გამოვითვალოთ ცალკეული ფიგურების ფართობები და შემდეგ შევაჯამოთ ისინი. როგორც ნახაზიდან ჩანს მე-10 ფიგურის ფართობი უნდა გამოაკლდეს საერთო ჯამს, ხოლო დანარჩენი ფართობები შეიკრიბება.

რუკაზე გაზომვის შედეგები უნდა შევიტანოთ ცხრილში (ცხ.2) და მოვახდინოთ გამოთვლა 1:100 000 მასშტაბში 1კვ.სმ = 1კვ.კმ, ამიტომ ტბის ფართობი: $p=5,46$ კვ.კმ

ფიგურა	a სმ	h სმ	P კვ.სმ.	
1	2,00	2,00	4,00	P= a.h
2	0,70	0,80	0,280	P= $\frac{a * h}{2}$
3	0,65	0,80	0,260	
4	0,11	0,42	0,231	
5	0,82	0,42	0,172	
6	0,65	0,35	0,114	
7	0,85	0,35	0,149	
8	0,60	0,40	0,120	
9	0,68	0,40	0,136	
10	0,65	0,70	-0,228	
			5,690	
			-0,228	
			$\sum p = 5,462$	

ბ) პ ა ლ ე თ ი ს ხ ე რ ხ ი. რუკებზე და გეგმებზე ფართობის უფრო ზუსტი გაზომვისათვის შეიძლება გამოყენებულ იყოს პალეთის ხერხი

პალეთი წარმოადგენს ცელულოიდის ან სხვა რაიმე გამჭირვალე მასალის თხელ ფირფიტას, რომელზედაც წინასწარ დატანილია კვადრატების ბადე. უფრო ხშირად ბადის გვერდების ზომა 2 მმ-ია. ასეთი პალეთის დამზადება იოლია და ყველას შეუძლია.

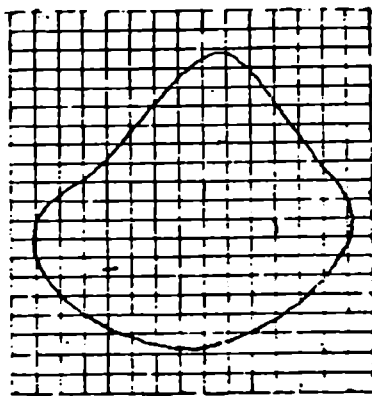
გაზომვის დაწყებამდე დადგენილ უნდა იყოს პალეთის ერთი უჯრის საფასური ფართობის ზომის რომელიმე ერთეულში (კვ.მ; კვ.კმ; ჰექტარი და ა.შ.)

თუ ვიცით პალეთის ერთი კვადრატის გვერდის სიდიდე და რუკის მასშტაბი, პალეთის დანაყოფის საფასურის განსაზღვრა იო-

ლია.

მაგ. თუ გვინდა ტბის ფართობის განსაზღვრა პალეთით, ვიქცევით ასე:

პალეთს ზემოდან დავადებთ ტბის გამოსახულებას და შემოვხაზავთ ტბის კონტურს. შემდეგ დავთვლით მთლიანი უჯრების რაოდენობას პლუს ნარჩენი უჯრების ჯამი, მიყვანილი მთლიან უჯრებამდე. მიღებული უჯრების რიცხვს კი ვამრავლებთ პალეთის დანაყოფის საფასურზე და შედეგს გადავიყვანთ რუკის მასშტაბში.



ნახაზი №8

გ) ფართობის გაზომვის მექანიკური ხერხი. პოლარული პლანიმეტრი.

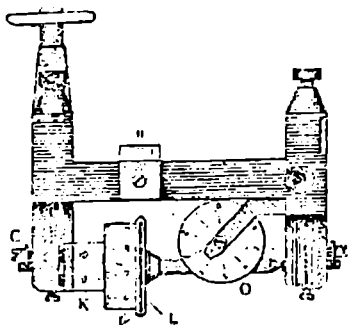
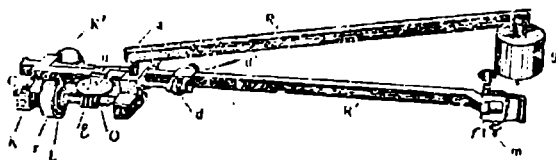
პოლარული პლანიმეტრი შედგება სამი ძირითადი ნაწილისაგან: საპოლუსო R_1 ბერკეტისაგან, შემოსავლები R_1 ბერკეტისაგან და აღმრიცხველი მექანიზმისაგან. საპოლუსო ბერკეტზე მოთავსებულია ცილინდრისებური სიმძიმე, რომელიც საჭიროა პლანიმეტრის მდგრადობისათვის მუშაობის პროცესში. მოძრავ ბერკეტზე კი მოთავსებულია ამთვლელი მექანიზმი. ამთვლელ მექანიზმზე აღებული სრული ანათვალი შედგება 4 ციფრისაგან. პირველი ციფრი აიღება დისკოზე და ჩაიწერება უმცირესი რიცხვი, მაგ. თუ ისარი მო-

თავსებული იქნება „4“ და „5“, შორის ჩაიწერება პირველი ციფრი „4“. მეორე და მესამე ციფრი აიღება ბორბალზე - მისი ნულიდან ვერნიერის ნულამდე, ხოლო მეოთხე ციფრი აიღება ვერნიერზე. მაგ. სრული ანათვალის დაიწერება ასე: 5437, 4267 და ა.შ.

პლანიმეტრით ფართობს ანგარიშობენ შემდეგი ფორმულით: $S=C(n_2-n_1)$ სადაც S -გამოსაანგარიშებელი ფართობია, C - პლანიმეტრის საფასური, ხოლო n_2, n_1 ანათვლები პლანიმეტრზე.

ყველა სრულყოფილ პლანიმეტრს ახლავს თავისი საფსური „ C “, თუმცა მისი გამოთვლა მარტივი წესითაც არის შესაძლებელი. ამისათვის ქალაქდზე შემოვხაზავთ რომელიმე გეომეტრიულ ფიგურას, მაგ. კვადრატს, რომლის ფართობი უდრის გარკვეულ სიდიდეს, მაგ. 100 კვ.სანტიმეტრს. შემდეგ პლანიმეტრს შემოვატარებთ ამ ფიგურაზე და მივიღებთ n საშ-ს. „ C “ საფასურის განსაზღვრისათვის

100 უნდა გავყოთ ანათვალთა სხვაობა n -ზე ე.ი. $C = \frac{S}{n \text{ საშ.}}$



ნახაზი №9. პლანიმეტრი

ზოგადი ცნებები რელიეფზე. რელიეფის გამოსახვა ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე

რელიეფის სახელწოდებით აღინიშნება ხმელეთის ზედაპირისა და ოკეანეთა ფსკერის უსწორმასწორობათა ერთობლიობა ანუ ლითოსფეროს ზედაპირის შემადგენელი მაღლობებისა და დაბლობების, მთებისა და ხეობების, ვაკეებისა და სხვათა თავისთავადობა ან მათი კრებადობა.

რელიეფის წარმოქმნის მიზეზებია, ის პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობდა დედამიწაზე მრავალი მილიონი წლის მანძილზე და მიმდინარეობს ამჟამადაც, ენდოგენური და ეგზოგენური ძალების ზემოქმედებით.

ენდოგენური პროცესები მიმდინარეობდა და მიმდინარეობს დედამიწის სიღრმეში და მისი მიზეზია ქერქის დეფორმირება-დადებითი და უარყოფითი მოძრაობა, ე.ი. აზეცება და დაძირვა. აგრეთვე დანაოჭება, ნაპრალეების გაჩენა და სხვა. აღნიშნული პროცესები შეიძლება სხვადასხვა ინტენსიურობით მიმდინარეობდეს და ჰქონდეს მიწისძვრებისა და ვულკანური მოქმედების სახე. ამ პროცესების ძირითადი გამომწვევი მიზეზებია დედამიწის სიღრმეში არსებული მაღალი წნევა და ტემპერატურა.

ეგზოგენური პროცესები გამოწვეულია მზის სითბური ენერგიით და გამოვლინდება მდინარეების, ზღვების, ოკეანეების და სხვა ფაქტორების მოქმედებით, როგორებიცაა: ქარი, წვიმა, ყინვა, ტემპერატურული ცვალებადობა და ა.შ.

ეს ფაქტორები იწვევს ქანების დაშლას, გადარეცხვას და გადატანას ერთი ადგილიდან მეორეზე. თუ რელიეფი წარმოქმნილია ქანების დაშლითა და გადარეცხვით, მაშინ ის იქნება დენუდაციური ხასიათის რელიეფი. ქანების გადარეცხვა შეიძლება მოხდეს მდინარეების, ნიაღვრების, ზღვის მოქმედებით. პირველ შემთხვევაში დენუდაციური რელიეფი იქნება ეროზიული ხასიათის ხოლო მეორე შემთხვევაში - აბრაზიული ხასიათის. დაშლილი ქანების გადატანით

და დაგროვებით კი მიიღება აკუმულაციური რელიეფი.

მიუხედავად იმისა, რომ დედამიწის რელიეფის სახე და მოყვანილობა მეტად რთული და მრავალფეროვანია, მაინც შეგვიძლია განვიხილოთ იგი, როგორც მარტივი ფორმებისაგან შემდგარი ზედაპირი. ასე ფორმებს ეკუთვნის: გორაკი, ქვაბული, ქედი, ხევი და უღელტეხილი.

განვიხილოთ აღნიშნული ფორმები:

1. გორაკი წარმოადგენს გუმბათისებურად ამოზრცულ მაღლობს, რომელზედაც ვამჩნევთ მწვერვალს, კალთებს და ძირს. გორაკის მწვერვალი საერთოდ მომრგვალებულია, თუმცა შეიძლება იყოს წვეტიანიც. პატარა გორაკს ბორცვი ეწოდება.

2. ქვაბული ანუ ტაფობი წარმოადგენს ჩავარდნილ (ჩაზნექილ) ზედაპირს, სადაც გუბდება წყალი. ქვაბულს შეიძლება ჰქონდეს მკვეთრად გამოსახული ჩაზნექილი ზედაპირი ან დიდად გაშლილი ვაკე ზედაპირის სახე.

3. ქედი წარმოადგენს სიგრძეზე გაჭიმულ ამოზნექილ რელიეფის ფორმას, ზედაპირს, რომელიც ხასიათდება წყალგამყოფი ხაზით. ქედის უმაღლეს ადგილს შეიძლება ჰქონდეს როგორც დავაკებული ზედაპირის სახე, ისე მკვეთრად გამოსახული წაწვეტიებული ზედაპირის სახე. ქედის კალთები შეიძლება იყოს ციცაბო ან დამრეცი.

4. ხევი წარმოადგენს სიგრძეზე გაჭიმულ ჩაზნექილ ზედაპირს, რომელიც ერთი მიმართულებით დახრილია. პატარა ხევს დელე ეწოდება, ხოლო მაღალ მთებს შორის მოქცეულ ღრმა ხევს ხეობა ეწოდება (ბორჯომის ხეობა, დარიალის ხეობა და ა.შ.) თუ ხევის კალთები დასერილია ნიაღვრებით მას ხრამი ანუ ღრანტე ეწოდება.

5. უღელტეხილი ანუ გადასასვლელი წარმოადგენს ქედზე ჩაზნექილ ადგილს, სადაც შედარებით ადვილია ქედის მეორე მხარეზე გადასვლა (სურამის უღელტეხილი, მამისონის უღელტეხილი და სხვა). უღელტეხილებიდან ორი მოპირდაპირე მიმართულებით ადგილი მაღლდება და ორით დაბლდება. პატარა და და-

ბალ მთებს შორის მოქცეულ უღელტეხილს უნაგირა ეწოდება.

ყოველი მარტივი ან რთული რელიეფი შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც სხვადასხვა კომბინაცია ზემოთ განხილული ელემენტებისა.

ისეთ ვაკეს, რომლის სიმაღლე ზღვის დონიდან არ აღემატება 200 მეტრს დაბლობი ეწოდება (კოლხეთის დაბლობი), ხოლო ვაკეს, რომლის სიმაღლე აღემატება 200 მეტრს (500 მეტრამდე) მაღლობი ეწოდება, 500 მეტრს ზემოთ ვაკეებს, რომლებიც ბორცვიანი ზედაპირით ხასიათდებიან -ზეგანი ეწოდებთ (ჯავახეთის ზეგანი).

თუ ვაკე რემდენიმე ან ყოველი მხრიდან შემოფარგლულია მთებით, მას ბარი ეწოდება. ბარი შეიძლება იყოს დიდ სივრცეზე გაშლილი ან იყოს მეტად პატარა. ასეთი ბარები ბევრია მთაგორიან ადგილებში (ხევსურეთში, სვანეთში და სხვაგან).

ბუნებაში ასევე არის მცენარეებით დაფარული ისეთი მოვაკებული ადგილები, რომლებიც დიდ სივრცეზეა გაშლილი (სიგრძით და სიგანით) და შეუმჩნევლადაა დახრილი წყალშემკრები ხაზისაკენ. ასეთ ადგილს ველი ეწოდება (ალაზნის ველი, ქართლის ველი) და სხვა.

რელიეფის გამოსახვა იზოჰიფსებით ანუ ჰორიზონტალებით

ტოპოგრაფიულ რუკებზე რელიეფის იზოჰიფსებით გამოსახვა სრულყოფილ და დაწერილებით წარმოდგენას იძლევა დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწოროებებზე, მათ ფორმებსა და ურთიერთმდებარეობაზე, ამაღლებებზე და ადგილის წერტილების აბსოლუტურ სიმაღლეებზე, ფერდობების დახრილობაზე, სიგრძეზე და ა.შ.

ტოპორუკებზე რელიეფის გამოსახვისათვის წარმოვიდგნოთ, რომ დედამიწის ამოზურცული ზედაპირი გაკვეთილია თარაზული სიბრყტეებით. აღნიშნული სიბრტყეები დედამიწის ზედაპირზე წარმოშობენ მრუდ ხაზებს, რომლებსაც იზოჰიფსები ანუ ჰო

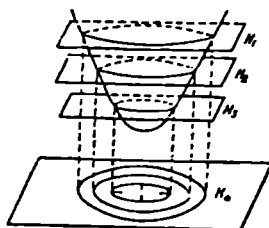
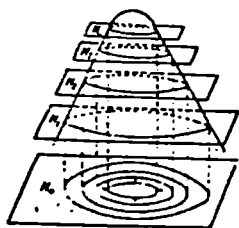
რიზონტალეზი ეწოდებათ.

იზოჰიფსებზე მდებარე წერტილებს აქვთ ტოლი სიმაღლეები; ამიტომ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ იზოჰიფსები არის ხაზები, რომელებიც ერთნაირი სიმაღლის მქონე წერტილებს აერთებს. თარაზულ სიბრტყეებს შორის ვერტიკალურ მანძილებს ღებულობენ ტოლებს. ამ მანძილს კვეთ-სიმაღლე ეწოდება. კვეთ-სიმაღლე დამოკიდებულია გეგმის მასშტაბზე და რელიეფზე. თუ გეგმის მასშტაბი მცირეა და რელიეფი რთული, კვეთ-სიმაღლეებს ღებულობენ უფრო მეტს, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როდესაც მასშტაბი მსხვილია და რელიეფი მარტივი. ჩვეულებრივ კვეთ-სიმაღლეს ღებულობენ 1-დან 10 მეტრამდე.

იზოჰიფსების საშუალებით გამოვსახოთ ზემოთგანხილული რელიეფის ფორმები.

1. გორაკი. თუ თანატოლი ვერტიკალური მანძილებით დაშორებული ჰორიზონტალური H_1, H_2, H_3 , სიბრტყეებით გადაკვეთთ გორაკის ზედაპირს (ნახ.10), ამ უკანასკნელზე მივიღებთ შეკრულ მრუდ ხაზებს, რომლებიც წარმოადგენს იზოჰიფსებს. ამ ხაზების პროექციაც თარაზულ H სიბრტყეზე იქნება შეკრული მრუდე ხაზები. დაქანების მიმართულებას აღწნავენ შტრიხებით (ბერგ-შტრიხებით). გორაკის შემთხვევაში შტრიხები მიმართული იქნება მწვერვალიდან გარეთ.

2. ქვაბული. თუ ქვაბულის ზედაპირს გაკვეთთ თარაზული $H_1, H_2, \dots, H_3$ სიბრტყეებით (ნახ.11), მაშინ ქვაბულის ზედაპირზე მივიღებთ იზოჰიფსებს, რომლებსაც ასევე შეკრული მრუდების სახე ექნებათ, როგორც გორაკის შემთხვევაში, თუმცა ამ შემთხვევაში შტრიხები მიმართული იქნება შიგ ქვაბულისაკენ. გარდა ამისა, ჩვეულებრივ, იზოჰიფსებზე წარწერილია მათი სიმაღლეები, რომელთა მიხედვით ადვილად შეიძლება ქვაბულის გარჩევა გორაკისაგან.



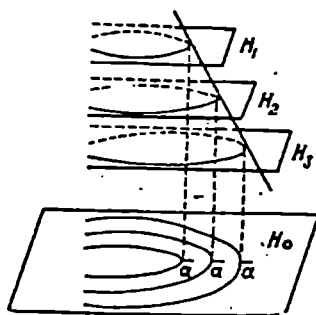
ნახაზი №10

ნახაზი №11

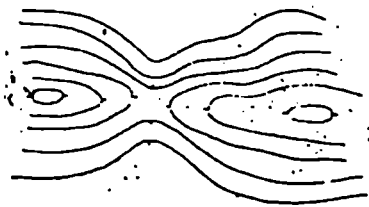
3. ქედი. თუ ქედის ზედაპირს ჰკვეთს თარაზული H_1, H_2, H_3 , სიბრტყეები (ნახ.12), ამ ზედაპირზე მიღებული იზოჰიფსები და მათი პროექციები იქნება გაშლილი მრუდე ხაზები. შტრიხები, რომელშიც გამოსახავენ დაქანების მიმართულებას, მიმართული იქნებიან იზოჰიფსების ამოზნექილობის მხარეს, ე.ი გარეთ.

4. ხევი. ხევის გამოსახულება იგივეა, რაც ქედის, მხოლოდ ამ შემთხვევაში შტრიხები მიმართულია იზოჰიფსების ჩაზნექილობის მხარეს. ე.ი. შიგნით (ნახ.13).

5. უღელტეხილი. როგორც აღვნიშნეთ უღელტეხილი წარმოადგენს ჩაზნექილ ადგილს ქედზე. ე.ი. ისეთ ადგილს, საიდანაც ორი მიმართულებით მაღლდება ადგილი და ორი მიმართულებით კი დაბლდება. მაშასადამე, უღელტეხილი გამოისახება იზოჰიფსებით (ნახ.13), როგორც კომბინაცია ორი მოპირდაპირე ქედისა და ორი მოპირდაპირე ხევისა (შტრიხები უკეთდება შესაბამისად).



ნახაზი №12

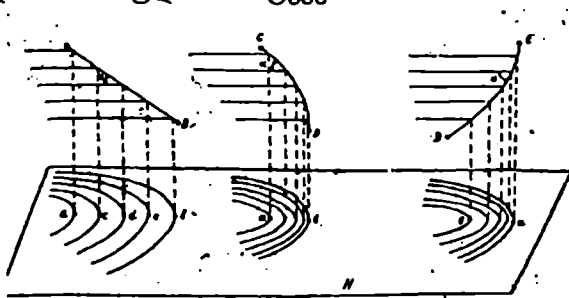


ნახაზი №13

მასშტაბი	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000
კვეთ სი- მაღლე	2,5 მ	5 მ	10 მ	20 მ	40 მ

დახრის კუთხის და ქანობის განსაზღვრა იზოჰიფსების საშუალებით

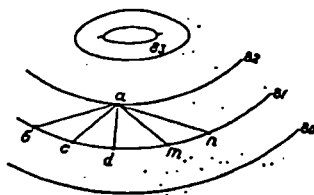
წარმოვიდგინოთ დედამიწის ზედაპირი გაკვეთილი ჰორიზონტალური სიბრტყეებით. მივიღებთ ჭრილს ან პროფილის ხაზს, რომელსაც ექნება ან სწორი AB ხაზის (ნახაზ#14), ან ამოზნექილი CD ხაზის, ან კიდევ ჩაზნექილი DE ხაზის სახე. დავუშვათ, რომ აღნიშნული ფერდობები გაკვეთილია ერთმანეთისაგან ტოლი მანძილებით დაშორებული თარაზული სიბრტყეებით.



ნახაზი №14

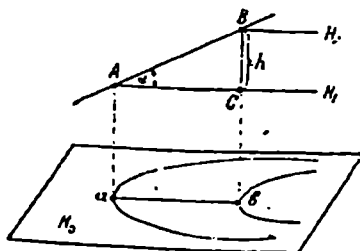
როგორც ნახაზიდან ჩანს, თუ ფერდობი წარმოადგენს AB სწორ ხაზს, მაშინ იზოჰიფსებს შორის მანძილები (თარაზულ სიბრტყეზე) ურთიერთტოლებია, ე.ი. $ac=cd=de....$ თუკი ფერდობის ხაზი ამოზნე-ქილი (CD) ან ჩაზნექილია (DE), მაშინ იზოჰიფსებს შორის მანძილები სხვადასხვაა. რაც უფრო დიდია დახრის კუთხე α , მით უფრო ნაკლებია იზოჰიფსებს შორის მანძილი. იზოჰიფსებს შორის აღნიშნულ მანძილებს ქვედებულები ეწოდება.

იზოჰიფსების რომელიმე a წერტილიდან გავატაროთ ad ქვედებული, რომელიც მართობია (დაახლოებით) ორი მოსაზღვრე იზოჰიფსის, მაგ. 81 და 82-ის (ნახ.15). როგორც ჩანს, ადგილის დახრილობა ამ ქვედებულის მიმართულებით იქნება უფრო მეტი, ვიდრე სხვა ac , ab , am ქვედებულის მიმართულებით.



ნახაზი №15

ვინაიდან ad ქვედებული დანარჩენ ქვედებულებზე მოკლეა, ამ უმოკლეს ad ქვედებულს ვარდნილობის ხაზი ეწოდება.



ნახაზი №16

ვნახოთ, როგორ განისაზღვრება ფერდობის დახრის კუთხე. ამისათვის ვთქვათ, რომ მოცემული გვაქვს AB დახრილი ფერდობი (ნახ #16) და გვინდა მისი დახრის კუთხე α -ს განსაზღვრა. აღნიშნული ფერდობი გავკვეთოთ H_1 და H_2 სიბრტყეებით. მაშინ თარაზულ H_0 სიბრტყეზე მივიღებთ მრუდებს, რომლებიც წარმოადგენს იზოჰიფსებს. კვეთ-სიმაღლე აღვნიშნოთ h ასოთი.

სწორკუთხა ABC სამკუთხედიდან ჩანს, რომ AC კათეტი ან მისი ტოლი ქვედებული ab უდრის:

$$ab=AC=h \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

ამ ფორმულის საშუალებით შეიძლება განვსაზღვროთ დახრის კუთხე α , გეგმაზე მოცემული ქვედებულისა და კვეთ-სიმაღლის მიხედვით. ამისთვის ადგენენ ე.წ. ქვედებულის ცხრილს. დავუშვათ, რომ $h=1$ მეტს, მაშინ $ab=\operatorname{ctg} \alpha$.

ქვედებულების ცხრილი

დახრის კუთხე α	1°	2°	3°	4°	5°	10°	20°	25°	30°	35°	40°	41°	45°
ქვედე- ბული $ab=\operatorname{ctg} \alpha$.	25,3	28,7	19,1	14,3	11,5	5,7	3,8	2,8	2,2	1,8	2,5	1,2	1,0

საინჟინრო საქმეში დახრის კუთხის ნაცვლად მიღებულია ხაზის ქანობი, რომელიც წარმოადგენს სიმაღლეთა სხვაობა h -ის შეფარდებას ხაზის გეგმილთან. ანუ AB ხაზის (ნახ.#16) ქანობი i იქნება

$$i = \frac{h}{AC} = \frac{h}{ab}$$

ეს ფარდობა წარმოადგენს α დახრის კუთხის ტანგენსს.

საინჟინრო საქმეში ქანობი i გამოისახება ათწილადის სახით, მაგ. 0,01; 0,02; 0,03; 0,04 და ა.შ. რკინიგზებზე მიღებულია ქანობები 0,001; 0,002; 0,003; 0,004 და ა.შ.

მიღებული ფორმულის საშუალებით შეგვიძია განსაზღვროთ ქანობი, გეგმიდან აღებული ქვედებულის და კვეთ-სიმაღლის მიხედვით.

ამისათვის ფორმულაში შემავალი კვეთ-სიმაღლე გავუტოლოთ 1 მეტრს, მაშინ ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$i=ab$$

ამ ფორმულაში შემავალ ტანგენსს ანუ ხაზის ქანობ i -ს აძლევენ სხვადასხვა მნიშვნელობებს, მაგ. 0,001-დან 0,01 -მდე და გამოთვლიან მათ შესაბამის ab ქვედებულებს, მაგ. თუ ქანობი $i=0,002$, მაშინ ქვედებული ab იქნება:

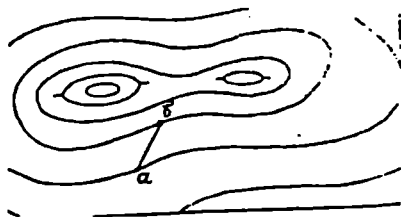
ქვედებული გამოისახება მეტრებში, ვინაიდან კვეთ-სიმაღლე h ავიღოთ 1 მეტრის ტოლი.

ქვემოთ მოყვანილია ამგვარად შედგენილი ცხრილი:

ქანობები $i=\text{tg}\alpha$	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,009	0,01
ქვედებული ab	1000	500	333	250	200	167	143	125	111	100

ქვედებული გამოისახება მეტრებით, ვინაიდან კვეთ-სიმაღლე ავიღეთ h 1 მეტრი. თუ კვეთ-სიმაღლე h არ უდრის 1 მეტრს, მაშინ მოცემულ ცხრილში მოყვანილი ქვედებულები უნდა გავამრავლოთ h -ის მნიშვნელობებზე.

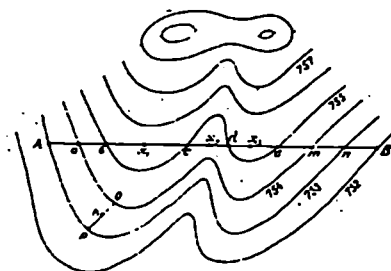
ვთქვათ, იზოჰიფსებიან გეგმაზე დანიშნულია ab ხაზი და საჭიროა ამ ხაზის ქანობის განსაზღვრა. დავუშვათ, რომ კვეთ სიმაღლე $h = 1$ მეტრს. ქანობის განსაზღვრის მიზნით, გეგმის მასშტაბის მიხედვით ვგებულობთ ab ხაზის სიგრძეს და ამ სიგრძის შესაბამის ქანობს ვპოულობთ ცხრილში. მაგ. თუ ab ხაზის სიგრძე, გამოსახული მასშტაბით, უდრის 250 მეტრს, მაშინ ამ ხაზის ქანობი, როგორც მოცემული ცხრილიდან ჩანს, იქნება ტოლი 0,004 -ისა. თუ ხაზის სიგრძე არ არის მოცემულ ცხრილში მოყვანილი (მაგ. 220 მ), მაშინ მის შესაბამის ქანობს ვპოულობთ ინტერპოლაციის , (პროპორციის) წესით.



ნახაზი №17.

პროფილის აგება

პროფილი ეწოდება დედამიწის ზედაპირის ვერტიკალურ კრილს. ვთქვათ, საჭიროა იზოჰისებიან გეგმაზე დანიშნული AB მიმართულებით (ნახ#18) პროფილის აგება ქაღალდზე.

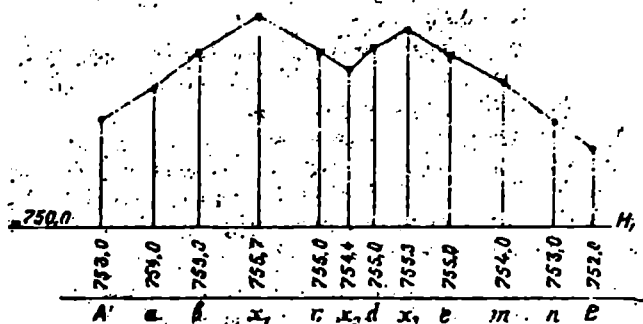


ნახაზი №18.

ამისთვის ქაღალდზე გავატარებთ სწორ ხაზს (ნახ#19), რომელზედაც ფარგლით გადავიტანთ გეგმის Aa, ab, ... nB მონაკვეთებს, ე.ი ქვედებულებს. შემდეგ ამ წერტილებიდან გავატერებთ ხაზებს AB მიმართულების მართობად და ამ მართობ ხაზებზე, მოცემული მასშტაბის მიხედვით, გადავზომავთ აღნიშნულ A₁, a, b, ..., B წერტილების სიმაღლეებს, აღებული გეგმიდან (ნახ.#18) იზოჰისების მიხედვით. მართობების ბოლო წერტილების შეერთებით, მივიღებთ ადგი-

ლის პროფილს AB ხაზის მიმართულებით.

იმ მიზნით, რომ პროფილის გამოსახულება მკვეთრი და თვალსაჩინო იყოს, ხმარობენ 2 მასშტაბს. ერთს უფრო მცირეს-ქვედებულებისათვის და მეორეს-ვერტიკალური მანძილებისათვის (ნიშნულებისათვის). ჩვეულებრივ, ვერტიკალურ მასშტაბს ღებულობენ ათჯერ მსხვილს, ვიდრე ჰორიზონტალურს.

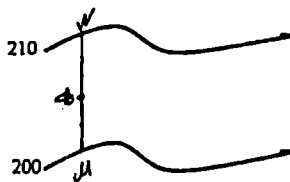


ნახაზი №19

წერტილების სიმაღლეების განსაზღვრა

იზოჰიფსებიან რუკაზე წერტილის მდებარეობის ორგვარი შემთხვევა შეიძლება იყოს. სახელდობრ: 1) წერტილი მდებარეობს იზოჰიფსზე: ამ შემთხვევაში საკმარისია იზოჰიფსის სიმაღლის გაგება და ეს უკანასკნელი იქნება წერტილის სიმაღლეც. 2) წერტილი მდებარეობს რომელიმე ორ იზოჰიფს შორის, ამ შემთხვევაში წერტილის სიმაღლის გამორკვევა ასე წარმოებს:

A წერტილი მდებარეობს (ნახ.#20) ორ იზოჰიფს შორის, რომელთა აბსოლუტური სიმაღლეებია 200 და 210 მეტრი.



ნახაზი №20

A წერტილის სიმაღლე 200 მ-ზე მეტია და 210 -ზე ნაკლები, გავიგოთ, თუ რამდენი მეტრით მაღლა (x) მდებარეობს A წერტილი 200 მ-ზე. რომ დავადგინოთ A წერტილის სიმაღლე, ამისათვის A წერტილში უნდა გავატაროთ უდიდესი ვარდნილობის (უმოკლესი მანძილი ორ იზოჰიფსს შორის) MN ხაზზე. ვწერთ პროპორციას:

$$\frac{x}{10} = \frac{MA}{MN}; \quad x = 10 \frac{MA}{MN}$$

MA და MN იზომება ფარგლით, მაგ. MA=2მმ, ხოლო MN=8მმ, აქედან $X=2,5$ მეტრს, მაშასადამე A წერტილის სიმაღლე იქნება $200+2,5=202,5$ მ.

გაზომვები და მათი კლასიფიკაცია გეოდეზიის ამოცანები, ხაზების გაზომვა ადგილზე

გასაზომი სიდიდის შედარებას სხვა, გაზომვის ერთეულად (ეტალონად) მიღებულ სიდიდესთან გაზომვა ეწოდება.

გაზომვები გეოდეზიური სამუშაოების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილია. დედამიწის ფიგურისა და ზომების დაზუსტება, საგეგმო და სიმაღლური ქსელების შექმნა უზუსტეს გეოდეზიურ გაზომვებსა და მათი შედეგების დამუშავების მეთოდების დახვეწასა და წარმოებაში დანერგვას მოითხოვს. ტოპო--გეოდეზიური სამუშაოები მოიცავს ჰორიზონტალური და ვერტიკალური

ლური კუთხეების, მანძილებისა და სხვა სიდიდეების განსაზღვრას. გაზომვები ტარდება, როგორც სავსე ისე კამერალურ პირობებში.

ტოპო-გეოდეზიურ პრაქტიკაში გამოყენებული ყველა ფიზიკური სიდიდეები იყოფა გაზომილ და გამოანგარიშებულ სიდიდეებად. განასხვავებენ პირდაპირ, ირიბ და დისტანციურ გაზომვებს.

პირდაპირი გაზომვები უმარტივესია და უძველესი დროიდან იღებს სათავეს. მაგ. გაზომვები მიწის საზომი ბაფთით, ფოლადის ხვეულით ან სხვა ხელსაწყოთი, რომელთა უშუალო შედარება გასაზომ სიდიდესთან აუცილებელია.

ირიბი გაზომვების დროს გამოიყენება საძებნ და უშუალოდ გასაზომ, დამხმარე სიდიდეს შორის ზოგიერთი მათემატიკური დამოკიდებულება. მაგალითად, სამკუთხედის ამოხსნა სინუსების თეორემის საფუძველზე, ერთი გაზომილი გვერდისა და ორი კუთხის დახმარებით.

დისტანციური გაზომვების დროს გასაზომი სიდიდის განსაზღვრა ხდება რიგი ფიზიკური პროცესებისა და მოვლენების საფუძველზე თანამედროვე ტექნიკური საშუალებების (შუქმანძილზომები, ფოტოთეოდოლიტები, ელექტრონული ტაქომეტრი და სხვა) გამოყენებით.

გაზომვის ხელსაწყოები სამ ჯგუფად იყოფა: 1) მაღალი სიზუსტის (პრეზიციული) 2) ზუსტი და 3) ტექნიკური. ჩატარებული გაზომვების სიზუსტეზე გავლენას ახდენენ მთელი რიგი ფაქტორები და პირობები: ტექნიკური საშუალებები (ხელსაწყოების კლასი), გაზომვის ობიექტი, გაზომვის ერთეულები. სამუშაოთა წარმოების ტექნოლოგია და მეთოდები, გარემო პირობების მდგომარეობა, სამუშაოს მწარმოებელთა გამოცდილება, გაზომვების რაოდენობა და სხვა.

ადგილზე ხაზების სიგრძეების გაზომვა

ტოპო-გეოდეზიური გაზომვების უშუალო ობიექტებია: მანძილები-დახრილი, ჰორიზონტალური და მართობული (მანძილები რელიეფის წერტილების სიმაღლეებს შორის).

კ უ თ ხ ე ზ ი - ჰორიზონტალური და ვერტიკალური. ამ გაზომვების შესრულებისას გამოიყენება სხვადასხვა სახის გეოდეზიური ხელსაწყოები და სისტემები, რომელთა შერჩევას გაზომვის შედეგების სიზუსტე და ადგილმდებარეობის პირობები განაპირობებს.

გასაზომი ხაზის შედარების პროცესს სხვა, რომელიმე ეტალონურ სიდიდესთან ხაზის სიგრძის გაზომვა ეწოდება. გაზომვის ხერხის შერჩევა დამოკიდებულია გამოყენებულ ხელსაწყოზე, გაზომვის სიზუსტის მოთხოვნაზე და ადგილმდებარეობის პირობებზე.

ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების ჩატარებისას ხაზოვანი გაზომვების შესრულების წინ აუცილებელია სწორი ხაზების მდებარეობის დადგენა, მათი ადგილზე შემდგომი დანიშვნით და დამაგრებით. წერტილები ადგილზე ინიშნება დროებით სარებით, პალოებით და სხვა.

ამ პროცესს დასარვა ეწოდება. დასარვისას გამოიყენება ხის ან მეტალის 2 მ.სიგრძისა და 3,5-4,0 სმ დიამეტრის სარები მეტალის ბოლოთი, რომელიც შეღებილია 20-20 სმ-ის ტოლი წითელი და თეთრი ფერის ზოლებად. ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების შესრულებისას ფართოდ გამოიყენება მიწის საზომი ბათფები და ფოლადის ხვეულები. მიწის საზომი ბათფების სიგრძე 20, 25 და 50 მეტრს შეადგენს.

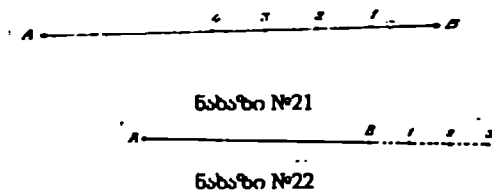
მნიშვნელოვანი წერტილები, როგორიცაა ტრიანგულაციის ან პოლიგონომეტრიის წერტილები, სიმაღლის მაჩვენებელი წერტილები (რეპერები) და სხვა, რომლებსაც საერთოდ ეყრდნობა ადგილის აგეგმვა, საჭიროა იყოს ადგილზე მუდმივად, რის გამოც აღნიშნულ წერტილებს საფუძვლიანად ამაგრებენ ხის, ქვის, რკინის ან ბეტონის ბოძებით, რკინის მილებით და სხვა მუდმივი ნიშნებით, რათა და-

საყრდენი წერტილი შორიდან გამოჩნდეს. წერტილზე ამაგრებენ ხის ან რკინის სპეციალურ სიგნალებს (ანძებს).

ხაზის სიგრძის გაზომვამდე საჭიროა (თუ ხაზი 100-150 მეტრზე გრძელია) ხაზის დასარვა, ე.ი ხაზის მიმართულებაზე დამატებითი წერტილების დანიშვნა სარებით. დასარვა ხდება როგორც თვალთ, ასევე გეოდეზიური ინსტრუმენტებითაც. გნვიხილთ თვალთ ხაზის დასარვის რამდენიმე შემთხვევა.

ხაზის დასარვა ხაზის ბოლო წერტილში დგამით.

ვთქვათ, A წერტილიდან მოჩანს B წერტილი და საჭიროა A წერტილიდან AB ხაზის (პრაქტიკულის წიგნიდან გვ.54) დასარვა (ნახ.21).



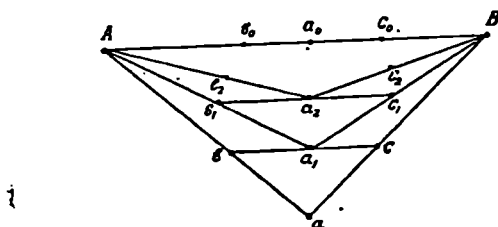
ამისათვის მომუშავე დგება A სარის უკან და უყურებს B სარს. მეორე მომუშავე B სარიდან მიდის A სარისაკენ და პირველი მომუშავის მითითებით ამაგრებს სარებს ისეთ 1-ელ, მე-2 და მე-3 და ა.შ. წერტილებში, რომლებიც აკმაყოფილებს შემდეგ პირობას: როდესაც A წერტილში მდგომი მომუშავე უყურებს B სარს, პირველი სარი უნდა ფარავდეს B სარს, მეორე სარი ფარავდეს პირველ სარს და მამასადამე, B სარსაც; 3 სარი ფარავდეს 2 სარს და, მამასადამე, პირველ და B სარებს, მეოთხე სარი ფარავდეს -3, -2, -1-ლ და B სარებს და ა.შ. ამ შემთხვევაში 1,2,3,4 ... სარები იქნება AB დამზერის სხივზე, ე.ი AB ხაზზე. ვაკე ადგილებზე პირველ, მეორე, მესამე და ... სარებს შორის მანძილს აიღებენ 50-80 მეტრამდე, უსწორმასწორო ზედაპირის შემთხვევაში 30-50 მეტრამდე.

არის შემთხვევა, როდესაც საჭიროა ადგილზე AB ხაზის (ნახ.22) გაგრძელება, ამისათვის სარით მომუშავე დგება ისეთ 1-ელ

წერტილში, რომ როდესაც 1-ლი წერტილიდან უყურებს B სარს, ამ B სარმა უნდა დაფაროს A სარი. შემდეგ სარით მომუშავე გადადის ისეთ მე-2 წერტილში, რომ როდესაც მე-2 წერტილიდან უყურებს 1-ელ სარს, ამ სარმა დაფაროს B სარი და მასასადამე, A სარიც. ამავე წესით AB ხაზის გაგრძელებაზე პოულობენ მე-3, მე-4 ... წერტილებს.

ვთქვათ, A წერტილიდან არ მოჩანს B წერტილი (ნახ. 23) რადგან ამ წერტილებს შორის მდებარეობს ამაღლებული ადგილი. ასეთ შემთხვევაში AB მიმართულების დასარგვას აწარმოებს არანაკლები სამი კაცისა. ერთი მათგანი დგება მაღლობის a წერტილზე, საიდანაც მოჩანს A და B წერტილები და მისი მითითებით მუშები სარებით დგებიან b და c წერტილებზე, რომლებიც მდებარეობს aA და aB მიმართულებებზე. შემდეგ მუშების მითითებით პირველი კაცი გადადის a_1 წერტილზე, რომელიც მდებარეობს bc მიმართულებაზე. a_1 წერტილიდან მომუშავე აყენებს მუშებს b_1 და c_1 წერტილებზე (a_1A და a_1B მიმართულებებზე) და თვითონ მუშების მითითებით გადადის a_2 წერტილზე, b_1c_1 მიმართულებაზე და ა.შ., სანამ არ მივიღებთ b_0 და c_0 წერტილებს, რომლებიც იქმნება AB მიმართულებაზე იმ შემთხვევაში, თუ ერთდროულად დაცულია შემდეგი სამი პირობა:

1. b_0 უნდა იყოს a_0A მიმართულებაზე
2. c_0 უნდა იყოს a_0B მიმართულებაზე
3. a_0 უნდა იყოს b_0c_0 მიმართულებაზე



ნახაზი №23

საზომი ხელსაწყოები და ხაზების გაზომვა

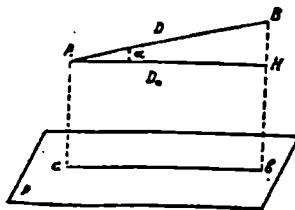
ადგილზე ხაზებს ზომავენ საზომი ხელსაწყოებით, როგორებიცაა ხვეული, ფოლადის ბაფთა, მავთულები და სხვადასხვა სახის მანძილზომები. ჩვეულებრივ, ფოლადის ბაფთის სიგრძე უდრის 20 მეტრს და იგი დაყოფილია მეტრებად და დეციმეტრებად. გაზომვის დროს ასევე საჭიროა რკინის ჩხირები. არსებობს ასევე ბაფთები სიგრძით 24, 30, 50 და 100 მ. ყველა სახელმწიფოში არის სათანადო დაწესებულება (მეტროლოგიის ინსტიტუტი), სადაც ამოწმებენ საზომ ხელსაწყოებს და აპარატებს.

ხაზების ჰორიზონტალური პროექციების (გეგმილების) განსაზღვრა.
ეკლიმეტრები

თუ ადგილზე მდებარე AB ხაზი ჰორიზონტის მიმართ დახრილია α კუთხით, მაშინ გეგმის შედგენისას საჭიროა გამოვთვალოთ ამ ხაზის ab პროექცია ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე. სწორკუთხოვან ABH სამკუთხედიდან კათეტი AH ან მისი ტოლი ab პროექცია (გეგმილი) უდრის:

$$ab=AH=AB \cdot \cos \alpha$$

გაზომილი AB ხაზი აღვნიშნოთ D ასოთი და მისი ჰორიზონტალური პროექცია D₀ ასოთი, მაშინ $D_0 = D \cdot \cos \alpha$



ნახაზი № 24

ჩვეულებრივ გამოთვლიან სხვაობას გაზომილი ხაზის სიგრძესა (D) და მის ჰორიზონტალურ (D_0) პროექციას შორის. ეს სხვაობა ანუ შესწორება ხაზის დახრილობის გამო, აღვნიშნოთ x ასოთი, ე.ი.

$$x = D - D_0$$

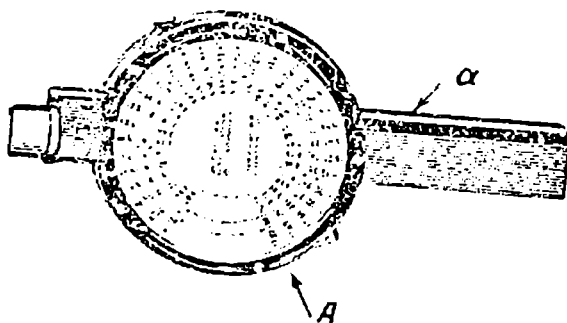
ამ ფორმულაში ჩავსვათ D_0 -ის მნიშვნელობა, მივიღებთ

$$x = D - D \cos \alpha = D (1 - \cos \alpha) = 2D \sin^2 \alpha / 2$$

ამ ფორმულის მიხედვით შედგენილია ცხრილები, რომლითაც სარგებლობენ x შესწორების მისაღებად (გაზომილი D მანძლისა და დახრის α კუთხის მიხედვით). თუ გაზომილ ხაზს გამოვაკლებთ x შესწორებას, მივიღებთ ხაზის ჰორიზონტალურ პროექციას. მცირე დახრის კუთხეებისათვის x შესწორება ძალიან პატარაა და 2° -მდე დახრის კუთხეს არც კი ღებულობენ მხედველობაში.

ეკლიმეტრი

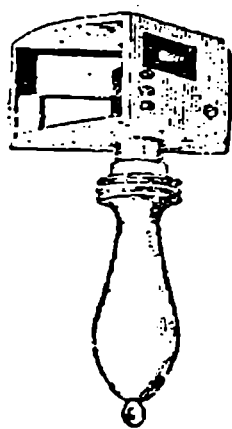
დახრის კუთხე იზომება ხელსაწყო ეკლიმეტრით. არსებობს სხვადასხვა სახის ეკლიმეტრი. საკმაოდ გავრცელებულია ბრანდირის ეკლიმეტრი. იგი შედგება სამზერი a მილისაგან, რომლის გვერდით დამაგრებულია A მრგვალი კოლოფი (ნახ. 25)



ნახაზი №25

კოლოფში მოთავსებულია გრადუსებად დაყოფილი წრედი. როდესაც α მილში ცქერით მილს მივმართავთ ადგილის წერტილისა-საკენ, წრედზე ჩამოკიდებული სიმძიმის საშუალებით, წრედის დიამეტრი, რომელიც წარწერილია ნულებით (ნულოვანი დიამეტრი), დადგება ჰორიზონტალურად. თუ ამ დროს გრადუსოვან წრედზე ავიღებთ ანათვალს (წრედის ნულიდან ინდექსამდე ე.ი მილში მოთავსებულ თარაზულ ძაფამდე), მაშინ ეს ანათვალი გამოსახავს ხაზის დახრის კუთხეს გრადუსებით. ცხადია, სამზერ მილს ისე მიმართავენ წერტილზე დაყენებული სარისაკენ, რომ მილში მოთავსებული თარაზული ძაფი კვეთდეს სარს იმ სიმაღლეზე, რა სიმაღლეზეც გვიკავია ხელში ეკლიმეტრი. ამ შემთხვევაში დამზერის სხივი ადგილის ხაზის პრალელური იქნება და, მამასადამე, ანათვალი წრედზე გამოსახავს ხაზის დახრის კუთხეს.

აგეგმვის დროს, ხშირად საჭირო ხდება ურთიერთმართობი ხაზების გატარება ადგილზე. ხელსაწყოს, რომლის საშუალებით ატარებენ მართობ ხაზებს, ეწოდება ე კ ე რ ი. არსებობს ცილინდრული, კონუსური, პრიზმული და სარკიანი ეკერები (ნახ.26).



ნახაზი №26

მანძილში ლარტყები

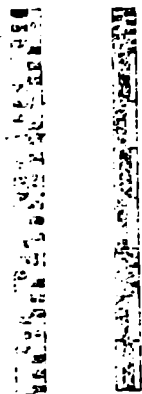
მ ა ნ ძ ი ლ შ ი წარმოადგენს ხელსაწყოს, რომლის საშუალებით განისაზღვრება ორ წერტილს შორის მანძილი. მანძილშიუმების პრინციპი დამყარებულია ტოლფერდა სამკუთხედის სიმაღლის განსაზღვრაზე, მახვილი კუთხისა და მოკლე გვერდის მიხედვით. ერთი მათგანი (კუთხე ან ბაზისი) მუდმივია. ამის მიხედვით არსებობს მუდმივკუთხიანი და მუდმივბაზისიანი მანძილშიუმები. გარდა ამისა, არსებობს ოპტიკური მანძილშიუმები და შუქმანძილშიუმები.

მანძილშიუმების საშუალებით ადვილად განისაზღვრება წერტილებს შორის მანძილი. საერთოდ, მანძილშიუმში არ წარმოადგენს ცალკე ხელსაწყოს. ის მოთავსებულია ჭოგრში და წარმოადგენს ძაფთა ბადეს ორი დამატებითი თარაზული ab და pe ძაფებით (ნახ. 27, რომლებსაც მანძილშიუმის ძაფები ეწოდება.

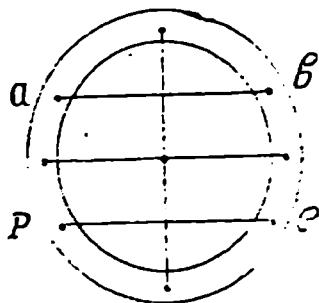
ლარტყებს ჩვეულებრივ ამზადებენ ფიჭვის ან ნაძვის მასალისაგან, ვინაიდან ამ მასალას ახასიათებს სიმსუბუქე და მცირე სიდიდის ტემპერატურული კოეფიციენტი. მასალას წინასწარ ხარშავენ ზეთში და ღებავენ თეთრი საღებავით. შემდეგ ლარტყაზე ზუსტად ნიშნავენ დანაყოფებს და უკეთებენ სათანადო წარწერებს ყოველ დეციმეტრზე (ნახ. 28). მოსაზღვრე დანაყოფები იღებება თეთრად და შავად, ან თეთრად და წითლად. ლარტყის ყოველი დანაყოფი უდრის ერთ ან 2 სანტიმეტრს. ადვილი, რომ იყოს ანათვლლების აღება, მასზე დაიტანენ დიდი ზომის დანაყოფებს, მაგ. ათ-ათ ან ოც-ოც სანტიმეტრიან დანაყოფებს და შეღებავენ სხვადასხვა ფერში. შემდეგ დიდ დანაყოფებს დაყოფენ სანტიმეტრებად.

წვრილმასშტაბიანი აგეგმვისას სასურველია, რომ ლარტყის ერთი დანაყოფი შეესაბამებოდეს აგეგმვის მასშტაბის სიზუსტეს. მაგ. თუ აგეგმვის მასშტაბია 1: 25 000 (1 სმ-250 მ), მაშინ ლარტყას დაყოფენ ასე: ინსტრუმენტიდან 250 მეტრის მანძილზე დავაყენებთ ლარტყას, ჭოგრს მივმართავთ ლარტყისაკენ და ჩვენი მითითებით თანა-

შემწე სუფთა ლარტყაზე დანიშნავს ისეთ ორ წერტილს, რომლებსაც ფარავს მანძილზომის ძაფები. შემდეგ ამ წერტილებს შორის მანძილს ზუსტად დავყოფთ 10 ტოლ ნაწილად. ყოველი დანაყოფი შეესაბამება 25 მეტრს. ასეთივე დანაყოფები ინიშნება მთელ ლარტყაზე. შემდეგ ერთ ან რამოდენიმე ასეთ მსხვილ დანაყოფს თავის მხრივ დავყოფთ ათ ნაწილად. ამ შემთხვევაში ყოველი მცირე დანაყოფი ტოლი იქნება 2,5 მეტრისა და შეესაბამება მოცემული მასშტაბის (1:25 000) სიზუსტეს ($p=0,1 \cdot 25\ 000=2500$ მმ=2,5 მ). ასეთ ლარტყაზე ანათვალის აღება ძალიან ადვილია.



ნახაზი №28



ნახაზი №27

სანიველირო ლარტყები

ნიველირებისათვის გამოიყენება მთლიანი ან დასაკეცი ლარტყები. მათ ამზადებენ წიწვოვანი ჯიშის ხის გამომშრალი მასალისაგან, პლასტმასისაგან, ან სპეციალური დურალუმინის შენადნობებისაგან. ჩვეულებრივ ლარტყებს აქვს 10 მმ დანაყოფები.

ორმხრივი ლარტყები 3 მ სიგრძისაა. ერთ მხარეზე შავი საღებავით დატანილია სანტიმეტრებიანი დანაყოფები, მათგან გამორჩეუ-

ლია 5 და 10 სამტიმეტრებიანი. წარწერები გაკეთებულია ყოველ დეციმეტრთან. შავი მხარის ნული ემთხვევა ლარტყის ქუსლს და დანაყოფების მნიშვნელობა მატულობს ქვემოდან ზემოთ. მეორე მხარეზე დანაყოფები დატანილია წითელი საღებავით. წითელი მხარე გამოიყენება ნიველირების სისწორის გასაკონტროლებლად.

აგეგმვის ზოგადი კანონი

ა გ ე გ მ ვ ა წარმოადგენს საველე გეოდეზიურ სამუშაოს, რომლის საბოლოო მიზანია ადგილის გამოსახვა ქაღალდზე შემცირებული სახით, ე.ი. ადგილის გეგმის შედგენა მოცემულ მასშტაბში.

აგეგმა ორგვარია-ჰორიზონტალური და ვერტიკალური. ვერტიკალური აგეგმა გულისხმობს გემის შედგენას-რელიეფის ანუ დედამიწის უსწორმასწორობის გამოსახვით ქაღალდზე. ჰორიზონტალურ აგეგმაში კი ადგილის რელიეფი არ გამოისახება.

ყოველგვარ აგეგმვას წინ უძღვის გეოდეზიური საფუძვლის მომზადება, რომელიც იმაში მდგომარეობს, რომ ასაგეგმავ ტერიტორიაზე შეარჩევენ და განსაზღვრავენ მთელი რიგი წერტილების კოორდინატებს და ამ წერტილების საფუძველზე მოახდენენ ადგილის აგეგმვას.

თუ ასაგეგმავი ტერიტორიის ფართობი დიდია (აღემატება 2-5 კმ²) მაშინ დასაყრდენი პუნქტების კოორდინატები ჩვეულებრივ განისაზღვრება ტრიანგულაციის ან პოლიგონომეტრიის მეთოდით.

იმ შემთხვევაში კი, როდესაც ტერიტორიის ფართობი არ აღემატება 1-2კმ² -ს, ამ ტერიტორიის აგეგმა შეიძლება დაეყრდნოს ერთ ან რამდენიმე პოლიგონს და თეოდოლიტით სვლას.

აგეგმვის მასშტაბს შეარჩევენ იმის და მიხედვით, თუ რა მოთხოვნილებას უყენებენ გეგმას სიზუსტის მხრივ და აგრეთვე თუ რა დეტალები უნდა იყოს გამოსახული გეგმაზე. ტოპოგრაფიული აგეგ-

მვების სახეების განსაზღვრა ხდება ხელსაწყოების გამოყენების მიხედვით. თანამედროვე გეოგრაფიული კვლევა-ძიების პრაქტიკაში ყველაზე ხშირად გამოიყენება ტაქეომეტრიული და მენზულური აგეგმვა. პირველი სრულდება ოპტიკური ელექტრონული ხელსაწყო - ტაქეომეტრის, ხოლო მეორე მენზულისა და კიპრეგელის მეშვეობით. ცალკეულ შემთხვევაში გამოიყენება ბუსოლური აგეგმვა, რომლის დროსაც ძირითადად ხელსაწყოდ გამოიყენება ბუსოლი და თვალზომიერი აგეგმვა. ამ უკანასკნელს საფუძვლად უდევს ადგილზე ხაზების სიგრძეების განსაზღვრა „თვალდათვალ“. ადგილობრივ, სადაც რელიეფი სუსტადაა გამოხატული შესაძლებელია ზედაპირის ნიველირების გამოყენება.

თვალზომიერი აგეგმვა

თვალზომიერი აგეგმვა ეწოდება ადგილის გამარტივებულ ტოპოგრაფიულ აგეგმვას, რომელიც სრულდება უმარტივესი ხელსაწყოებისა და ნივთების: ქალღალღგადაკრული მსუბუქი პლანშეტის, კომპასის, ცირკულ-მზომის, ფანქრის, საშლელის და სავიზირო სახაზავის დახმარებით. აგეგმვისას შეიძლება გამოვიყენოთ ასევე მსუბუქი მენზულა, კომპასი და დიოპტრებიანი ალიდადა, ან ხელის ბუსოლი. ასეთი აგეგმვის მიზანია უშუალოდ საველე პირობებში, შედრებით მოკლე დროში, მარშრუტის ან ადგილის უბნის 1:25 000 და უფრო მსხვილი მასშტაბის მიახლოებითი გეგმის მიღება. თვალზომითი აგეგმვის შედეგნა ხშირად უხდებათ გეოგრაფიული კვლევა-ძიების საორგინაზაციო გეგმის შედგენისას, სამხედრო საქმეში - საბრძოლო პირობებში ადგილის დაზვერვისას, და სხვა სახის სამუშაოების შესრულების ადგილებში, რუკების უქონლობისას, ტოპოგრაფიულ რუკებზე შესწორებებისა და დამატებების შესატანად.

აგეგმვისათვის მომზადების პროცესში კომპასს მიამაგრებენ

პლანშეტის კუთხეში ისე, რომ მისი 0-180°-იანი დიამეტრი პლანშეტის ერთ-ერთი გვერდის პარალელურად იყოს განთავსებული. პლანშეტის სამხრეთ ნაწილში აგებენ ნაბიჯების მასშტაბს - ხაზოვან მასშტაბს, რომლის მიხედვით პლანშეტზე გადაზომავენ ადგილზე ნაბიჯებით გაზომილ მანძილებს. მაგ. 1:2000 ხაზოვანი მასშტაბის შესაბამისი ნაბიჯების მასშტაბის ასაგებად, თუ მივიღებთ წყვილი ნაბიჯის (წ.წ.) სიგრძედ 1,5 მ-ს და საფუძველს 20 წ.წ-ს, მისი მეტრული გამოსახულება იქნება $1,5 \cdot 20 \text{ წ.წ} = 30 \text{ მ}$. შესაბამისად, 1:2000 მასშტაბის გეგმაზე ნაბიჯების საფუძველი იქნება 1,5 სმ.

თვალზომითი აგეგმვის ძირითადი ხერხებია: 1) პოლარული მეთოდი; 2) გადაკვეთის მეთოდი და 3) პოლიგონის (მრავალკუთხედის) შემოვლის მეთოდი.

მენზულური აგეგმვის არსი

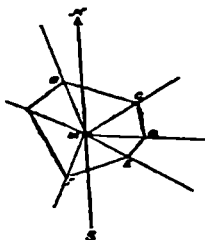
მენზულური აგეგმვა - ტოპოგრაფიული აგეგმვის სახეა, რომელიც სრულდება უშუალოდ საველე პირობებში მენზულის (მაგიდა სამუხებზე) და კიპრეგელის (გერ. Kipregel, kippen – გადაყირავება Regel - სახაზავი)- ოპტიკურ-მექანიკური ხელსაწყოთა გამოყენებით. ადგილზე ჰორიზონტალური კუთხეები არ იზომება, არამედ აიგება გრაფიკულად. ეს აგეგმვა გამოიყენება მცირე ზომის მქონე ფართობებზე 1:500 – 1: 5000 მასშტაბებში. მენზულური აგეგმვა წარმატებით შეიძლება გამოვიყენოთ სამთო საქმეში ღია დამუშავების ადგილებში, გეოლოგიური, სადაზვერვო სამუშაოებისას, სხვადასხვა სახის საწარმოო მოედნების აგეგმვისას და სხვა. აგეგმვის ღირსებაა - თვალსაჩინოება და გეგმის ადგილზე მიღება.

აგეგმვა პოლარული ხერხით

ეს მარტივი მეთოდი გამოიყენება, როდესაც ასაგეგმვი გვაქვს მცირე ტერიტორია.

ასაგეგმვად ვიყენებთ ბუსოლს. იგი აღჭურვილია ორად ასაკვეცი დიოპტრით (თვალის და საგნის). ლიმბას გააჩნია მის გარშემო თავისუფლად მოძრავი ორი ურთიერთსაწინააღმდეგოდ განლაგებული ვერნიერი. კორპუსის ქვედა წრეზე დატანილია რუმბების სკალა. აგეგმვისას ბუსოლი უჭირავთ სახელურით ან ამაგრებენ სარზე.

ვთქვათ, ასაგეგმვი გვაქვს ABCDEF მიწის ნაკვეთი. ბუსოლით ვდგებით ამ ნაკვეთის შიგნით, რომელიმე M წერტილში, საიდანაც ჩანს ყველა A,B,C,... F წერტილი. ვზომავთ MA,MF მანძილებს. ვზომავთ MA, MB, MC, ... და MF ხაზების აზიმუტებს. ეს კუთხეები საერთო გვერდით MN (ისრის ჩრდილო ნახევარი) და მანძილები MA, MB ... საზღვრავენ A,B,C ... F წერტილების მდებარეობას M წერტილიდან. ამ კუთხეებს (ამ შემთხვევაში აზიმუტებს) და მანძილებს პოლარული კოორდინატები ეწოდებათ. იმის შესახებ თუ რით იზომება მანძილები უნდა აღვნიშნოთ, რომ თუ აგეგმვა კომპასით ან ბუსოლით სწარმოვებს, რომელთა კუთხის გაზომვის სიზუსტე 5'-მდეა, საკმარისია მანძილები გაიზომოს ნაბიჯით. ხოლო თუ კუთხეების გაზომვა ხდება ბუსოლით, რომლითაც კუთხეები 5' -მდე სიზუსტით იზომება, მაშინ მანძილებს ბაფთით ზომავენ. ადგილზე ჩატარებული გაზომვები სავსე ჟურნალში იწერება. ველზე მუშაობის დროს კეთდება ე.წ. „შავი ჩანახაზი“ - აბრისი.



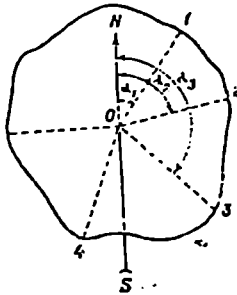
ნახაზი №29

საველე დღიური

დგომის წერტილი	დაკვირ- ვების წერტი- ლი	აზიმუტები	რუმბები	მანძილები
M	A	282°	ჩ.დ.78°	135 მ
	B	342°	ჩ.დ.18°	140 მ
	C	56°	ჩ.ა.56°	124 მ
	D	88°	ჩ.ა.88°	84 მ
	E	120°	ს.ა.60°	76 მ
	F	185°	ს.დ.5°	125 მ

ამ მონაცემებისა (რუმბები, მანძილები) და აზრისის (ველზე გაკეთებული ჩანახაზი) (ნახ.29) საფუძველზე ადგენენ გეგმას: ქალაქ-დზე ავლებენ მაგნიტური მერიდიანის (NS) მიმართულებას, მასზე აღნიშნავენ M წერტილს.

ტრანსპორტირის ცენტრს M წერტილში ათავსებენ, ხოლო დიამეტრს NS მერიდიანზე და აგებენ ყველა მოცემულ რუმბს სათანადო მხარეების მიხედვით: ავლებენ შესაბამის ხაზებს: MA, MB..... MF. მოცემული მასშტაბის თანახმად ამცირებენ ამ ხაზებს და ფარგლით ზომავენ M წერტილიდან. ამის შედეგად მიიღებენ მრავალკუთხედის წვეროებს: A, B,.... F. მათი შეერთება იძლევა გეგმას, სადაც ზედმეტი ხაზები წაიშლება და ტუშით მოიხაზება ფიგურა ABCDEF და მაგნიტური (NS) მერიდიანის მიმართულება. გეგმის ქვემოთ დაიწერება მასშტაბი. აგეგმვის პოლარული მეთოდი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი ადგილი მისადგომია, ე.ი. დაფარული არ არის ტყით, წყლით, ბაღით და ა.შ.

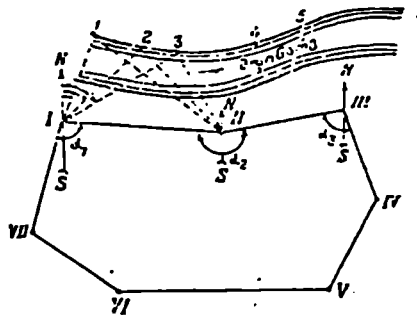


ნახაზი № 30

ადგილის აგეგმვა გადაკვეთის მეთოდი

ეს მეთოდი მეტად მოსახერხებელია ისეთ ადგილებში, სადაც მანძილების გაზომვა მწელია, ასეთია მიუვალი კლდიანი ადგილები, ცალკე მიუვალი ბორცვები, დიდი მდინარეები და სხვა. ანუ აგეგმვის ეს წესი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ ადგილი მიუდგომელია.

ვთქვათ ასაგეგმავ ტერიტორიაზე მიედინება მდინარე, რომლის ახლის მდებარეობს დასაყრდენი I II III პოლიგონის გვერდები. (ნახ.31)



ნახაზი №31

ასეთ შემთხვევაში მდინარის აგეგმვა შეიძება ვაწარმოოთ პოლიგონის I II III წერტილებიდან გადაკვეთის მეთოდით, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს.

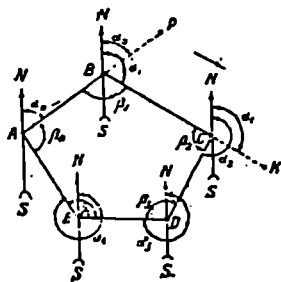
ვდგებით ბუსოლით პოლიგონის I წერტილზე და ვზომავთ კუთხეებს, მოთავსებულს პოლიგონის I - II გვერდსა და მახასიათებელ I -1, I-2, I-3 მიმართულებებს შორის. ამის შემდეგ გადავდივართ II წერტილში და კვლავ ვზომავთ კუთხეებს, მოთავსებულს I - II გვერდსა და მახასიათებელ II - 1, II - 2, II - 3 მიმართულებებს შორის. აღნიშნული გაზომვები საკმარისია, რომ ქაღალდზე მივიღოთ მდინარის გამოსახულება, მართლაც თუკი ქარალდზე წინასწარ გვექნება აგებული დასაყრდენი პოლიგონი , შემდეგ ტრანსპორტირითა და სახაზავით შეგვიძია ავაგოთ მახასიათებელი I -1, I-2, I-3 მიმართულებები აზიმუტების მიხედვით. ასევე II წერტილში ავაგებთ მიმართულებებს იმავე მახასიათებელი 1,2,3 წერტილებისაკენ. შესაბამისი მიმართულების გადაკვეთაში მიიღება მდინარის მახასიათებელი 1,2,3.... წერტილები, რომელთა შეერთებით გამოისახება მდინარის ნაპირი.

ამავე წესით პოლიგონის II და III წვეროებიდან ქაღალდზე ავაგებთ მდინარის მახასიათებელ 4,5 6 წერტილებს და მაშასადამე, თვით მდინარის ნაპირს. ამავე წესით შეიძლება ავაგოთ მდინარის მეორე ნაპირი.

პოლიგონის აგება ქაღალდზე რუმბების ან დირექციული კუთხეების საშუალებით და შეუკვრელობის განსაზღვრა აგეგმვა პოლიგონის ანუ მრავალკუთხედის შემოვლითი ხერხით

ადგილის მთავარი წერტილების ასაგეგმავად ეს ხერხი ძირითადია. ვთქვათ, ასაგეგმავია ადგილის სწორხაზოვანი ABCDEFKA ფიგურა (ნახ.32) A წერტილში დგებიან ბუსოლით, ხოლო B წერტილს აღნიშნავენ სარით და ზომავენ AB ხაზის აზიმუტს (ან რუმბს) და

სიგრძეს. მერე გადადიან B წერტილში, სარს დგამენ C წერტილში და ზომავენ AC ხაზის აზიმუტსა და სიგრძეს და ა.შ. ბოლომდე. გაზომვის შესამოწმებლად იზომება ყველა ხაზის პირდაპირი და შებრუნებული აზიმუტები.



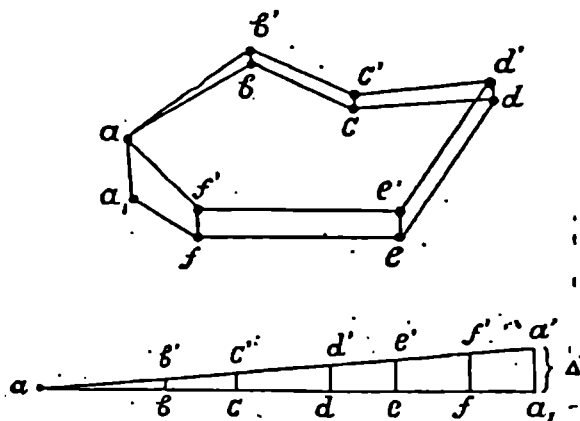
ნახაზი №32

გაზომვისას ადგენენ საველე ჟურნალსა და აბრისს. მონაცემების მიხედვით კი ხდება ABCDEFA ფიგურის გეგმის შედგენა ცნობილი წესით. აქ მოყვანილი მაგალითი შეეხება შვედური ფიგურის აგებმას, თუმცა ქალაქში ამ ფიგურის გეგმის შედგენისას, შესაძლებელია უკანასკნელ K წერტილში, KA ხაზის აზიმუტის აგების შემდეგ აღმოჩნდეს, რომ KA მიმართულება არ გაივლის A წერტილში; გარდა ამისა ამ მიმართულებაზე K წერტილიდან ფარგლით გადაზომილი KA ხაზის ბოლო არ დაემთხვევა A წერტილს, მივიღებთ A_1 წერტილს და KA ხაზის ნაცვლად მივიღებთ, რაიმე KA_1 ხაზს, ე.ი. მივიღებთ ღია ფიგურას. AA_1 -ს ეწოდება ფიგურის შეუკვრელობა. ამას იწვევს აუცილებელი ცდომილებანი ადგილზე გაზომვაში ან ქალაქში მის აგებაში.

თუ შეუკვრელობის მიზეზია აუცილებელი ცდომილებანი, მაშინ AA_1 დასაშვებია, ხოლო თუ მიზეზია უხეში შეცდომები, მაშინ AA_1 იქნება დიდი და ცდომილებაც იქნება მიუღებელი.

თუ AA_1 -ის სიგრძე მთელი ფიგურის პერიმეტრის $\frac{1}{100}$ -ზე დიდია, აქ უხეში შეცდომა ყოფილა, და ნამუშევარს ხელახლა შემოწმე-

ბა სჭირდება. თუკი AA_1 -ის სიგრძე მთელი ფიგურის პერიმეტრის $\frac{1}{100}$ -ზე ნაკლებია, მაშინ შეუცვრელობა AA_1 -ი დასაშვებია და საჭი-
როა მისი ხელოვნურად მოსპობა, ე.ი. ფიგურა უნდა შეიკრას. ამი-
სათვის ცდომილება AA_1 უნდა გავანაწილოთ ყველა წვეროზე ისე,
რომ პოლიგონი შეიკრას. ამისთვის პოლიგონს გავშლით ქაღალდზე,
ე.ი. სწორ ხაზზე გადავზომავთ პოლიგონის გვერდებს ; რომლებსაც
ფარგლით ვღებულობთ თვით გეგმიდან. ბოლო a_1 წერტილში გავა-
ტარებთ მართობს, რომელზედაც გადავზომავთ AA_1 ცდომილებას.



ნახაზი №33

ბოლო a_1 წერტილიდან გადავზომავთ მთლიან aa_1 ხაზს, რის გა-
მოც წერტილი a_1 შეუთავსდება საწყის a წერტილს. ამგვარად მიღე-
ბული $b'c' \dots d'$ წერტილები წარმოადგენს პოლიგონის შესწორებულ
წვერებს. მათი შეერთებით მივიღებთ შესწორებულ შეკრულ ab'
 $c'd'e'f$ ა პოლიგონს.

თუ ახლა საწყის a წერტილს და მართობის ბოლო a_1 წერტილს
შვეერთებთ და b, c, d, e, f წერტილებში გავატარებთ მართობებს, მა-
შინ აღნიშნული ($bb', cc' \dots$) წარმოადგენენ იმ შესწორებებს, რომლე-
ბიც უნდა შევიტანოთ პოლიგონის სათანადო წვეროებში. ამისათვის
პოლიგონის $b, c, d \dots$ წვეროებთან გავატარებთ ხაზებს aa_1 -ის პარალე-

ლურად და მათზე თანმიმდევრულად გადაზომავენ ფარგლით სა-
თანადო შესწორებებს მაგ. x წვერიდან გადავზომავეთ xx' შესწორე-
ბებს და მივიღებთ x' წერტილს. C წვერიდან cc' შესწორებებს და ა.შ.
წერტილების შეერთებით ისპობა შეუკვრელობა.

ჩაკეტილი პოლიგონის კუთხეების შემოწმება

პოლიგონის კუთხეების გაზომვის შემდეგ უნდა დავრწმუნდეთ
იმში, რომ გაზომილ კუთხეთა ჯამი შეესაბამება თეორიულ ჯამს,
რომელიც, როგორც ცნობილია, განისაზღვრება ფორმულით:

$$\sum \alpha = 180^\circ(n-2),$$

სადაც n არის პოლიგონის წვეროების რიცხვი.

სინამდვილეში გაზომილ კუთხეთა ჯამი არ ედრება თეორიულ
ჯამს. მათ შორის სხვაობა წარმოადგენს ცდომილებას Δ -ს.

$$\Delta \leq 1,5 t \sqrt{n}$$

სადაც t არის ვერნერის სიზუსტე, ხოლო n პოლიგონის კუთხე-
ების რიცხვი. თუ მივიღებთ დასაშვებზე ნაკლებს, მაშინ ცდომილებას
ყველა კუთხეზე ანაწილებენ თანაბრად.

თავი III

ადგილზე წერტილთა სიმაღლეების განსაზღვრა ნიველირება. ბარომეტრული ნიველობა

გეოდეზიასა და ტოპოგრაფიაში სხვადასხვა სახის თეორიული და პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად აუცილებელია დედამიწის ზედაპირზე შერჩეული გარკვეული რაოდენობის წერტილების სიმაღლეთა დადგენა, პირობითად მიღებული საწყისი ზედაპირიდან, მოცემულ წერტილამდე. სიმაღლური მახასიათებლების განსაზღვრავად ჩატარებულ გაზომვითი მოქმედებების ერთობლიობას ნიველირება ეწოდება.

ნიველირების ამოცანაა წერტილების სიმაღლეების განსაზღვრა ზღვის დონესთან ან რომელიმე პირობით დონესთან დაკავშირებით. სიმაღლეების საშუალებით, როგორც ვიცით გამოისახება ზედაპირის რელიეფი. რელიეფის ცოდნა და შესწავლა კი საჭიროა მრავალი საკითხის გადასაწყვეტად, ასევე რელიეფის შესწავლის გარეშე შეუძლებელია საინჟინრო ნაგებობათა დაპროექტება და მშენებლობა.

არსებობს სხვადასხვა სახის ნიველობა: გეოდეზიური, გეომეტრიული და ბარომეტრული.

ბარომეტრულ ნიველობაში წერტილების სიმაღლეები განისაზღვრება ატმოსფეროს წნევის მიხედვით. გეომეტრულ ნიველობაში ხელსაწყო ნიველირით, ხოლო გეოდეზიურ ნიველირებაში წერტილების სიმაღლეების სხვაობები განისაზღვრება თეოდოლიტით, ე.ი. დახრილი სხივით.

სხვადასხვა სახის გეოგრაფიული კვლევა-ძიების, ასევე მთიანი და მაღალმთიანი ადგილების რელიეფის აგებმვისას სიმაღლის განსაზღვრის პროცესი შესაძლებელია დავაჩქაროთ ბარომეტრული ნიველირების ხერხით.

ბარომეტრული ნიველირება დაფუძნებულია ბ.პასკალის (1622-1662 წ.წ. ფრანგი მეცნიერი, ფიზიკოსი და მათემატიკოსი) მიერ ჰაერის წნევისა და ზღვის დონიდან წერტილის სიმაღლეს შორის დად-

გენილ კავშირზე.

ბარომეტრული ნიველობის დროს გამოიყენება ხელსაწყო „ ბარომეტრ-ანეროიდი“. ცნობილია, რომ ადგილის სიმაღლის ათი მეტრით შეცვლას შესაბამება წნევის 1 მმ-ით შეცვლა, ამიტომ ცხადია ბარომეტრული ნიველობის დროს შესაძლებელია წერტილის, როგორც შეფარდებითი, ასევე აბსოლუტური სიმაღლის მიღება.

ბარომეტრული ნიველირებისას სარგებლობენ ბაბინეს შემოკლებული ფორმულით

$$h = 16000 \left(1 + 0,004 \frac{t_1 + t_2}{2} \right)^{-1} \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}$$

სადაც B_1 და B_2 წნევაა 1 და 2 წერტილებზე, ხოლო t_1 და t_2 - შესაბამისად ტემპერატურებია ამავე დონეზე. ამ ფორმულით შედგენილია სიმაღლეთა ბარიული მუხლების ცხრილები $T_{\text{ახ}}$ და $B_{\text{ახ}}$ არგუმენტების მიხედვით.

ამის გათვალისწინებით გამარტივებული სახით ეს ფორმულა ასე ჩაიწერება:

$$h = B(B_1 - B_2) \Delta h$$

$$\text{სადაც } B_{\text{ახ}} = (B_1 + B_2) / 2$$

ხოლო Δh - ბარიული საფეხური.

ბარომეტრული ნიველობის დროს დამკვირვებელი თანმიმდევრულად შემოივლის ყველა წერტილს, გაზომავს მათზე წნევასა და ტემპერატურას, ჩაიწერს დროს და ბრუნდება საწყის წერტილზე, სადაც ხელახლა აკეთებს დაკვირვებებს. საწყის წერტილზე სვლის დასაწყისსა და ბოლოს დაფიქსირებული წნევათა სხვაობა წარმოადგენს შეუზღუდლობას- ატმოსფერული წნევის დღეღამური სვლისა და ხელსაწყოს ცდომილებათა შედეგს. შეუზღუდლობას ანაწილებენ დაკვირვებაზე დახარჯული დროის პროპორციულად . ეს ხერხი საშუალებას იძლევა სიმაღლე 2-2,5 მ სიზუსტით განსაზღვროს.

გეომეტრიული ნიველირება

გეომეტრიულ ნიველირების არსი მდგომარეობს პირობითი დონეზღერის ზედაპირიდან დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირის წერტილებამდე ვერტიკალური მიმართულებით მანძილის განსაზღვრაში.

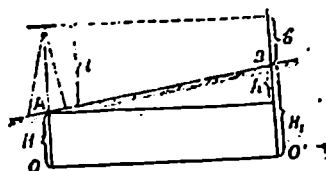
გეომეტრიულ ნიველირებაში წერტილების სიმაღლეთა სხვაობები განისაზღვრება გეოდეზიური ხელსაწყო ნიველირით, რომელიც თარაზულ სხივს იძლევა. ხელსაწყოს მთავარ ნაწილს წარმოადგენს ჭოგრი და თარაზო. ასევე აუცილებელია ორი სანიველირო ლარტყა. ლარტყა შეიძლება იყოს მთლიანი, დასაკეცი, გასაწევი და ტელესკოპური. მათ ამზადებენ წიწვოვანი ჯიშის ხის გამომშრალი მასალისგან, პლასტმასისგან ან სპეციალური დურალუმინის შენადნობებისაგან.

ტოპოგრაფიულ წარმოებაში ჩვეულებრივ გამოიყენება ტექნიკური ნიველირება, რომლისთვისაც გამოიყენება ცალმხრივი ან ორმხრივი მთლიანი ან დასაკეცი ლარტყები 10 მილიმეტრიანი დანაყოფებით. ორმხრივი ლარტყები 3 მეტრი სიგრძისაა. ერთ მხარეზე შავი საღებავით (შავი მხარე, ძირითადი) დატანილია სანტიმეტრიანი დანაყოფები. წარწერები გაკეთებულია ყოველ დეციმეტრთან. შავი მხარის ნული ემთხვევა ლარტყის ქუსლს. მეორე მხარეზე დანაყოფები დატანილია წითელი საღებავით (წითელი მხარე), ამასთან წითელ მხარეზე ქუსლს შეესაბამება 4687 მმ მთლიან და 4468 მმ დასაკეცი ლარტყებზე. ლარტყების წითელი მხარე გამოიყენება ნიველირების სისწორის გასაკონტროლებლად.

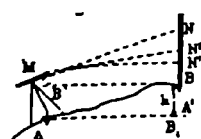
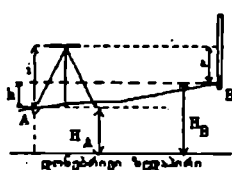
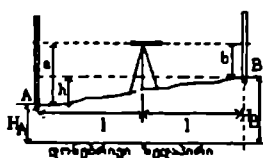
ნიველირება შეიძლება: ა) ხაზის ბოლოზე დგომით და ბ) წერტილებს შორის დგომით.

1) ვთქვათ საჭიროა A და B წერტილების სიმაღლეთა სხვაობა h -ის გასაზღვრა. ამისათვის ნიველირით ვდგებით ხაზის ბოლოზე, ე.ი A წერტილზე და B წერტილზე შვეულად ვაყენებთ ლარტყას, რომელიც დაყოფილია სანტიმეტრებად, ჭოგრს მივმართავთ B წერ-

ტილზე დაყენებული ლარტყისაკენ და ავიღებთ ანათვალს ლარტყის ძირიდან თარაზულ მათამდე.



ნახაზი №1



ნახაზი №2

ანათვალს ღებულობენ მილიმეტრებში. ასო i აღინიშნება ნიველირის სიმაღლე, ე.ი. სიმაღლე მიწის ზედაპირიდან ოკულარის ცენტრამდე (ეს სიმაღლეც იზომება ლარტყით). როგორც ნახაზიდან ჩანს, სამიებელ სიმაღლეთა სხვაობა h უდრის $h=i-a$.

თუ B წერტილი უფრო მაღალია ვიდრე A წერტილი, მაშინ სხვაობა $(i-a)$ - ს ექნება დადებითი ნიშანი. თუკი B წერტილი უფრო დაბალია, ვიდრე A წერტილი, მაშინ სხვაობას ექნება უარყოფითი ნიშანი.

ნიველირება ასევე შესაძლებელია A და B წერტილების შორის დგომით. ამ შემთხვევაში A და B წერტილებზე აყენებენ ლარტყებს და ნიველირით დგებიან მათ შორის. აიღებენ ანთვალს ჯერ A და შემდეგ B წერტილებზე მოთავსებულ ლარტყებზე. ნიველირებას შუა წერტილიდან იწყებენ უკანა წერტილზე ლარტყის დაყენებით, რომლის შემდეგ ირჩევენ პოზიციებს ნიველირისა და წინა ლარტყისათ-

ვის ისე, რომ მანძილი ხელსაწყოდან უკანა და წინა ლარტყებს შორის იყოს ტოლი (ნახაზი 2). A და B წერტილებს შორის h ამადლე-ბის განსაზღვრისას იწყებენ ხელსაწყოს სამუშაო მდგომარეობაში მოყვანით, რომლის შემდეგ ლარტყები მოყავთ შვეულ მდგომარეობაში და იღებენ a („უკანა ხედვა“) და b („წინა ხედვა“) ანათვლებს. როგორც ნახაზიდან ჩანს A და B წერტილებს შორის ამადლება ტოლია:

$$h=a-b$$

იმ შემთხვევაში, თუ h აღმოჩნდება დადებითი, მაშინ წინა B წერტილი ყოფილა A უკანა წერტილზე დაბლა და პირიქით, უარყოფითი, h წინა წერტილი მდებარეობს უკანა წერტილზე დაბლა. ამრიგად, წინა წერტილის ამდლება უკანა წერტილის მიმართ ტოლია სხვაობისა „უკან ხედვა“ - „წინ ხედვა“.

გეოდეზიური ანუ ტრიგონომეტრიული ნიველობა

გეოდეზიური ანუ ტრიგონომეტრიული ნიველირება ეწოდება ადგილმდებარეობის წერტილების სიმაღლეებს შორის სხვაობის გაზომვისა და მათი სიმაღლეების დადგენის პროცესს კუთხმზომი გეოდეზიური ხელსაწყოს დახრილი დამზერის სხივის მეშვეობით.

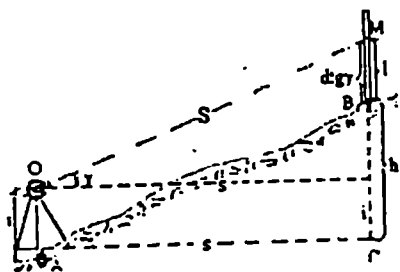
წერტილებს შორის სიმაღლეთა სხვაობის განსაზღვრა ხდება იმ მართკუთხა სამკუთხედის ამოხსნის საფუძველზე, რომლის კათეტები წერტილის დონებრივი ზედაპირისა და B წერტილზე დაშვებული შვეული ხაზის მონაკვეთებითაა შექმნილი, ხოლო ჰიპოტენუზა ფერდობის ხაზია. ტრიგონომეტრიული ნიველობის პროცესში A და B წერტილებს შორის შესაბამისი ხელსაწყოების (თეოდოლიტი) დახმარებით ადგილზე იზომება მანძილი და დახრის λ კუთხე. ასე. მაგ. თუ A წერტილზე დავაყენებთ თეოდოლიტს, ხოლო B წერტილზე ლარტყას, მაშინ ერთდროულად შესაძლებელი იქნება ორივე სი-

დიდის განსაზღვრა.

როგორც ცნობილია, ყოველი კუთხმზომი ინსტრუმენტი ორი მთავარი ნაწილისგან შედგება: ა) წრედი (ლიმბი) დაყოფილი გრადუსებად, რომელიც კუთხის გზომვისას ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მოჰყავთ. ასევე ხელსაწყოს აქვს უფრო მცირე სიდიდის დასადგენად ორი რკალი - ნონიუსები ანუ ვერნიერები.

თეოდოლიტში მანძილზომს წარმოადგენს: 1) ჭოგრში მოთავსებული ძაფთა ბადის ორი განაპირა ჰორიზონტალური ძაფი a და b 2) დანაყოფებიანი ლარტყა. ტრიგონემეტრიული ნიველირების პროცესში A და B წერტილებს შორის თეოდოლიტისა და ლარტყის დახმარებით იზომება მანძილი და დახრის λ (გამა) კუთხე. ამ მონაცემების გამოყენებით კი გამოითვლება A და B წერტილებს შორის სიმაღლეთა სხვაობა „ h “ შემდეგი ფორმულით

$$h = 1/2 s' \sin 2\lambda$$



ნახაზი №3

**GPS -ის გამოყენებით ადგილმდებარეობის წერტილთა გეგმიური
და სიმაღლური კოორდინატების განსაზღვრა
სახელმწიფო გეგმიური გეოდეზიური ქსელები**

ადგილზე ჩატარებული ხაზოვანი და კუთხური გაზომვების დახმარებით ხდება დედამიწის ზედაპირის წერტილებს შორის იმ გეომეტრიული კავშირის დამყარება, რომელიც განსაზღვრავს მათ გეგმიურ მდგომარეობას სიბრტყეზე მიღებულ კოორდინატთა სისტემაში. გამოსასვლელი, ანუ საწყისი წერტილების კოორდინატები, რომელთაგანაც აწარმოებენ გაზომვებს, განსაზღვრულია ან წინასწარ არის მოცემული. მათგან დაშორების მიხედვით დაგროვილი ცდომილებები, რომლებიც აუცილებლად თან ახლავს გაზომვებს, ამცირებენ კოორდინატთა განსაზღვრის სიზუსტეს. ამიტომ აუცილებელი ხდება საწყისი წერტილების კოორდინატთა ერთიან სისტემაში განსაზღვრის აუცილებლობა, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან იქნას აცილებული გაზომვების ცდომილებები და გაილოდება გაფანტული სამუშაოების მთლიანობაში მოქცევა. კოორდინატთა ერთიანი სისტემით ერთმანეთს დაკავშირებული საწყისი წერტილები წარმოქმნიან მთავარ გეოდეზიურ ქსელებს, რომლებიც გამოიყენება აგეგმვების წარმოებისას.

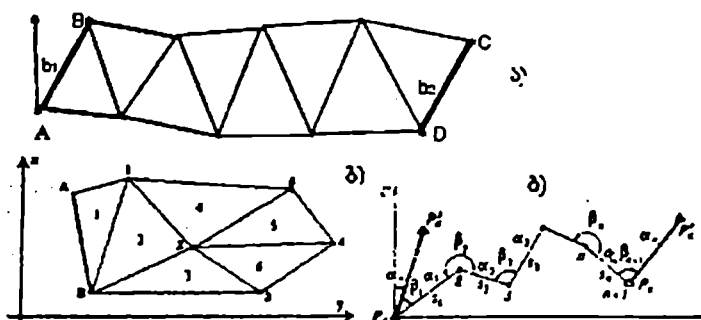
საწყისი წერტილების გეგმიური კოორდინატების განსაზღვრა ხდება ასტრონომიული და გეოდეზიური მეთოდებით. ასტრონომიური მეთოდებით კოორდინატებს განსაზღვრავენ ვარსკვლავებზე დაკვირვებით. გეოდეზიური მეთოდები მოითხოვს ყველა საწყისი წერტილებს შორის კუთხური და ხაზოვანი გაზომვების ჩატარებას. გეოდეზიური ქსელები დანიშნულების, დაგების თანმიმდევრობისა და სიზუსტის მიხედვით იყოფა სახელმწიფო გეოდეზიურ ქსელად, გახშირებულ გეოდეზიურ ქსელად და ასაგეგმავ გეოდეზიურ ქსელად.

გეგმიური გეოდეზიური ქსელის შექმნის მეთოდები

გეოდეზიური ქსელებიდან ყველაზე ზუსტია სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელი, რომელიც იყოფა ოთხ კლასად. კლასები ერთმანეთისაგან განსხვავდება კუთხეებისა და მანძილების გაზომვის სიზუსტით, გვერდების სიგრძითა და განვრცობის წესით.

სახელმწიფო გეოდეზიური ქსელის პუნქტების გეგმიური მდგომარეობის განსაზღვრა ხდება ტრიანგულაციის, ტრილატერაციის და პოლიგონომეტრის მეთოდებით. ბოლო პერიოდში დაიწყო მიწისზედა-კოსმოსური მეთოდის გამოყენება-თანამგზავრული ნავიგაციის სისტემის („GPS“) გამოყენებით, რომელიც მისი სიზუსტითა და რეალიზაციის სიმარტივით უახლეს მომავალში გახდება ძირითადი.

ტრიანგულაციის მეთოდის არსი მდგომარეობს დედამიწის ზედაპირზე გეოდეზიური ქსელების დაგებაში ერთმანეთის მიჯრით მდებარე სამკუთხედების სისტემის სახით, რომელთა წვეროებზე განთავსებულია გეოდეზიური პუნქტები (ტრიანგულაციის პუნქტები), რომლებშიც გაზომილია ყველა კუთხე და გვერდების სიგრძეები-ბაზისები. მათზე დაყრდნობით ხდება დანარჩენი გვერდების გამოთვლა.



ნახაზი №4

სამკუთხედებში ჰორიზონტალურ კუთხეებს უზუსტესი თეოდოლიტებით ზომავენ, ხოლო ბაზისებს შუქმანძილზომებით ან სხვა უზუსტესი საზომი ხელსაწყოებით.

პოლიგონომეტრია - (ბერძნული სიტყვაა Polygonos - მრავალკუთხოვანი და metria - ვზომავ და მრავალკუთხედის გაზომვას ნიშნავს). ადგილზე ტეხილი ხაზების სახით დაგებული სვლების სისტემაა, რომელშიც გაზომილია ყველა გვერდის სიგრძე და მოხვევის ჰორიზონტალური კუთხეები (ნახ.4 ა) პოლიგონომეტრული სვლების წვეროებს პოლიგონომეტრიული პუნქტები ეწოდება.

ტრილატერაცია - (ლათინური სიტყვაა, Trilaterus-სამგვერდას ნიშნავს) - ერთმანეთის მიჯრით მდებარე სამკუთხედების სისტემისგან შემდგარი ქსელია, რომელშიც გაზომილია ყველა გვერდის სიგრძე (ნახ.4. ბ)

მიწისზედა კოსმოსური მეთოდი დაფუძნებულია თანამგზავრული ნავიგაციის სისტემებისა და ხელსაწყოების („GPS“) გამოყენებაზე. ისინი საშუალებას იძლევიან სწრაფად განისაზღვროს გეოდეზიური პუნქტების სამგანზომილებიანი კოორდინატები სანტიმეტრის მეთოდების სიზუსტით. გაზომვის საჭირო სიზუსტის მისაღწევად კოორდინატთა განსაზღვრა ხდება მრავალჯერ, სხვადასხვა დროს, ცაზე ნავიგაციური თანამგზავრების (თანავარსკვლავედების) განსხვავებული მდებარეობისას.

გეოდეზიური ქსელების შექმნის მიწისზედა კოსმოსური მეთოდი ნებისმიერ ტერიტორიაზე გეოდეზიური გაზომვების ყველაზე თანამედროვე, უნივერსალური, ზუსტი და მარტივი მეთოდია. ის განსაკუთრებით ეფექტურია დაუსახლებელ რაიონებში, გეოდეზიური ქსელის პუნქტების დაბალი სიმჭიდროვისას.

ცნება გლობალური პოზიციონირების (თანამგზავრული ნავიგაციის) სისტემებზე

თანამგზავრული ნავიგაციის სისტემები (თნს) - პროგრამული უზრუნველყოფისა და ტექნოლოგიის კოსმოსური და მიწისზედა ტექნიკური საშუალებების სპეციალური კომპლექსია, რომელიც პირველად აშშ-ში (NAVSTAR) და რუსეთში (ГЛОНАСС) შეიქმნა. საერთაშორისო პრაქტიკაში ისინი შევიდნენ სახელწოდებით „GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)“ რაც სიტყვასიტყვით გლობალური პოზიციონირების სისტემას (ადგილმდებარეობის განსაზღვრას) ნიშნავს და საერთაშორისო თანამეგობრობაში დამკვიდრებულია აბრევიატურა „GPS“. ორთავე-რუსული და ამერიკული ნავიგაციური სისტემები შედგება 24 დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრისაგან, თუმცა თითოეული მათგანი განსხვავდება ორბიტალური სიბრტყის რაოდენობის, დახრილობის, მიმოქცევის პუნქტისა და ორბიტის სიმაღლით. ეს კომპლექსი პირველ რიგში განკუთვნილია სანავიგაციო, თვადაცვითი, საინჟინრო-გეოდეზიური, გეოგრაფიული და გეოლოგიური კვლევა-ძიების, ეკოლოგიური და სხვა სახის ამოცანების გადაწყვეტისას დედამიწის სფეროიდის მიმართ. „GPS“-სისტემები განიხილება, როგორც „ცივილიზაციის ახალი მიღწევა“ რაც განსაზღვრავს ახლო მომავალში ტოპო-გეოდეზიური სამუშაოების შინაარსისა და შესრულების მეთოდების ხარისხობრივ ცვლილებას. ყოველივე ამან აუცილებელი გახადა დედამიწის ერთიანი (საერთაშორისო) ელიფსოიდის პარამეტრებისა და მერკატორის უნივერსალური პროექციის (UTM) შემოღება:

„GPS“-ის გამოყენების მთავარი ფაქტორებია:

არ არის ამინდზე დამოკიდებული;

კოორდინატების განსაზღვრის ოპერატიულობა (3 წუთზე ნაკლები მიმდების ჩართვიდან);

კოორდინატების განსაზღვრის უწყვეტობა;

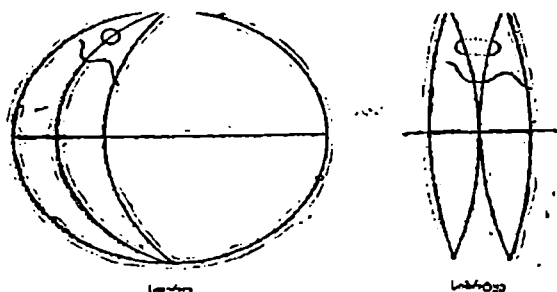
მიმღებების მცირე ზომები და წონა;

მაღალი სიზუსტე და ა.შ.

დღეისათვის „GPS“ ფართოდ გამოიყენება-სამხედრო, კოსმოსურ, საჰაერო, საზღვაო, ავტოსაგზაო და სხვა სახის ტრანსპორტში, გეოდეზიაში, კარტოგრაფიაში, სათევზაო მეურნეობაში, ეკოლოგიური მონიტორინგისა და ადამიანის მოღვაწეობის სხვა სფეროებში.

ლი ადგილები. ამ შემთხვევაში, მართალია მივიღებთ ავსტრალიის მთლიან მოხაზულობას ქაღალდზე, მაგრამ ეს მოხაზულობა არ იქნება სავსებით მსგავსი ავსტრალიის ნამდვილი მოხაზულობისა, ე.ი. ადგილი ექნება როგორც მოხაზულობის, ისე ფართობის დამახინჯებას.

ე.ი სფერული ან სფეროიდული ზედაპირის გაშლა სიბრტყეზე დაუმახინჯებლად არ შეიძლება. ადგილი ექნება გახლეჩვებსა და გადაფარვებს. ამიტომ სფეროიდის ზედაპირიდან სიბრტყეზე გადასვლისას ხაზები, კუთხეები და ფართობები განიცდიან დამახინჯებას, ანუ ერთ შემთხვევაში იზრდებიან, მეორეში კი მცირდებიან და სახეს იცვლიან.



ნახაზი №3

ნახაზიდან (ნახ.3) ნათლად ჩანს, რომ წრეხაზმა სიბრტყეზე ელიფსის ფორმა მიიღო და თანაც ფართობით გაიზარდა (მას დამახინჯების ელიფსი ანუ ინდიკატრისი ეწოდება), მდინარის სიგრძე-მაც შესაბამისად მოიმატა. აღნიშნული დამახინჯებები რუკაზე იწვევენ მასშტაბების სხვადასხვაობას რუკის სხვადასხვა წერტილებსა და ადგილებში.

თუ დედამიწის ზედაპირის მცირე ფართობს ($20^{\circ}20'$ კმ-მდე) გამოვსახავთ სიბრტყეზე, მაშინ დედამიწის სიმრუდე შეიძლება არ იყოს მიღებული მხედველობაში, რადგანაც ამ სიმრუდეს პრაქტიკული მნიშვნელობა არ ექნება და არც რუკას შეეტყობა მისი გავლენა.

ამ შემთხვევაში დედამიწის ზედაპირზე გაზომილ ხაზებს ამცირებენ გარკვეულ მასშტაბამდე და დაიტანენ ქაღალდზე ისე, რომ მასში არ შეაქვთ დედამიწის სიმრუდით გამოწვეული შესწორებანი.

ამგვარად მიღებულ ნახაზს გეგმას უწოდებენ. გეგმაზე მასშტაბი მუდმივია.

თუ დედამიწის მთლიან ზედაპირს ან მის დიდ ნაწილს გამოვსახავთ სიბრტყეზე, დამახინჯებების გამო, რუკის სხვადასხვა წერტილში და მიმართულებებზე სხვადასხვა მასშტაბი იქნება, მაშასადამე რუკაზე მასშტაბი ცვალებადია.

რუკაზე გამოსახავენ საგნებსა და მოვლენებს, რომელთაც ადგილი აქვთ დედამიწის ზედაპირზე, ბუნებაში და ადამიანთა საქმიანობასა და საზოგადოებრივ ცხოვრებაში.

გეოგრაფიული ლანდშაფტის ელემენტებს, რომელთაც მიეკუთვნება ჰიდროგრაფია, რელიეფი, ნიადაგ-მცენარეული საფარი, სხვადასხვა ნაგებობანი და სხვა, დაიტანენ რუკაზე ტოპოგრაფიულ აგეგმვათა შედეგად.

გეოგრაფიულ რუკას ორი ძირითადი თვისება გააჩნია: ერთი ის, რომ მასზე ობიექტები და მოვლენები გეგმიურად გამოისახება, მეორე კი ის, რომ ამ ობიექტებისა და მოვლენების გამოსახვა ხდება სპეციალური პირობითი ნიშნებით. ზოგიერთი პირობითი ნიშანი თავისი ფორმით ჰგავს გამოსახულ ობიექტს, ზოგიერთს კი არაფერი აქვს საერთო მასთან. პირობით ნიშნებს აზრი აქვთ მხოლოდ მაშინ, თუ ისინი განლაგებულნი არიან რუკაზე სივრცობრივად.

რუკის ყოველი ელემენტი პირობითი ნიშნებითაა გამოსახული, თუმცა ზოგიერთი ობიექტის მასშტაბში გამოსახვა შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში გამოიყენება მასშტაბგარეშე პირობით ნიშნები.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, რუკა არის დედამიწის ზედაპირის კონკრეტული მოვლენებისა და ობიექტების შემცირებული, აბსტრაქტირებული და განზოგადებული გამოსახულება სიბრტყეზე. იგი აგებულია კარტოგრაფიულ პროექციაში.

რუკის შინაარსის ამოცნობის საშუალებას იძლევა რუკის ენის

ცოდნა, რომელიც წარმოადგენს კოდირებულ ანუ შინაარსმინიჭებულ პირობით ნიშნებს, განლაგებულს სივცობრივად.

რუკის მნიშვნელობა გეოგრაფიის შესწავლაში უაღერესად დიდია. ხშირია შემთხვევა, როდესაც რუკა ამა თუ იმ საკითხის შესწავლაში უფრო ეფექტურია, ვიდრე წიგნი და იგი წარმოადგენს ისეთ თვალსაჩინო სახელმძღვანელოს, რომლის შეცვა წიგნით ხშირად შეუძლებელია.

ნებისმიერი რუკის საფუძველია გრადუსთა ბადე. სწორედ რუკების შედგენის დროს, პირველ რიგში კარტოგრაფიული ბადე ანუ მერიდიანებისა და პარალელებისაგან შემდგარი ბადე უნდა გამოი-სახოს სიბრტყეზე.

გრადუსთა ბადის გამოსახვას სიბრტყეზე რაიმე მათემატიკური ხერხით კარტოგრაფიული გეგმილი ანუ კარტოგრაფიული პროექცია ეწოდება.

ვინაიდან კარტოგრაფიული ბადე მიიღება სფერული ზედაპირის გაშლით, ამიტომ ისიც და თვით რუკაც დამახინჯებული იქნება. რუკას სხვადასხვა ადგილას და სხვადასხვა მიმართულებით მასშტაბი სხვადასხვა ექნება. მას კერძო მასშტაბი ეწოდება. რუკის ერთ ან რამდენიმე მიმართულებაზე (ეკვატორზე, პარალელზე, მერიდიანზე) მასშტაბი შენარჩუნებულია. ეს არის იმ გლობუსის მასშტაბი, რომლის გაშლით იყო მიღებული კარტოგრაფიული ბადე.

რუკის კერძო (C) და მთავარ (R) მასშტაბებს შორის შეფარდებას მასშტაბის მოდული (M) ეწოდება

$$M = \frac{C}{R}$$

მოდული (M) გვიჩვენებს დამახინჯების სიდიდეს. მაგალითად თუ რუკის რომელიმე ადგილას მოდული (M) უდრის 2-ს, რუკის ამ ადგილას ხაზის სიგრძე სინამდვილესთან შედარებით ორჯერ არის დამახინჯებული (გადიდებული). ჩვენი ნახაზიდან ჩანს, რომ ეკვატორის ჩრდილოეთით და სამხრეთით დამახინჯება თანდათან მატულობს და მოდულიც იზრდება. თვით ეკვატორზე კი დამახინჯე-

ბას არა აქვს ადგილი და მასშტაბის მოდული ტოლია ერთის ($M=1$).

რუკაზე წარწერილი მასშტაბი წარმოადგენს რუკის მთავარ მასშტაბს, რომელიც გვაძლევს შემცირების საერთო ხარისხს. ცხადია სასურველია რუკის ჩარჩოს გარეთ წარწერილი იყოს კერძო მასშტაბები რუკის ხვადასხვა განედზე. ამით რუკით სარგებლობა გაადვილდება.

რუკაზე წაყენებული პირობები

დედამიწის ზოგადი სახის პირველი რუკა ეკუთვნის ანაქსიმანდრეს, რომელიც ცხოვრობდა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მეექვსე საუკუნეში. შემდეგში ანაქსიმანდრეს რუკა ახალი მონაცემებით შეავსო და გადაამუშავა მისმა თანმიმდევარმა ჰეკატემ (5 ს.ჩ.წ.-მდე). აღნიშნულ პერიოდში პირველად მეცნიერმა პითაგორამ, რომელიც ცხოვრობდა მეექვსე საუკუნეში ჩ.წ.-მდე, წამოაყენა საკითხი დედამიწის სფერული ფორმის შესახებ.

მეოთხე საუკუნეში (ჩ.წ.-ად-მდე) მეცნიერი არისტოტელე ამტკიცებდა, რომ „დედამიწას სფეროს ფორმა აქვს, იგი სივრცეში გაჩერებულია, მის ირგვლივ მოძრაობენ კონცენტრულად მზე, მთვარე, პლანეტები და ვარსკვლავები. დედამიწას აქვს 5 ზონაა. ერთი ცხელი ტროპიკებს შორის, ორი ზომიერი და ორი ცივი, რომ სიცოცხლე მხოლოდ ზომიერ ზონებშია“.

უდიდესი და ღირსშესანიშნავი შრომები გეოდეზიაში, ასტრონომიაში, კარტოგრაფიასა და გეოგრაფიაში მოგვცა ალექსანდრიის ბიბლიოთეკის მთავარმა ბიბლიოთეკარმა ერატოსთენემ, რომელიც ცხოვრობდა 276-195 წლებში ჩვენ წელთაღრიცხვამდე. მან დაწერა წიგნი „გეოგრაფია“, რომელშიც დეტალურად აღწერა მაშინ ცნობილი დედამიწის ზედაპირი და გამოსახა იგი რუკაზე. ერატოსთენე ითვლება პირველ გეოდეზისტად, რადგანაც მან პირველად მოახდინა მერიდიანის რკალის გაზომვა დედამიწის ზომების დასადგენად.

ასტრონომი ჰიპარხი (160-125 წწ ჩ.წ.-მდე) მუშაობდა რუკის მათემატიკური ფუძის შექმნაზე. მან მოგვცა კონუსური პროექცია. ჰიპარხმა შეიმუშავა დედამიწის ზედაპირის წერტილების გეოგრაფიული კოორდინატების ასტრონომიული გზით გამოთვლის ხერხები. წრე 360 გრადუსად პირველად ჰიპარხმა დაჰყო.

მეცნიერმა სტრაბონმა (63 წ.ჩ.წ.-მდე - 21 წ. ჩვ.წელთაღრიცხვით) დაწერა შრომა „გეოგრაფია“, რომელშიც მიუთითებს გეოგრაფიის აუცილებელ კავშირზე ასტრონომიასა და გეოდეზიასთან. მისი აზრით, დედამიწის გამოსახვა სიბრტყეზე შესაძლებელია, მრუდი მერიდიანებისა და პარალელების შეცვლით სწორი ხაზებით, ანუ ცილინდრულ პროექციაში. ალექსანდრიის გამოჩენილმა ასტრონომმა და კარტოგრაფმა პტოლემემ (ჩ.წ.87-50 წწ) უამრავი შრომა მიუძღვნა მათემატიკას, ასტრონომიას, კარტოგრაფიასა და გეოგრაფიას. იგი სამყაროს გეოცენტრული სისტემის არსებობაზე მიუთითებდა. მე-16-ე საუკუნეში ეს შეხედულება უარყო და შეცვალა ჰელიოცენტრული სისტემით კოპერნიკმა.

მე-11-13-ე საუკუნეების ჯვაროსნული ლაშქრობანი ხელს უწყობდა დასავლეთ ევროპის ქვეყნებსა და აღმოსავლეთის ქვეყნებს შორის ვაჭრობას ხმელთაშუა ზღვაზე გავლით. ზღვით შორეული ნაოსნობა მოითხოვდა ისეთი თვალსაჩინო დამხმარე საშუალებების შექმნას, რომლის მეოხებით შესაძლებელი გახდებოდა მოძრაობა არა მარტო ზღვის ნაპირების გასწვრივ, არამედ ღია ზღვაშიც. ასეთ საშუალებად გვევლინება ყიბლანი და საზღვაო ნავიგაციური რუკები - პორტულანები. პირველი პორტულანის შექმნის თარიღი დადგენილი არაა, მაგრამ შემორჩენილია უძველესი საზღვაო რუკა, რომელიც შექმნილია 1311 წელს გენუელ ვესკონტეს მიერ.

სიტყვა „პორტულანო“ იტალიური წარმოშობისაა, „პორტო“ - ქართულად ნავსადგურს ნიშნავს. მას როგორც წესი, ტყავის პერგამენტზე ამზადებდნენ. მე-17-ე საუკუნეში იგი შეცვალა მერკატორის საზღვაო რუკებმა, რომლებიც აგებული იყო ტოლკუთხა პირდაპირ ცილინდრულ პროექციაში და ათვალისწინებდა დედამიწის სფერო-

სებურებას, ასევე იძლეოდა ღია ზღვაში ხომალდების დგომის წერტილის გეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრის საშუალებას.

ნიუნბერგელმა მათემატიკოსმა, ასტრონომმა და კარტოგრაფმა მარტინ ბეჰაიმა, რომელსაც უმოგზაურია პორტუგალიაში, ისარგებლა რა პტოლემეს შრომებითა და პორტუგალიელების აღმოჩენებით, 1492 წელს შექმნა პირველი შუა საუკუნეების გლობუსი. ნიდერლანდების უდიდესმა კარტოგრაფმა მერკატორმა (1519-1594) კარტოგრაფიის განვითარების მთელი ეპოქა შექმნა.

რაც შეეხება საქართველოს, აქ არ არის დოკუმენტური მასალა შემორჩენილი, რაც მიგვითითებდა კარტოგრაფიის როგორც მეცნიერების არსებობაზე ჩვენს ქვეყანაში მე-18-ე საუკუნეზე უფრო ადრე. თუმცა კოლხეთის მკვიდრნი განთქმული ზღვაოსნები ყოფილან და ამიტომ შემთხვევითი არ იქნებოდა ის ფაქტი, რომ აქ განვითარებული იყო გეოგრაფია და კარტოგრაფია. კოლხებს აპოლონ როდოსელის ცნობით, ჰქონდათ გეოგრაფიული რუკები-„კირბები“, რომლებზედაც დატანილი იყო დასახლებული პუნქტები, გზები და საზღვრები. აქედან გამომდინარე, უნდა ვიფიქროთ, რომ ქართული კარტოგრაფია არსებობდა მე-18-ე საუკუნემდეც.

საქართველოში კარტოგრაფიის განვითარების ფუძემდებლად ითვლება მე-18-ე საუკუნის გამოჩენილი კარტოგრაფი, ისტორიკოსი და გეოგრაფი ვახუშტი ბაგრატიონი (ბატონიშვილი). თუმცა დღეს უკვე ცნობილია, რომ ვახუშტამდე რუკები შეუქმნიათ სულხან-საბა ორბელიანს და მეფე ვახტანგ მეექვსესაც. ვახუშტის მიერ გამოცემული ორი ატლასიდან, პირველი დათარიღებულია 1736 წლით. მე-19-ე საუკუნის თითქმის მეორე ნახევრამდე მხოლოდ ვახუშტი ბაგრატიონის რუკებით შეისწავლიდნენ საქართველოსა და კავკასიის მიწა-წყალს და თითქმის 100 წლის მანძილზე, მარტო ამ რუკების გამოყენებით ადგენდნენ კავკასიის რუკებს, როგორც რუსეთში, ისე დასავლეთ ევროპაშიც.

1924 წელს პროფ.ალ.ჯავახიშვილის ინიციატივით, თბილისის უნივერსიტეტთან დაარსდა კარტოგრაფიული ინსტიტუტი, რომე-

ლიც შემდეგ გეოგრაფიის ინსტიტუტად გარდაიქმნა.

1927 წელს გამოიცა საქართველოს ატლასი 15 რუკის ოდენობით, რომელთა შემდგენელები იყვნენ ალ.ჯავახიშვილი და ს. ცხაკაია.

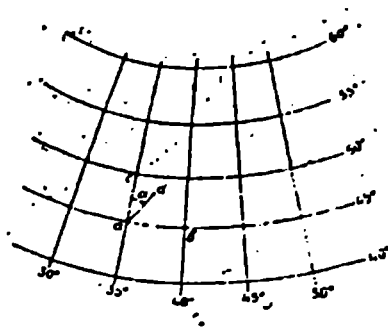
1964 წელს გამოიცა საქართველოს კომპლექსური ატლასი, რომელიც ქართული კარტოგრაფიის ღირსშესანიშნავ ნიმუშს წარმოადგენს.

დამოუკიდებელი საქართველოს ისტორიაში პირველი ქართულენოვანი კომპლექსური ატლასი გამოიცა 2002 წელს. ასევე ამავე პერიოდში მოხდა სხვადასხვა შინაარსისა და თემატიკის სასკოლო ატლასების გამოცემა. 2013 წელს გამოიცა ქართულენოვანი, საუკეთესო დატვირთვის კარტოგრაფიული ნაწარმი „ოფიცრის ატლასი“.

რუკის კერძო მასშტაბების განსაზღვრა

ყოველ კარტოგრაფიულ რუკაზე დატანილ მერიდიანებსა და პარალელებზე წარწერილია გრადუსები, რომლებიც გვიჩვენებს მერიდიანების დაშორებას გრანვიჩიდან (გრძედები) და პარალელების დაშორებას ეკვატორიდან (განედები). ამ წარწერების მიხედვით კრასოვსკის ცხრილების გამოყენებით ადვილად განისაზღვრება კერძო მასშტაბი რუკის ნებისმიერ წერტილში. ამ ცხრილებში კრასოვსკის ელიფსოიდისათვის მოყვანილია მერიდიანებისა და პარალელების სიგრძეები კილომეტრებში, რომლებიც შეესაბამება 1 გრადუსს.

ვთქვათ, ამ ცხრილების გამოყენებით საჭიროა განვსაზღვროთ კერძო მასშტაბი რუკის a წერტილში გამავალ ab პარალელის მიმართულებით. როგორც ნახაზიდან ჩანს ab პარალელის განედია 45° .



ნახაზი №4

ამ განედის მიხედვით ცხრილში ვპოულობთ, რომ ერთი გრადუსის სიგრძე ამ პარალელზე შეესაბამება 78,85 კმ დედამიწის ელიფსიდეზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, რუკაზე პარალელები და მერიდიანები გატარებულია ყოველ 5 გრადუსზე. მაშასადამე, პარალელის სიგრძე იქნება: $78,85 \cdot 5 = 394,25$ კმ. იმავე ab ხაზის სიგრძეს გავზომავთ ფარგლით და გავიგებთ ამ სიგრძეს სანტიმეტრებში, მაგ; უდრის 7,5 სმ-ს. შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ერთი სანტიმეტრი რუკაზე პარალელის მიმართულებით შეესაბამება: 52,53 კმ-ს.

$(394,25 : 7,5 = 52,53$ კმ) ანუ 5253000 სანტიმეტრს დედამიწის ზედაპირზე.

მაშასადამე, კერძო მასშტაბი C რუკის a წერტილში (პარალელის მიმართულებით) ყოფილა 15253000.

ამავე წესით გავიგებთ C_2 კერძო მასშტაბს ac მერიდიანის მიმართულებით.

კერძო მასშტაბი - C_0 რუკაზე დანიშნულ ad ხაზისა, რომელიც მერიდიანთან ქმნის α აზიმუტს, განისაზღვრება ფორმულით:

$$C_0 = \gamma \sqrt{C^2 \cos^2 \alpha + C^2 \sin^2 \alpha}$$

ვინაიდან რუკის მთავარი მასშტაბი C_0 ცნობილია (წარწერილია რუკაზე), ადვილად განისაზღვრება მასშტაბების მოდულები m და n იმავე a წერტილისათვის ფორმულით.

$$m = \frac{C_2}{\gamma} \text{ და } n = \frac{C_1}{\lambda}$$

ad ხაზის მიმართულებით მოძული k მიიღება ფორმულით:

$$k = \frac{C_0}{\gamma}$$

რუკის მასშტაბის შედარება გლობუსის მასშტაბთან

რუკის მასშტაბის ცვალებადობა გასაგები რომ იყოს, ავიღოთ გლობუსი, აგებული რომელიმე მასშტაბში; რადგანაც გლობუსის ზედაპირი დედამიწის სფეროს ზედაპირის მსგავსია, გლობუსის მასშტაბს შეადგენს შეფარდება რაგინდა რა ხაზის სიგრძისა გლობუსზე (s) შესაბამისი ხაზის სიგრძესთან (S) დედამიწის სფეროზე,

$$\mu = \frac{s}{S} \quad (1)$$

ახლა წარმოვიდგინოთ ამავე გლობუსის ზედაპირი, გადატანილი ქაღალდზე, რუკის სახით; გლობუსის ზედაპირის გადატანა სიბრტყეზე იწვევს ხაზების სიგრძეების აუცილებელ დამახინჯებებს. ამიტომ რუკა მხოლოდ ზოგან შეინარჩუნებს გლობუსის მასშტაბს (μ), ზოგან კი მიიღებს სხვადასხვა მასშტაბს. რუკისათვის გლობუსის მასშტაბს ეწოდება მთავარი მასშტაბი ანუ საერთო მასშტაბი, რომელიც რუკაზეა მოცემული. მაგ., 1:2 000 000; ესაა ამ რუკის მთავარი მასშტაბი, შენარჩუნებული რუკის გარკვეულ წერტილებში ან გარკვეულ ხაზებში; ყველა დანარჩენი მასშტაბები რუკის კერძო მასშტაბებია (η). კერძო მასშტაბი შეადგენს შეფარდებას უსასრულოდ მცირე ხაზისა (s) რუკაზე, შესაბამის მცირე ხაზიან (S) დედამიწის სფეროზე, ე.ი.

$$\eta = \frac{s}{S} \quad (2)$$

განვსაზღვროთ რუკის კერძო მასშტაბის შეფარდება მთავარ მას-

შტაბთან; ამისათვის ტოლობა (2) გავყოთ ტოლობა (1)-ზე; მივიღებთ:

$$\eta = \mu \frac{s}{S} \quad (3)$$

$\frac{s}{S}$ წევრს ეწოდება რუკის მთავარი მასშტაბის „გადიდება“. აქედან ცხადია, რომ მთავარი მასშტაბის „გადიდება“ $\frac{s}{S}$ არის მამრავლი, რომელზედაც უნდა გამრავლდეს რუკის მთავარი მასშტაბი. კარტოგრაფიულ გამოთვლებში მიღებულია, რომ მთავარ მასშტაბს მიეცემა 1-ის ტოლი მნიშვნელობა, მაშინ (3) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$\eta = \frac{s}{S} \quad (4)$$

რუკის ამა თუ იმ წერტილში შეფარდება $\frac{s}{S}$ მაჩვენებელია იმისა, თუ რამდენჯერაა გადიდებული ან შემცირებული რუკის კერძო მასშტაბი მთავარ მასშტაბთან შედარებით. თუ რუკის რომელიმე $\frac{s}{S} = 1$, მაშინ მთავარი მასშტაბი არ არის დამახინჯებული. რუკის ხაზები ან წერტილები, რომლებშიაც მთავარი მასშტაბი არ არის დამახინჯებული, იწოდება ნულოვანი დამახინჯების ხაზებად ან წერტილებად.

(3) ფორმულაში ყოველთვის უცნობია $\frac{s}{S}$. პრაქტიკულად ამის განსაზღვრა ხდება განსახილველი რუკის მერიდიანებისა და პარალელების ბადის მეშვეობით:

მაგ. მოცემულია რუკა, რომლის მასშტაბია 1:4 000 000, ე.ი. 1 სმ—40 კმ; და მასზე მერიდიანები და პარალელები გატარებულია 20"-ანი ინტერვალებით. განდის 38°-იანი პარალელის გაყოლებით ფარგლით ვზომავთ მისი 2°-იანი რკალის სიგრძეს (S); მივიღებთ:

$$S = 4,25 \text{ სმ.}$$

იმავე 2°-იანი რკალის სიგრძეს (S) ვღებულობთ კარტოგრაფიული ცხრილიდან. ამ სიგრძეს ვამცირებთ მოცემულ მთავარ მასშტაბში (1:4 000 000); და მივიღებთ

$$S = 4.40 \text{ სმ.}$$

ფორმულაში ჩასმით s –ისა და S –ის მნიშვნელობებით მივიღებთ: 38,095 კმ-ს

ე.ი. 1 სანტიმეტრში არის 38,095 კმ. ხოლო მოცემულ მთავარ (S) მასშტაბში 1 სანტიმეტრი 40 კმ–ია.

კარტოგრაფიულ ნაწარმთა ტიპები და რუკების კლასიფიკაცია

კარტოგრაფიულ ნაწარმებს მიეკუთვნება რუკები, ატლასები, გლობუსი და რელიეფური მოდელები. აქედან ყველაზე გავრცელებულ კარტოგრაფიულ ნაწარმს რუკა წარმოადგენს. რუკათა ნაირსახეობა საკმაოდ დიდია, ამიტომ ხდება მათი დაჯგუფება, კლასიფიკაცია მსგავსი ნიშან–თვისებების მიხედვით. რუკები შეიძლება დაჯგუფდეს მასშტაბის, შინაარსის, დანიშნულების და სხვა ნიშან–თვისებების მიხედვით.

1. მასშტაბის მიხედვით რუკებს ჰყოფენ სამ ჯგუფად:

ა) მსხვილმასშტაბიანი რუკები – მიეკუთვნება რუკები 1:200 000 მასშტაბიანი და მასზე უფრო მსხვილი მასშტაბით;

ბ) საშუალომასშტაბიანი რუკები – 1:300 000–დან 1:1000 000 ჩათვლით.

გ) წვრილმასშტაბიანი რუკები – 1:1 000 000 მასშტაბზე უფრო წვრილმასშტაბიანი რუკები.

2. შინაარსის მიხედვით რუკებს ჰყოფენ ზოგადგეოგრაფიულ და სპეციალურ რუკებად.

ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე ძირითადად გამოსახულია გეოგრაფიული ლანდშაფტის ელემენტები და ზოგიერთი ეკონომიური და კულტურული ხასიათის მონაცემები.

ტოპოგრაფიული რუკები მიეკუთვნება ზოგადგეოგრაფიულ რუკებს.

არჩევენ ორი სახის სპეციალურ რუკებს:

ა) რუკები, რომლებზედაც გეოგრაფიული ლანდშაფტის ერთი ან რამდენიმე ელემენტი უფრო სრულად ან დეტალურადაა მოცემული, ვიდრე სხვა დანარჩენი ელემენტები.

ბ) რუკები, რომლებზედაც გეოგრაფიული ლანდშაფტის ელემენტების გარდა დატანილია სპეციალური დატვირთვა რაიმე მოვლენის ასახვას და დასახასიათებლად.

სპეციალურ რუკებზე ზოგადგეოგრაფიული რუკის ელემენტები უფრო ნაკლები სისრულითაა მოცემული, ვიდრე ზოგადგეოგრაფიულზე.

3. დანიშნულების მიხედვით რუკებს ყოფენ საცნობარო, სასწავლო, საგზაო, ტურისტულ, სამხედრო, საზღვაო და საფრენოსნო რუკებად.

4. ტერიტორიის გარემოცვის მიხედვით რუკებს ყოფენ მსოფლიოს, ნახევარსფეროების, მატერიკების, მატერიკთა ჯგუფების, ცალკეული და სახელმწიფოების ჯგუფების, სახელმწიფოების ცალკეული ნაწილების, ოკეანეებისა და ზღვების რუკებად.

რუკებს გააჩნიათ მეორეხარისხოვანი ნიშან-თვისებებიც, როგორიცაა გამოყენების ხერხი, გამოცემის ადგილი და დრო და ა. შ.

კარტოგრაფიულ ნაწარმთა შორის აღსანიშნავია ატლასი. იგი წარმოადგენს სხვადასხვა შინაარსის და მასშტაბების რუკათა სისტემატიზებულ კრებულს. რაც შეეხება გლობუსს, იგი ყველაზე ზუსტი კარტოგრაფიული ნაწარმია, რომელიც თავისი ფორმით ინარჩუნებს რა დედამიწის ფორმას, მასზე შენარჩუნებულია დედამიწის ზედაპირის ელემენტების ადეკვატური ანუ თანხვედრილი გამოსახულება, მასზე ზუსტად არის შესაძლებელი წერტილთა გეოგრაფიული კოორდინატების გამოთვლა, იოლია გეოგრაფიული ბადის არსის გაგება, იმის განსაზღვრა თუ სად და როგორაა განლაგებული დედამიწის ზედაპირზე ხმელეთი, ზღვები და ოკეანეები, როგორ იცვლება დღე-ღამით და სხვა.

რიგი დადებითი თვისებების გარდა, გლობუსს გააჩნია დიდი უარყოფითი მხარე. ესაა მისი მასშტაბი. კერძოდ, ის არის წვრილმას-

შტაბიანი, ჩვენ ვიყენებთ გლობუსებს, რომელთა მასშტაბებია 1:30 000 000; 1:50 000 000 და 1:83 000 000. ცხადია, ასეთ გლობუსებზე რიგი ამოცანების გადაწყვეტა შეუძლებელია. მსხვილმასშტაბიანი გლობუსი კი პრაქტიკულად გამოუყენებელია მისი დიდი ზომის გამო. მაგ. რომ დავამზადოთ გლობუსი 1:5 000 000 მასშტაბში მისი დიამეტრი - 2,6 მეტრის ტოლი იქნება. ხოლო 1:1000 000 მასშტაბიანი გლობუსის დიამეტრი - 127 მეტრი.

რელიეფური რუკა ანუ მოდელი წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირის გარკვეული ნაწილის მოცულობით გამსახულებას. ანუ მას გააჩნია, როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მასშტაბი. რელიეფური მოდელები შეიძება დამზადებული იყოს, როგორც სიბრტყეზე, ისე სფერულ ზედაპირზე.

დედამიწის ზედაპირის კარტოგრაფიული გამოსახულების ძირითადი თვისებები, მათზე წაყენებული პირობები

ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები - დაწვრილებითი შინაარსის, გაფორმებისა და მათემატიკური საფუძვლის მიხედვით ერთიანი გეოგრაფიული რუკებია, რომლებზეც გამოსახება ადგილმდებარეობის ბუნებრივი და ანთროპოგენული (სოციალურ-ეკონომიკური) ობიექტები მათთვის დამახასიათებელი ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლებით, განთავსების თავისებურებებით. ეს რუკები განკუთვნილია მრავალმიზნობრივი სამეურნეო, სამეცნიერო და სამხედრო გამოყენებისათვის. მათ საფუძველზე ხდება ასევე დარგობრივი თემატური რუკების შედგენა.

კარტოგრაფიულ გამოსახულებებს (რუკა, გლობუსი, რელიეფური რუკა, ატლასი და სხვა) აქვთ რიგი თვისებები. მათ შორის აღსანიშნავია თვალსაჩინოება და გაზომვითობა.

რუკის თვალსაჩინოება უზრუნველყოფს დედამიწის ზედაპი-

რის ან მისი ცალკეული უბნების სახის, მათი მახასიათებელი ნიშნების მხედველობით აღქმას. რუკის გაზომვითობა ნიშნავს მასზე გამოსახული ობიექტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების მიღების შესაძლებლობებს.

გეოგრაფიული რუკის წინაშე ორი ძირითადი მოთხოვნაა დასმული:

1) რუკის გამოსახულება უნდა იყოს უწყვეტი და 2) რუკა უნდა იყოს ერთნიშნოვანი ანუ დედამიწის ზედაპირის თითოეულ წერტილს უნდა შეესაბამებოდეს რუკის მხოლოდ ერთი წერტილი.

რუკის თვალსაჩინოება და გაზომვითობა განპირობებულია: 1) კარტოგრაფიული პროექციების დახმარებით; 2) გამოსახული ობიექტების ხაზოვანი ზომების მასშტაბის შესაბამისად შემცირებით;

2) კარტოგრაფიული გენერალიზაციის გზით; 4) დედამიწის ზედაპირის გამოსახვადაც განსაკუთრებული ნიშანთა სისტემის - კარტოგრაფიული პირობითი ნიშნების გამოყენებით.

რუკებზე ჩატარებული გაზომვების მაღალი ხარისხის უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია, რომ მათ გააჩნდეთ კონკრეტული მიზნებისათვის საკმაო გეომეტრიული სიზუსტე, რომელშიც იგულისხმება ობიექტების მოხაზულობათა ზომების, მისი ადგილმდებარეობის შესატყვისობა რუკაზე და სინამდვილეში. ტოპოგრაფიული რუკების სიზუსტეს განსაზღვრავს მისი მასშტაბი და გამოსახულების გენერალიზაციის ხარისხი. სიზუსტეზე გავლენას ახდენს რუკაზე გამოსახული ელემენტების მხედველობითი აღქმის შესაძლებლობები. დადგენილია, რომ 0,1 მმ გრაფიკული ნიშნის ის უმცირესი ზომაა, რომელსაც ადამიანის შეუიარაღებელი თვალი აღიქვამს როგორც წერტილს. იმისათვის, რომ გრაფიკული გამოსახულება აღქმული იყოს როგორც მონაკვეთი, მისი მინიმალური სიგრძე 0,2 მმ უნდა იყოს. რუკაზე 0,1 მმ-ის შესატყვის ჰორიზონტალურ ქვედებულს ადგილზე, რუკის მასშტაბის ზღვრული სიზუსტე ეწოდება იგი ახასიათებს მოცემული რუკის შესაძლებლობებს, ადგილის ობიექტების, ზომებისა და ფორმების გადაცემისას. მაგალითად, 1:10 000

მასშტაბისათვის ზღვრული სიზუსტე 1 მ-ს შეადგენს, 1 სმ-100 მ; 1 მმ-10 მ. 0,1 მმ-1 მ.

1:100 000 მასშტაბისათვის ზღვრული სიზუსტე 10 მ-ია და ა. შ.

ამგვარად, რაც უფრო წერილია რუკის მასშტაბი მით უფრო იჩენს თავს წინააღმდეგობა რუკის სიზუსტეზე მოთხოვნასა და მათ გეოგრაფიულ შესატყვისობას შორის. რუკების სიზუსტე განისაზღვრება აგრეთვე მათზე ცალკეული ობიექტების გამოსახვის სიზუსტით. რუკებზე ზღვრული სიზუსტით დაიტანება საყრდენი პუნქტები. ცდომილებები ახლომდებარე საყრდენი პუნქტების მიმართ ობიექტების და მკაფიო საზღვრების მქონე ადგილის კონტურების დატანაში არ უნდა აღემატებოდეს 0,5 მმ-ს ვაკე და 0,7 მმ-ს მთიანი ადგილებისათვის. არამკაფიო კონტურები (რელიეფის ელემენტები, მცენარეული საფარისა და გრუნტის საზღვრები) გამოსახება ნაკლები სიზუსტით. რუკებზე ჰორიზონტალების მდებარეობის სიზუსტე დამოკიდებულია რელიეფის თავისებურებებსა და კვეთის სიმაღლეზე, რომლის გადიდება იწვევს რელიეფის გამოსახვის დეტალურობის შემცირებას. მიღებული კვეთის საშ. ცდომილება $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ -ს აღწევს ვაკე ადგილებში და მატულობს 2-3 ჯერ მთიანი მხარეებისათვის.

რუკების სიზუსტე ძირითადად განსაზღვრავს რუკებზე გაზომვების სიზუსტეს. გარდა ამისა, გაზომვის სიზუსტეზე გავლენას ახდენენ მზომი ხელსაწყოებისა და მოწყობილობების შესაძლებლობები (მათი სიზუსტე), ქაღალდის საფუძველის მდგომარეობა (ნაკლები დეფორმაცია).

რუკა უნდა იყოს სარწმუნო, ე.ი. ცნობები, რომლებსაც გვაწვდის მისი შინაარსი განსაზღვრული დროის მომენტში უნდა იყოს სწორი და თანამედროვე, უნდა შეესაბამებოდეს იქ გამოსახული ადგილმდებარეობის თანამედროვე მდგომარეობას. რუკის ასევე საჭირო თვისებაა შინაარსის სისრულე, რომელშიც იგულისხმება მისი შემადგენელი ინფორმაციის მოცულობა. რუკების კლასიფიკაცია ხდება შინაარსის, მასშტაბის, დანიშნულებისა და ტერიტორიის გარე-

მოცვის მიხედვით.

რუკის ელემენტების შემადგენელი ნაწილებია: მათემატიკური საფუძველი, შინაარსი, რომელშიც შედის რუკაზე ნაჩვენები ობიექტებისა და გადმოცემული ცნობების ერთობლიობა; დამხმარე ელემენტები (სახელწოდება, ლეგენდა-პირობითი ნიშნებისა და ახსნა განმარტებათა, წარწერები, სხვადასხვა სახის გრაფიკები, საცნობარო მონაცემები და სხვა).

ტოპოგრაფიული რუკების მათემატიკური საფუძველი

ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები შინაარსის მიხედვით ზოგადგეოგრაფიულ რუკებს განეკუთვნებიან. დანიშნულების მიხედვით მას მრავალსახეობა ახასიათებს— გამოიყენება მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში, ასევე სამეცნიერო და სამხედრო საქმეში. ტერიტორიული გარემოცვის მიხედვით ისინი ძირითადად ცალკეული სახელმწიფოების ან მათი ნაწილების რუკებია. ისინი გამოიყენება ნებისმიერი ტერიტორიის დეტალური შესწავლისათვის.

ტოპოგრაფიული რუკების აგება ხდება დედამიწის ზედაპირის სიბრტყეზე პროექტირების კანონებით (მათემატიკური საფუძველი).

ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები მრავალფეროვლიანებია. მათი შემადგენელი ცალკეული ფურცლების ზომები მოსახერხებელია როგორც გამოსაცემად, ისე პრაქტიკული ხმარებისათვის.

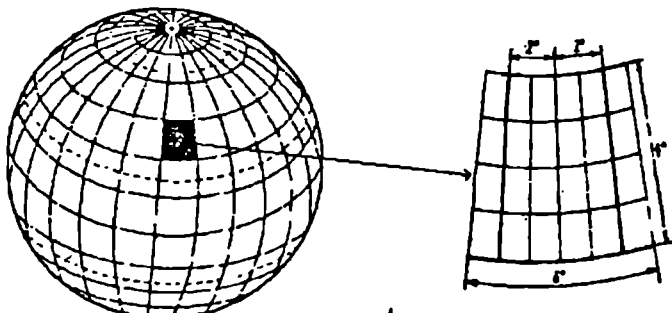
რუკის მათემატიკური საფუძველი მოიცავს გეოდეზიურ საფუძველს, კარტოგრაფიულ პროექციასა და მასშტაბს. ტოპოგრაფიული რუკებისა და გეგმების გეოდეზიურ საფუძველში შედის შემდეგი ელემენტები: დედამიწის ელიფსოიდის ზომები, კოორდინატებისა და სიმაღლეების საწყისი, საყრდენი გეოდეზიური ქსელით.

ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური სამუშაოების წარმოებისას აუცილებელია დედამიწის ელიფსოიდის ზომების მიღება. კარტოგრა-

ფიული პროექციის შერჩევა განპირობებულია დედამიწის ზედაპირის სიბრტყეზე გადატანისას წარმოქმნილი დამახინჯებების ისეთ მინიმუმამდე დაყვანის აუცილებლობით, რომლის დროსაც ისინი პრაქტიკულად შეუმჩნეველი იქნებიან. გრადუსთა ბადის გამოსახვას სიბრტყეზე რაიმე მათემატიკური მეთოდით კარტოგრაფიული პროექცია ეწოდება.

სახელმწიფო ტოპოგრაფიული რუკების გამოცემა ხდება ერთიანი სტანდარტული კრებულის—მასშტაბური რიგის მიხედვით, რომელიც მოიცავს 1:1000 000, 1:500 000, 1:300 000, 1:200 000, 1:100 000; 1:50 000, 1:25000 და 1:10000 მასშტაბებს.; გეგმები გამოიცემა 1:5000, 1:2000, 1:1000 და 1:500 მასშტაბებში. საქართველოს ტერიტორიაზე ჯერ კიდევ არის ხმარებაში ძველი (საბჭოთა კავშირის დროინდელი) გამოცემის ტოპოგრაფიული რუკები, რომელთათვის მიღებული იყო კრასოვსკის ელიფსოიდი, ხოლო კოორდინატთა საწყისად პულკოვოს ობსერვატორიის მთავარი შენობის წრიული დარბაზის ცენტრი. სიმაღლეთა ათვლა წარმოებდა კრონშტადტის ფუტშტოკის ნულიდან.

1:1000 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკების შედგენა ხდება პოლიკონუსურ სახეშეცვლილ პროექციაში. ამ პროექციის გამოყენებისას დედამიწის ელიფსოიდის მთლიანი ზედაპირი მერიდიანებით და პარალელებით იყოფა სფერულ ტრაპეციებად, რომლის ზომებია გრძედის მიმართ 6° , ხოლო განედის გასწვრივ 4° .



ნახაზი №5

მილიონიანი რუკის ფურცლებისათვის დედამიწის ზედაპირის ამგვარად დაყოფა დადგენილია საერთაშორისოდ. მილიონიანი საერთაშორისო რუკის შექმნის იდეა ეკუთვნის გერმანელ გეოგრაფს ალბრეხტ პენკს. მისი შექმნის საკითხები იხილებოდა VI (ლონდონი, 1895) – IX (ჟენევა, 1908) საერთაშორისო გეოგრაფიულ კონგრესებზე. ამიტომ 1:1000 000 მასშტაბიან რუკას საერთაშორისო რუკა ეწოდება. მიღებული ტრაპეციებიდან თითოეული შემდეგ ცალ-ცალკე გეგმილდება სიბრტყეზე.

საქმიანობაში უახლესი თანამგზავრული ტექნოლოგიების დანერგვა და მერკატორის უნივერსალური პროექციის (UTM) შემოღება, რთული და შრომატევადი სამუშაოების ეფექტურად მოკლე დროში და ნაკლები დანახარჯებით შესრულების შესაძლებლობას იძლევა.

გაუსის პროექციის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ყოფილ საბჭოთა კავშირში (და ჩვენთან) 1:500 000 და უფრო მსხვილი მასშტაბის რუკების შედგენა ხდებოდა ტოლკუთხა განივცილინდრულ პროექტში, რომელიც შედარებით ვრცელი ტერიტორიების გამოსახულების ყველაზე მოსახერხებელი ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატთა სისტემის აგების საშუალებას იძლევა.

დედამიწის ზედაპირის გაუსის პროექციაში გამოსახვა შესაძლებელია ელიფსოიდის ცილინდრში წარმოსახვით იმდაგვარი განთავსებით, რომ ერთ-ერთი მისი მერიდიანი აღმოჩნდეს გვერდითი ზედაპირის მხები, ხოლო ეკვატორის სიბრტყე ცილინდრის ღერძს შეუთავსდეს. დაგეგმილებას აწარმოებენ იმ პირობის დაცვით, რომ ყოველი უსასრულოდ მცირე ფიგურა ელიფსოიდზე ინარჩუნებს თავის ფორმას პროექციაში. ამით მიიღწევა კუთხეების ტოლობა ადგილზე და პროექციაში. დაგეგმილების შემდეგ ცილინდრის ზედაპირი ადვილად გაიშლება სიბრტყეზე თუ მას გავჭრით ელიფსოიდის პოლუსებზე.

აშშ და მსოფლიოს რიგ ქვეყნებში გამოიყენება მერკატორის უნივერსალური განივცილინდრული პროექცია. (პროექციის აღნიშვნაა

UTM). ორივე პროექცია UTM და გაუს-კრიუმერი) თავიანთი თვისებებით ახლოს არიან ერთმანეთთან (განსხვავებაა წერტილების კოორდინატთა გადათვლის ფორმულირებაში). ამასთან, საზღვაო და აეროსანავიგაციო რუკები ყოველთვის მერკატორის პროექციაშია მოცემული. გეოდეზიური დამახინჯების სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს გრაფიკულ სიზუსტეს. ამიტომ სფეროს ზედაპირს საზღვრავენ მერიდიანებით ყოველი 6°-ის შემდეგ, ანუ $\Delta\lambda = 6^\circ$, ხოლო 1:5000 და 1:2000 რუკებისათვის ყოველი 3°-ის შემდეგ.

ამრიგად, ღებულობენ სფეროიდის ზედაპირზე 60 „6°“-იან ან 120 „3°“-იან ზონებს.

თითოეულ ზონას აქვს თავისი ღერძმერიდიანი, ანუ მერიდიანი, რომლითაც ზონა ეხება ცილინდრის შიგა ზედაპირს. პირველი ზონის დასავლეთ მერიდიანს წარმოადგენს გრინვიჩის მერიდიანი, საიდანაც იწყება ზონების თვლა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ.

ზონების გარე მერიდიანების გრძედებია: პირველი ზონისათვის 0° , მეორე ზონისათვის 6° – 12° და ა. შ. პირველი ზონის ღერძმერიდიანის გრძედი 3° -ია, მეორესი 9° და ა. შ.

6°-იანი ზონები ემთხვევა მილიონიანი რუკის სვეტებს, მაგრამ მათი ნომრები ერთმანეთისაგან 30-ით განსხვავდება, რადგან სვეტების თვლა მილიონიანი რუკისათვის იწყება მერიდიანიდან, რომლის გრძედი 180° -ია, ზონების თვლა კი იწყება ნულოვანი ანუ გრინვიჩის მერიდიანიდან.

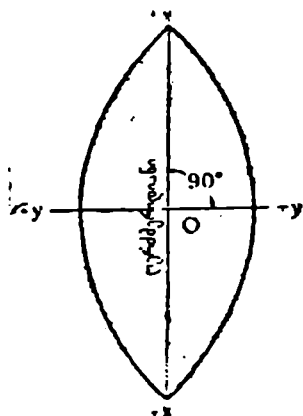
ზონის ნომერი გამოითვლება ფორმულით:

$$n = N - 30$$

სადაც n 6°-იანი ზონის ნომერია, N კი სახელმწიფო 1:1000 000 რუკის სვეტის ნომერი.

ამ პროექციის განსაკუთრებული თვისება ისაა, რომ თუ დაგეგმილების შემდეგ ცილინდრს გავშლით სიბრტყეზე, ზონის ღერძმერიდიანი და ეკვატორი ურთიერთპერპენდიკულარული სწორი ხაზებით გამოისახება. სხვა მერიდიანები და პარალელები კი მრუდე

ხაზებით გამოისახებიან, მაგრამ რუკის ერთი ფურცლის ფარგლებში მერიდიანების სიმრუდე ისე მცირეა, რომ ისინი სწორი ხაზებით გამოისახებიან. არც პარალელებს ახასიათებთ დიდი სიმრუდე. მათი სიმრუდე შესამჩნევი ხდება მხოლოდ წერილმასშტაბიან რუკებზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს.



ნახაზი №6

თითოეული ზონის კოორდინატულ სისტემაში აბსცისები ეკვატორის ჩრდილოეთით დადებითია, სამხრეთით კი – უარყოფითი. ორდინატიები ღერმმერიდიანიდან აღმოსავლეთით დადებითია, დასავლეთით კი – უარყოფითი.

რამდენადაც საქართველოს ტერიტორია დედამიწის ზედაპირზე განლაგებულია ეკვატორის ჩრდილოეთით მისი აბსციციები ყველგან დადებითია.

ცალკეული ტრაპეციები გაუსის პროექციაში დაიტანება კოორდინატულ ბადეში. კოორდინატული ბადე წარმოადგენს ღერმმერიდიანისა და ეკვატორის მიმართ პარალელურ ხაზებს. აღნიშნულ პარალელურ ხაზებს შორის მანძილი რუკის მასშტაბთან დაკავშირებით, შეესაბამება ერთ, ორ ან 10 კილომეტრს ადგილზე. ასე მაგალითად, 1:10000 მასშტაბიან ტოპოგრაფიულ რუკაზე პარალელური ხაზები გავლებულია ყოველ 10 სმ-ის შემდეგ, რაც ამ მასშტაბში ერთ

კილომეტრს უდრის; 1:25000–მასშტაბიან რუკაზე ყოველი 4 სმ–ის შემდეგ, ესეც ერთი კილომეტრია; 1:50000 მასშტაბიან რუკაზე ყოველი 2 სმ შემდეგ, ესეც ამ მასშტაბში ერთ კილომეტრს უდრის. ხოლო 1:100 000 მასშტაბიან რუკაზე პარალელურ ხაზებს ავლებენ ყოველი 2 კილომეტრის შემდეგ, 1:200 000 რუკაზე კი ყოველი 10 კილომეტრის შემდეგ. ამიტომ, ხშირად ასეთ კოორდინატულ ბადეს კილომეტრულ ბადეს უწოდებენ. მაშასადამე, თითოეულ ზონაში ყოველ ცალკეულ წერტილს აქვს როგორც თავისი გეოგრაფიული კოორდინატები φ და λ , ისე ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატები x და y . მოცემული წერტილის φ და λ გეოგრაფიული კოორდინატებიდან x და y მართკუთხა კოორდინატებზე გადასვლა ან φ და λ კოორდინატებით x და y კოორდინატების გამოთვლა ხდება სპეციალური გაუს-კრიუგერის ცხრილებით.

ტოპოგრაფიული რუკების დაგრაფვა და ნომენკლატურა

ტოპოგრაფიულ და სამიმოხილვო–ტოპოგრაფიულ რუკებს ადგენენ მსხვილი და საშუალო მასშტაბებით (1:10 000–დან 1:1000 000–მდე). ასეთი რუკების ცალკე ფურცლებზე გამოისახება შედარებით მცირე ტერიტორია. თუ წვრილმასშტაბიანი გეოგრაფიული რუკის ერთ ფურცელზე შეიძლება მოთავსდეს მთელი მატერიკი, იმავე მატერიკის ტოპოგრაფიული რუკებისათვის საჭირო იქნება მრავალი ფურცელი. ასეთ შემთხვევაში, ადვილი რომ იყოს ამა თუ იმ ადგილის რუკის დასახელება საჭირო მასშტაბით, ტოპოგრაფიული რუკების ყოველ ფურცელს აქვს თავისი ნომერი, ანუ ლიტერი, რომელიც იწერება რუკის ჩარჩოს ზემოთ. ლიტერის დასახელებით ადვილად მოიძებნება ტოპოგრაფიული რუკის საჭირო ფურცელი სასურველი მასშტაბით.

ტოპოგრაფიული რუკების ასეთ დანომრვას, ანუ ნომენკლატურ-

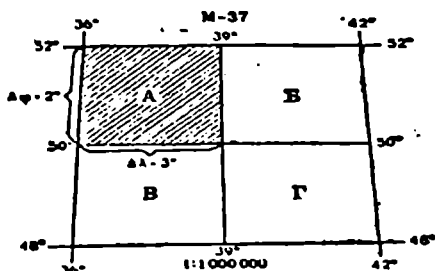
რას საფუძვლად უდევს კარტოგრაფიული ბადე, რომელსაც მივიღებთ, თუ მერიდიანებისა და პარალელების საშუალებით დედამიწის მთლიან ზედაპირს წარმოვიდგენთ უჯრედებად (სფერულ ტრაპეციებად) დაყოფილს. მერიდიანებს ღებულობენ ყოველ ექვს გრადუსზე, ხოლო პარალელებს – ყოველ ოთხ გრადუსზე. მრავალფეროვანი რუკის დაყოფას ცალკეულ ფურცლებად დაგრაფვა ეწოდება.

რუკათა ნომენკლატურული დაყოფა გაუსის პროექციაში ემთხვევა 1:1000 000 საერთაშორისო რუკის ნომენკლატურულ დაყოფას.

1825–30 წლებში გერმანელმა მეცნიერმა გაუსმა წარმოადგინა კონფორმული ცილინდრული პროექცია, ხოლო 1912 წელს გერმანელმა გეოდეზისტმა კრიუგერმა დაამუშავა გაუსის პროექცია შედარებით მცირე ზედაპირებისათვის. აღნიშნული პროექციის საფუძველზე შეიძლება გეოგრაფიული კოორდინატების შეცვლა მართკუთხა ბრტყელი კოორდინატებით. კრიუგერმა წარმოადგინა ფორმულები გეოდეზიური კოორდინატების გადასაყვანად მართკუთხა ბრტყელ კოორდინატებში. ამის გამო აღნიშნულ კოორდინატებს გაუს-კრიუგერის კოორდინატები ეწოდება. ზონებისა და სარტყლების გადაკვეთით მიიღება სფერული ტრაპეციები, თითოეულ ასეთ ტრაპეციას აქვს თავისი ნომენკლატურა ანუ სახელწოდება და აღინიშნება სარტყლის ასოთი და სვეტის ნომრით. ასე მაგ., ქ.თბილისი იმყოფება 1:1000 000 ტრაპეციაში რომლის ნომენკლატურაა K-38.

ყოველ 1:1000000 ტრაპეციას 4 ნაწილად ყოფენ და მიიღებენ რუკებს 1:500 000 მასშტაბით. ნაწილებს აღნიშნავენ რუსული ანბანის ასომთავრული ასოებით A.B.B.Г.

იმისათვის, რომ დაიწეროს 1:500 000 – მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურა, საჭიროა 1:1000 000 –მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის მარჯვნივ მიეწეროს შესაბამისი ასო, მაგ. M-37-A, ამ რუკების მერიდიანების გრძედთა სხვაობა $\Delta\lambda=3^{\circ}$, ხოლო პარალელების განედთა სხვაობა კი $\Delta\varphi=2^{\circ}$.



ნახაზი №7

ნახ.7ზე ნაჩვენებია ტრაპეცია 1:1000 000 მასშტაბით, რომლის ნომენკლატურაა M-37. ეს რუკა იმყოფება მე-7 ზონაში.

იმისათვის, რომ დავწეროთ ამ რუკის აღმოსავლეთი მერიდიანის გრძედი, საჭიროა ზონის ნომერი 7 გავამრავლოთ 6°-ზე, ანუ

$$\lambda_{\text{აღმ.}} = 7 \cdot 6^\circ = 42^\circ$$

ახლა 42°-ს ვაკლებთ 6° და ვღებულობთ დასავლეთი მერიდიანის გრძედს, ანუ

$$\lambda_{\text{დას.}} = 42^\circ - 6^\circ = 36^\circ$$

M-ლათინური ანბანის მე-13 ასოა. ტრაპეციის ჩრდილოეთ პარალელის განედის განსაზღვრისათვის 13 ვამრავლებთ 4°-ზე, ანუ

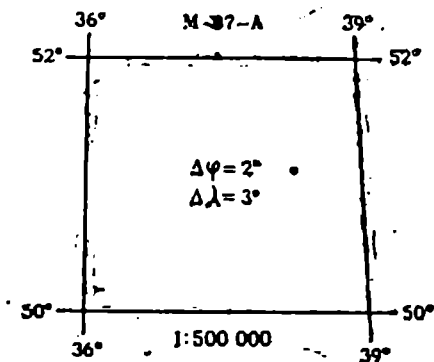
$$\varphi_{\text{ჩრდ.}} = 13 \times 4^\circ = 52^\circ$$

ახლა თუ 52°-ს გამოვაკლებთ 4°-ს, მივიღებთ ტრაპეციის სამხრეთ პარალელის განედს, ანუ

$$\varphi_{\text{სამხრ.}} = 52^\circ - 4^\circ = 48^\circ$$

თუ 1:1000 000 რუკას დავყოფთ და მივიღეთ 4 რუკას 1:500 000 მასშტაბით, რომელთა ნომენკლატურები იქნება: M-37-A, M-37-B, M-37-B და M-37-Γ.

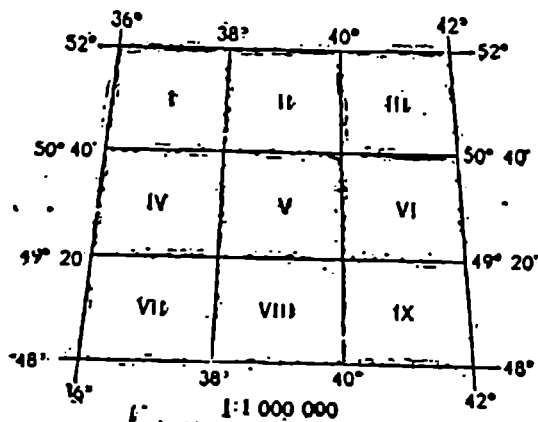
ესლა გამოვხაზოთ ცალკე M-37-A ტრაპეცია და მივაწეროთ მას წვეროების შესაბამისი გეოგრაფიული კოორდინატები.



ნახაზი №8

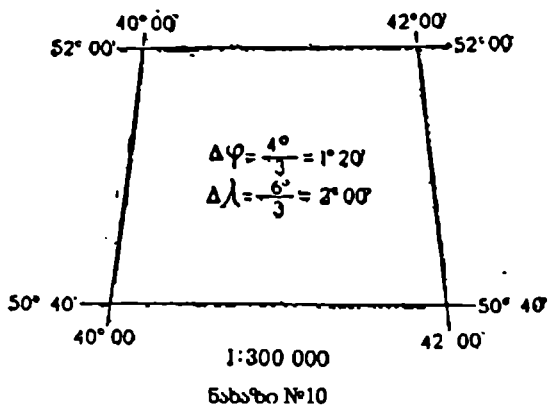
იმისათვის, რომ მივიღოთ 1:300 000 რუკა ყოველი მილიონიანი რუკა იყოფა 9 ნაწილად და ვღებულობთ რუკებს 1:300 000 მასშტაბით. ნაწილებს აღნიშნავენ რომაული ციფრებით I-დან IX-მდე. 1:300 000 მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის დაწერისათვის მილიონიანი რუკის ნომენკლატურას მარცხნივ მიაწერენ შესაბამის ციფრს, მაგ. III-M-37

M-37

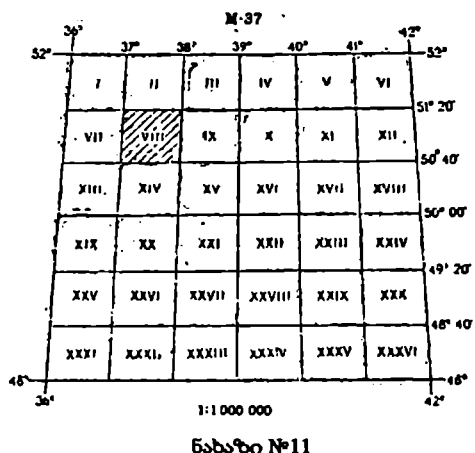


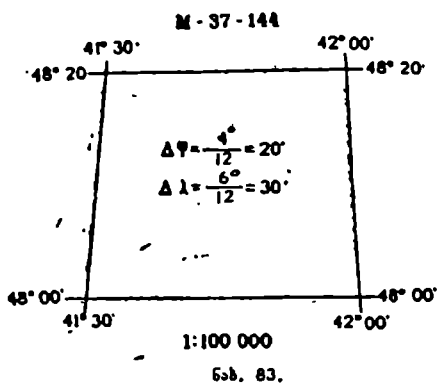
ნახაზი №9

III - M - 37



რომ გადავიდეთ 1:200 000 რუკაზე, ყოველი მილიონიანი რუკა იყოფა XXXVI ნაწილად. ნაწილებს აღნიშნავენ რომაული ციფრებით I-დან XXXVI –მდე. 1:200 000 მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის დაწერისათვის მილიონიანი რუკის ნომენკლატურას მარჯვნივ მიუწერენ შესაბამის ციფრს, მაგალითად, M -37-VIII (ნახ.12).



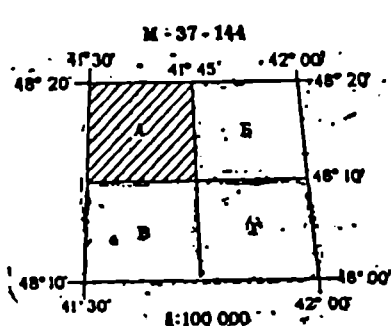


ნახაზი №14

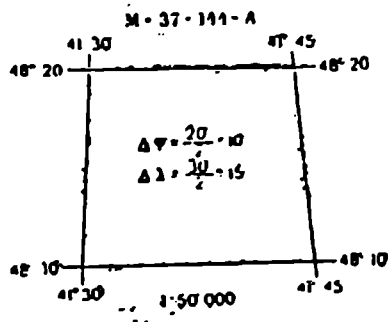
1:100 000 მასშტაბზე უფრო მსხვილმასშტაბიანი ტოპორუკების მისაღებად, უკვე გამოიყენება არა 1:1000 000 არამედ, ახლად მიღებული ტოპორუკის ფურცლები, მაგ. 1:50 000 მასშტაბიანი რუკის მისაღებად ყოველ 1:100 000 – მასშტაბიანი რუკა (და არა მილიონიანი) იყოფა 4 ნაწილად და ვლებულობთ რუკებს 1:50 000 მასშტაბით. ნაწილებს აღნიშნავენ რუსული ანბანის ასომთავრული ასოებით: **А.Б.В.Г.** 1:50 000–მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის დაწერისათვის 1:100000 რუკის ნომენკლატურას მარჯვნივ მიაწერენ შესაბამის ასოს. მაგ., –**M-37-144** (ნახ.15 და 16).

შემდეგ ყოველი 1:50 000–მასშტაბიანი რუკა იყოფა 4 ნაწილად და ვლებულობთ რუკებს 1:25 000 მასშტაბით. ნაწილებს აღნიშნავენ **ა,ბ,ვ,გ** ასოებით.

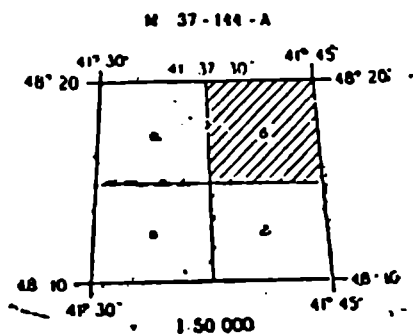
1:25 000–მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის დაწერისათვის 1:50 000 მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურას ასევე მარჯვნივ მიეწერენ შესაბამის ასოს. მაგალითად, **A-37-144-A-6** (ნახ. 17, 18).



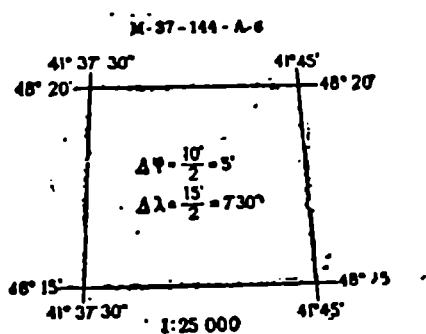
ნახაზი №15



ნახაზი №16

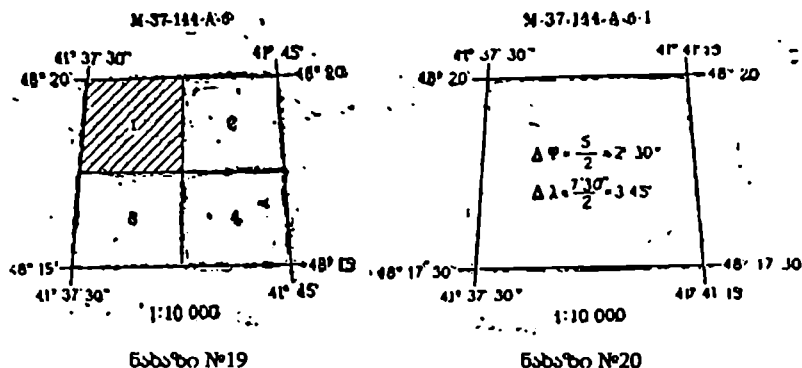


ნახაზი №17



ნახაზი №18

ბოლო 1: 10 000-მასშტაბიანი გვერდის მისაღებად ყოველი 1:25 000-მასშტაბიანი რუკა იყოფა 4 ნაწილად. ნაწილებს აღნიშნავენ არა-ბული ციფრებით 1,2,3,4. 1:10 000-მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურის დაწერისათვის 1:25 000 -მასშტაბიანი რუკის ნომენკლატურას მარჯვნივ მიუწერენ შესაბამის ციფრს.; მაგ. M -37-144-A-6 -1 (ნახ. 19; 20).



ტრაპეციის გვერდების ზომები და მათი ნომენკლატურა

მასშტაბი	ტრაპეციის გვერდები		ნომენკლატურა
	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$	
1:1 000 000	4°	6°	M-37
1:500 000	2°	3°	M-37-A
1:300 000	1°20'	2°	III-M-37
1:200 000	40'	1°	M-37-VIII
1:100 000	0°20'	0°30'	M-37-144
1:50 000	0°10'	0°15'	M-37-144-A
1:25 000	0°5'	7' 30"	M-37-144-A -6
1:10 000	2' 30"	3' 45"	M-37-144-A-6-1
1:5000	1' 15"	1' 52", 5	M-37-144-(256)
1:2000	25"	37", 5	M-37-144(256-a)

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ კრიუგერმა წარმოადგინა ფორმულები გეოგრაფიული φ და λ კოორდინატების გადასაყვანად მართკუთხა ბრტყელი x და y კოორდინატებში. გაუს-კრიუგერის სისტემაში საწყის ზონად მიღებულია გრინვიჩის ზონა, ე.ი. ზონა,

რომელიც შემოფარგულია 0 და 6-იანი მერიდიანებით, ხოლო სვეტის ნომერი კი იქნება ოცდათერთმეტი.

საქართველოს ტერიტორია მდებარეობს ეკვატორის ჩრდილოეთით. ამიტომ მისთვის X -ები დადებითია. იმ მიზნით, რომ y -ებიც დადებითი იყოს, კოორდინატთა სათავეს 0 წერტილის ორდინატა y -ს აძლევენ მნიშვნელობას არა ნულისა, არამედ +500 კილომეტრისა. ამის მიხედვით, თუ რომელიმე წერტილი დაშორებულია ზონის ღერძითი მერიდიანის დასავლეთით, ვთქვათ 140 კილომეტრით, ე.ი. ამ წერტილის $y = -140$ კმ, მაშინ ამ წერტილის y

ასე იქნება ჩაწერილი კატალოგში: $y = 500 - 140 = 360$ კმ.

თუკი წერტილი დაშორებულია ღერძითი მერიდიანიდან აღმოსავლეთით

140 კმ, ე.ი. $y = +140$ კმ, მაშინ ამ წერტილის y იქნება:

$$y = 500 \text{ კმ} + 140 = 640 \text{ კმ.}$$

გარდა ამისა, რომ გავიგოთ, თუ რომელ ზონაში მდებარეობს წერტილი, ამ წერტილის y -ს წინ მიუწერენ იმ ზონის ნომერს, რომელშიც მდებარეობს წერტილი. მაგ., თუ წერტილი მდებარეობს მე-8 ზონაში (გრანვიჩი) და მისი ორდინატი y უდრის მინუს 145,358 კილომეტრს, ე.ი. წერტილი მდებარეობს ზონის ღერძითი მერიდიანის დასავლეთით, მაშინ ამ წერტილის ორდინატა y ასე იქნება კატალოგში ჩაწერილი:

$$y = 8 \ 354,642 \text{ კმ}$$

პირველი რიცხვი 8 ნიშნავს ზონის ნომერს გრინვიჩიდან. დანარჩენი რიცხვი 354,642 წარმოადგენს თვით y -ის სიდიდეს, ღერძითი მერიდიანიდან (500,000 კმ დაკავშირებით (-154,358+500,000=354,642 კმ)).

თუ წერტილი მდებარეობს მე-9 ზონაში და მისი $y = +145,358$ კმ (მდებარეობს ღერძითი მერიდიანის აღმოსავლეთით), მაშინ ამ წერტილის ორდინატი ასე იქნება ჩაწერილი:

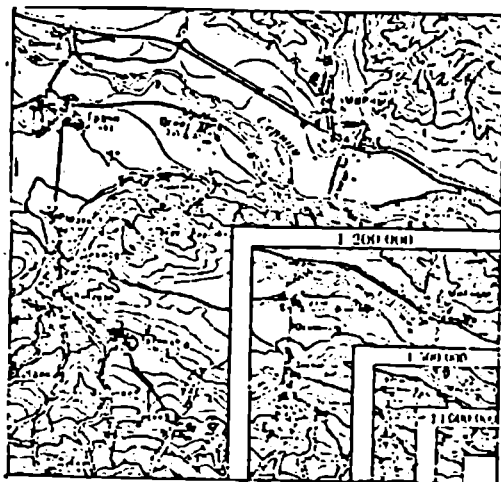
$$y = 9645,358 \text{ კმ.}$$

თავი V

კარტოგრაფიული გენერალიზაცია

ახალი რუკა არ შეიძლება წარმოადგენდეს კარტოგრაფიულ მასალის ასლს, რადგან მასზე შეუძლებელია ყველა იმ წვრილმანისა და დეტალების გამოსახვა, რომელიც მოცემულია კარტოგრაფიულ მასალაზე, მასშტაბის შემდგომი შემცირების და რუკის ახალი დანიშნულების გამო.

განვიხილოთ, თუ როგორ გამოისახება ერთი და იმავე ტერიტორიის გარკვეული ფართობი სხვადასხვა მასშტაბიან რუკაზე (ნახაზი1).



ნახაზი №1

ძნელი არ არის დავადგინოთ, რომ 1:1000 000 რუკაზე შეუძლებელია ნაჩვენები იყოს ყველა ის ელემენტები, რომელთაც ადგილი ჰქონდათ 1:100 000, 1:200 000 და 1:500 000 - მასშტაბიან რუკებზე. მაშასადამე, მასშტაბის შემცირების გამო ახალ რუკაზე ნაწილი ელემენტებისა აღარ იქნება ნაჩვენები.

ყოველი რუკა, როგორც სივრცით, ისე შინაარსით, წარმოადგენს

აბსტრაქტირებულ და განზოგადებულ გამოსახულებას, რადგანაც მას სინამდვილესთან შედარებით ასე თუ ისე სხვა სახე აქვს.

ორმა ტოპოგრაფმა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად რომ მოახდინოს ერთი და იმავე ტერიტორიის აგეგმვა ერთი გარკვეული მასშტაბით, მიღებული კარტოგრაფიული სურათი (ტოპოგრაფიული რუკა) არც სინამდვილესთან და არც ერთმანეთთან შედარებით იდენტური არ იქნება. ყველაფერი დამოკიდებულია იმაზე, თუ ეს კარტოგრაფიული გამოსახულება როგორი აბსტრაქტირებით და განზოგადებით არის მიღებული.

კარტოგრაფიული გამოსახულების აბსტრაქტირებას და განზოგადებას კარტოგრაფიული გ ე ნ ე რ ა ლ ი ზ ა ც ი ა ეწოდება.

მაგ. (ნახაზი №1) 1:100 000 რუკას თუ დავაკვირდებით, შევამჩნევთ, რომ იგი უკვე აბსტრაქტირებულია, რადგანაც მისი შედგენისათვის გამოყენებული იქნა უფრო მსხვილმასშტაბიანი რუკა, რომელიც თავისთავად აბსტრაქტირებული იყო. მეორე ფრაგმენტი 1:200 000 მასშტაბში, მიღებულია 1:100 000 რუკის აბსტრაქტირების შედეგად. იგი გვიჩვენებს, რომ ამ გამოსახულებაზე ადგილი აღარ აქვს ყველა იმ წვრილმანს და დეტალს, რაც გააჩნდა 1:100 000 მასშტაბიან რუკას. ამ პროცესის გაგრძელება კიდევ შეიძლება, მაგრამ მას უეჭველად აქვს ზღვარი. ბოლოს და ბოლოს დადგება ისეთი მომენტი, როდესაც გამოსახულების შემდგომი აბსტრაქტირება შეუძლებელი გახდება, აღარ იქნება პრაქტიკული საშუალება ამ გამოსახულების მთავარი ან ძირითადი ნიშნების გამოსახვისა.

იმის შემდეგ, როდესაც აბსტრაქტირების ზღვარი დადგება ანუ ძირითადი დამახასიათებელი ნიშნების გამოსახვაც ვეღარ ხეხრდება, საჭირო ხდება აბსტრაქტირებიდან განზოგადებაზე გადასვლა. ობიექტს კონკრეტული გარეგანი ფორმის ნაცვლად გამოსხავენ ზოგადი ნიშნით (ვთქვათ დასახლებულ პუნქტს პუნსონით და სხვა). გარკვეული ზომის პუნქტით აღინიშნება არა მარტო ეს კონკრეტული დასახლებული პუნქტი, არამედ ყველა ის, რომელიც თავისი შინაარსით ამ დასახლებული პუნქტის კატეგორიას მიეკუთ-

ვნება.

აბსტრაქტიზმის კარტოგრაფიული ფორმა ეხება სივცრობრივ განფენილობას, ხოლო განზოგადებისა კი გამოსახული ობიექტის ან მოვლენის შინაარსს. აბსტრაქტიზმს წარმოადგენს მისი წვრილმანის თანდათან განზოგადებას. ეს ეხება დასახლებულ პუნქტს, ჰიდროგრაფიას, რელიეფს, ნიადაგ-მცენარეულ საფარს, გზათა ქსელს და სხვა.

ყოველი გეოგრაფიული რუკის ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მასზე კარტოგრაფიული ტერიტორია გამოსახულია შემცირებით და გენერალიზაციით, ანუ აბსტრაქტიზმით და განზოგადებით. გენერალიზაციის პროცესი რუკის შედგენის ყველაზე საპასუხისმგებლო და რთული ამოცანაა.

რაც შეეხება ობიექტების რაოდენობრივი დახასიათების გენერალიზაციას იგი მდგომარეობს სხვაობათა რაოდენობის შემცირებაში. მაგალითისათვის ავიღოთ დასახლებული პუნქტების ჯგუფებად დაყოფა მათში მცხოვრებთა რიცხვის მიხედვით. დაევშვათ, კარტოგრაფიულ მასალაზე დასახლებული პუნქტები დაყოფილია 5 ჯგუფად.:

1. დასახლებული პუნქტები, რომლებშიც მცხოვრებთა რიცხვი მლნ-ს აღემატება.
2. 500 000 - დან 1:1000 000 - მდე
3. 200 000 - დან 500 000 - მდე;
4. 100 000 -დან 200 000 -მდე და
5. 100 000 მცხოვრებზე ნაკლები.

ამ ჯგუფების რაოდენობის გენერალიზაციის შედეგად მომავალი რუკისათვის შეიძება დავტოვოთ ოთხი ჯგუფი, მაგ:

- 1) დასახლებული პუნქტები, რომლებშიც მცხოვრებთა რიცხვი მილიონს აღემატება
- 2) 500 000 -დან 1 000 000 -მდე;
- 3) 100 000-დან 500 000-მდე და
- 4) ნაკლები 100 000 -ზე

ასეთი გენერალიზაციის შედეგად დასახლებული პუნქტების ჯგუფთა რაოდენობა შემცირდება და შესაბამისად გაიზრდება მათ შორის ინტერვალი.

ხარისხობრივი დახასიათების განზოგადება მდგომარეობს მოცემული კატეგორიის ობიექტების ხარისხობრივი სხვადასხვაობის შემცირებაში, ანუ როდესაც ობიექტების ან მოვლენების ერთი ტიპის სხვადასხვა სახეობა განზოგადების შედეგად ერთ სახეს ღებულობს. მაგ. მსხვილმასშტაბიან რუკებზე ჭაობებს ანაწილებენ გაუვალ, სავალ და ძნელადსავალ ჭაობებად და სხვადასხვა პირობითი ნიშნებით აღნიშნავენ მათ. წვრილმასშტაბიან რუკებზე ყველა სახის ჭაობს ერთ ფართობში აერთიანებენ და ერთი საერთო პირობითი ნიშნით აღნიშნავენ.

იგივე შეიძლება ითქვას დასახლებულ პუნქტებზეც, როდესაც მათ ადმინისტრაციული თვისებების მიხედვით აზოგადებენ.

გენერალიზაციის კიდევ ერთ სახეს წარმოადგენს ცალკეული ობიექტების ნიშნების შეცვლა მისი გვარეული აღნიშვნებით (მაგალითად, დასახლებული პუნქტი ჯერ ნაჩვენები იქნება ცალკეულ ნაგებობათა სახით, შემდეგ კვარტალებით და ბოლოს, როდესაც იგი განზოგადების ზღვარს მიაღწევს, პუნსონით).

წარმოუდგენელია რელიეფის გენერალიზაციის მოხდენა ზოგადგეოგრაფიულ რუკაზე, თუ იგი დაკავშირებული არ იქნება ჰიდროგრაფიის გენერალიზაციასთან, ან გზათა ქსელისა და საზღვრების გენერალიზაცია, თუ ისინი მჭიდრო კავშირში არ იქნებიან უკვე გენერალიზებულ რელიეფთან და სხვ.

გენერალიზაციის ძირითად ფაქტორებს წარმოადგენს რუკის მასშტაბი, დანიშნულება და კარტოგრაფიული სინამდვილის თავისებურება.

გავერკვეთ თუ როგორ მოქმედებს გენერალიზაციაზე ეს ფაქტორები.

მასშტაბი განსაზღვრავს კარტოგრაფიული გამოსახულების ზომას საერთო ჯამში. მაგ. 1: 1000 მასშტაბში 1კმ² გამოსახება ერთი

კვადრატული მეტრით, 1: 10 000 მასშტაბში 1დმ², 1: 100 000 მასშტაბში კი 1 სმ², 1: 1000 000 მასშტაბში -1მმ² და ა.შ.

სხვადასხვა ზომის ტერიტორიის გარემოცვას, გამოიწვევს მასშტაბის ცვალებადობას და მასთან ერთად ადგილმდებარეობის თავისებურებების სხვადასხვა დახასიათებას.

თავის მხრივ მასშტაბი განსაზღვრავს ტერიტორიის გარემოცვის ჩვენების შესაძლებლობას, მოქმედებს რუკის გამოყენების ზღვარზე და ადგილმდებარეობის შეფასებაზე გეოგრაფიული თვალსაზრისით. და ბოლოს თვით ლანდშაფტი, ადგილმდებარეობის ბუნებრივი და ეკონომიკური პირობები, თავის მხრივ განსაზღვრავენ რუკის გამოყენების ხერხს, რაც გავლენას ახდენს რუკის მასშტაბისა და შინაარსის დადგენაზე.

კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას გააჩნია თავისი პირობები:

პირობითი ნიშნების ზომები მოქმედებს კარტოგრაფიული გამოსახულების გენერალიზაციაზე.

ხაზები: წმინდა, მკაფიო ხაზები და მცირე ფიგურები კარტოგრაფიული გამოსახულების უფრო ზუსტი და სრული ჩვენების საშუალებას იძლევიან. ხაზების სისქე და ფიგურების ზომები დამოკიდებულია რუკის დანიშნულებაზე და მოხმარების ხერხებზე. მაგ, სასწავლო კედლის რუკაზე ხაზების სისქე და პირობითი ნიშნების ფიგურების ზომები გაცილებით მეტი იქნება, ვიდრე სხვა რუკებზე. თვალს აქვს უნარი გაარჩიოს შავი იზოლირებული ხაზები სისქისთ 0,02-0,03 მმ. ზღვარი ცალკეული ხაზებისათვის დამოკიდებულია პოლიგრაფიულ შესაძლებლობებზე. იგი შეიძლება მიღებულ იქნას 0,07-0,08 მმ შავი ხაზებისათვის და 0,1 მმ ფერადი ხაზებისათვის. რაც უფრო ნათელია ფერადი ხაზი მით უფრო მეტი უნდა იყოს მისი სისქე, წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი ძნელად წასაკითხი გახდება. პარალელურად გავლებული ორი შავი ხაზი თეთრ ფონზე თვალს ეჩვენება ერთ ხაზად, თუ მათ შორის მანძლი 0,18 მმ-ზე ნაკლებია. სქელი ხაზები უკეთესად განირჩევიან უფრო ნაკლები ინტერვალით (0,15 მმ) .

ცხადია, ყველა ჩამოთვლილ მასშტაბში გარკვეული ტერიტორიის ერთი და იმავე სისრულით ჩვენება შეუძლებელია. ზედმეტად გადატვირთული რუკა კონტურებით, პირობითი ნიშნებით და წარწერებით ძნელად იკითხება და კარგავს თავის ღირსებებს. აქედან გამომდინარეობს აუცილებლობა, რათა მასშტაბის შემცირებასთან ერთად მოვახდინოთ რუკის შინაარსის ელემენტების შერჩევა, ან ინდივიდუალური ობიექტები შევცვალოთ კრებადი ნიშნებით. მასშტაბზეა დამოკიდებული თითოეული ობიექტის გამოსახულების ზომაც.

რუკის დანიშნულება განსაზღვრავს რუკის შინაარსს, კარტოგრაფიული ობიექტების რაოდენობას, მათ რაოდენობრივ და ხარისხობრივ დახასიათებას და საჭირო დეტალიზაციას.

მაგალითად, გვაქვს საქართველოს ორი სასწავლო ფიზიკური რუკა 1:600 000 მასშტაბით, ერთი დაწყებითი კლასებისათვის, მეორე უფროსი კლასებისათვის. მათ სახელწოდებაც და მასშტაბიც ერთი აქვთ, თუმცა არსებითად განსხვავდებიან ერთამენთისაგან, როგორც შინაარსის მოცულობით, ისე გენერალიზაციით, რაც სასწავლო პროგრამებთან არის დაკავშირებული. ამრიგად, რუკის სხვადასხვა დანიშნულება შესაბამისად განსაზღვრავს გენერალიზაციის ხარისხს.

ასევე მაგალითად, რელიეფის გამოსახვისას ჰორიზონტალებით სიმაღლეთა შორის სხვაობა მთიანი ადგილებისათვის ათეულ მეტრებში ნაკლებად შესამჩნევია, მაშინ, როდესაც ვაკე ადგილებისათვის 1-2 მეტრიც საკმაოდ საგრძნობია.

გენერალიზაციის ფაქტორები ურთიერთმჭიდრო კავშირშია ერთმანეთთან და ერთი ფაქტორის შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს მეორე ფაქტორის შეცვლა. მაგ. ტოპოგრაფიული რუკების სხვადასხვა დანიშნულება (ტაქტიკური, ოპერაციული), რომლებიც მოითხოვენ

ფიგურები: მათი ზომები განსხვავებულია გამჭირვალე და შევსებული ფიგურებისათვის. ოთკუთხა შევსებული ფიგურები ზომით 0,3-0,4 მმ ინარჩუნებს გარკვეულ მოხაზულობას. გამჭირვალე ფიგურ-

რებისათვის მინიმალური ზომა 0,6 მმ-ია. შევსებული და გამჭირვალე ფიგურები უფრო ნაკლები ზომებით რუკაზე არ იკითხება. შუალედი შევსებულ ფიგურებს შორის 0,15-0,20 მმ უნდა იყოს.

კონტურები: თუ ფიგურის მინიმალური ზომა დამოკიდებულია ძირითადად თვალის მხედველობით უნარზე, კონტურების მინიმალურ ზომებზე მოქმედებს სხვა ფაქტორებიც, სახელდობრ, მათი სახე და მნიშვნელობა, ობიექტის გეოგრაფიული გარემოცვა, ობიექტის საზღვრის განლაგება ადგილმდებარეობაზე, რუკების გამოყენების ხერხი და სხვა.

რაც უფრო მნიშვნელოვანია ობიექტი, მით უფრო მცირეა მისი ჩვენების ზღვარი. მაგ. 1: 1000 000 რუკაზე ნაჩვენები უნდა იყოს ყველა ტბა, რომელთა ფართობი რუკაზე არანაკლები 2 კვ.კმ იქნება, ტყე 25, ჭაობი 25, ქვიშიანი ადგილები არანაკლები 200 კვ.მმ-ისა.

დიდი მნიშვნელობა აქვს გეოგრაფიულ გარემოცვასაც. ზღვის კუნძულები, რომლებიც ცისფერ ფონზე გამოსახება, შეიძლება ნაჩვენები იყოს პატარა წერტილებით და მიუხედავად მათი მცირე ზომისა, ისინი რუკაზე კარგად იკითხება.

რუკის გამოყენების ხერხი მიგვითითებს ობიექტის ზომაზე. კედლისა და მაგიდის რუკებისათვის მათი ზომები განსხვავებულია.

რუკის ჩარჩოს შიგნით განლაგებულ შტრიხოვან აღნიშვნებს რუკის გრაფიკულ დატვირთვას უწოდებენ. რაც უფრო სრულია რუკის შინაარსი, მით უფრო მეტია მისი გრაფიკული დატვირთვა, თუმცა ზედმეტი გრაფიკული დატვირთვის გამო რუკა ცუდად იკითხება. ეს კი მოითხოვს იმას, რომ მოხდეს რუკის შინაარსის განტვირთვა მეორეხარისხოვანი ელემენტებისაგან.

ტოპოგრაფიული რუკის გარჩევა

ყოველი რუკა შედგება მათემატიკური ელემენტებისა და გეოგრაფიული შინაარსისაგან. მათემატიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება: კარტოგრაფიული პროექცია და საკოორდინატო ბადე, რუკის მასშტაბი, რუკის ჩარჩო, რუკის ნომენკლატურა და საყრდენი პუნქტები. გეოგრაფიული შინაარსის ელემენტებს წარმოადგენს ჰირდოგრაფიული ქსელი, დასახლებული პუნქტები, გზათა ქსელი, რელიეფი და ტყეები.

გავეცნოთ მათემატიკურ ელემენტებს:

რუკის ჩრდილო ჩარჩოს ზევით მოცემულია რუკის ნომენკლატურა მაგ, 0-41-79-A-B (ნომენკლატურის მარჯვნივ ფრჩხილებში მიწერილია რუკის მთავარი დასახლებული პუნქტი). ნომენკლატურის მიხედვით, რუკა 1:25 000 მასშტაბიანია, კერძოდ, ვიცით, რომ ორი სიმბოლო (0-41) ნიშნავს მილიონიან რუკას, რადგან არაბული ციფრის შემდეგ (41) კვლავ არაბული ციფრი წერია, ეს უკვე ნიშნავს 1:100 000 მასშტაბს; შემდეგი სიმბოლო A ნიშნავს -, რომ გადავდივართ 1: 50 000 მასშტაბზე, ხოლო ბოლო სიმბოლო B , გვიჩვენებს, რომ ტოპორუკა 1:25 000 მასშტაბიანია. მასშტაბი აწერია რუკას სამხრეთი ჩარჩოს ქვევით.

რუკას გააჩნია გრადუსული ბადე და ასევე კილომეტრული ბადეც. რუკის ჩარჩოზე, რომელიც გარს აკრავს რუკის ტრაპეციას, მერიდიანებს შორის გრძედთა სხვაობა და პარალელებს შორის განედთა სხვაობა დაყოფილია მინუტებად. თითოეული მინუტი კი დაყოფილია 6 ნაწილად, წერტილებით, რაც 10 წამს (სეკუნდს) ნიშნავს. საკოორდინატო ხაზებს აწერია x და y მნიშვნელობანი კილომეტრებით. მაგალითად ჩრდილო-დასავლეთის კუთხესთან ახლო ჰორიზონტალურ ხაზზე აწერია 4315. ეს იმას ნიშნავს, რომ ეს ხაზი ეკვატორიდან მდებარეობს 4315 კმ-ზე. იქვე ახლოს ვერტიკალურ საკოორდინატო ხაზზე წერია რიცხვი 6431. ესკი იმას ნიშნავს, რომ ტრაპეცია ღერძმერიდიანიდან აღმოსავლეთით, 431-ე კილომეტრზე

მდებარეობს, მე-6 ზონაში. .

ამ მონაცემით ზუსტად შეგვიძლია ვიპოვოთ ნებისმიერი წერტილის როგორც სფერული (φ, λ) ასევე მართკუთხა (A,B) კოორდინატები.

რუკის ჩარჩოს სამხრეთის გვერდის დაბლა მოცემულია რიცხვითი მასშტაბის გარდა მარტივი ხაზოვანი მასშტაბიც. ამ მასშტაბის უმცირესი დანაყოფი 25 მეტრს უდრის. ხაზოვანი მასშტაბის აღმოსავლეთით გამოსახულია რელიეფის ქვედებულების მასშტაბი 2,5 და 25 მეტრი კვეთისათვის, რომლის დახმარებით ახდენენ რუკაზე ქანობების სიდიდის განსაზღვრას.

1. რაც შეეხება რუკის გეოგრაფიულ შინაარსს, მისი გაცნობა შეიძლება დავიწყოთ ჰიდროგრაფიული ქსელით.

რუკაზე ჰიდროგრაფიული ქსელი ძირითადად მოცემულია მდინარეთა სახით. უნდა გავარჩიოთ მთავარი მდინარე, მას აწერია თავისი სახელწოდება. სხვა მდინერეებს კი საკუთარი სახელი არა აქვთ მიწერილი. რუკაზე ნაჩვენებია პირობითი ნიშნით მდინარის მიმართულება და სიჩქარე. მაგ. წილადი $\frac{14}{1}$ ნიშნავს, რომ ამ მდინარის სიგანე ამ ადგილას არის 14 მეტრი, ხოლო 1 არის მისი სიღრმე. ასევე მოცემულია მდინარის ფსკერის დახასიათება; ხიდები თავისი დახასიათებებით ანუ რა მასალისაგან არის იგი აშენებული, მისი სიგრძე, სიგანე, მისი ტვირთზიდვა, ასევე მდინარეზე ლურჯი წრე-ხაზია ნაჩვენები წარწერით 95,8 -რაც ნიშნავს, რომ მდინარის სარკის სიმაღლე ზღვის დონიდან, ამ წერტილში 95,8 მეტრია.

სხვა მდინარეები აქ ცალი ხაზით არიან გამოსახული, ე.ი. ისინი სიგანით მოცემული მასშტაბით არ გამოისახებიან. ზოგიერთ მდინარეს ახასიათებს მშრალი კალაპოტიც, იგი წყვეტილი, ლურჯი პუნქტირითაა ნაჩვენები.

2. დასახლებული პუნქტები - ქალაქები, სოფლები, გამოისახება სხვადასხვა ტონალობის ნარინჯისფერით, რაც გვიჩვენებს შენობები არის ცეცხლგამძლე თუ არა. დასახლებულ პუნქტებს მიწერილი

აქვთ საკუთარი სახელი, წარწერის ქვეშ ციფრით ნაჩვენებია საცხოვრებელი სახლების რაოდენობა აღნიშნულ პუნქტში. შრიფტის ზომები დამოკიდებულია საცხოვრებელი სახლების რაოდენობაზე. დასახლებული პუნქტი ელექტროფიცირებულია თუ არა გვაუწყებს ელექტროგადაცემის ხაზების არსებობა მათ შორის.

3. გზათა ქსელში შედის ორლიანდაგიანი რკინიგზები, ავტოსაკაპანო გზები, ნაჩვენებია მუქი ნარინჯისფერით. გზის გაწყვეტილ ნაწილში მოცემული ციფრი გვიჩვენებს გზის სიგანეს და იმას თუ გზა ასფალტირებულია თუ არა. სხვა გზებიდან რუკაზე ნაჩვენებია ყამირიგზები, (იგი რუკაზე უწყვეტი შავი ხაზებითაა გამოსახული) და საველე გზები, რომლებიც რუკაზე მოგრძო წყვეტილი შავი ხაზებითაა მოცემული. „ყამირ გზებს“ ხშირად სოფლების შემაერთებელ გზებს უწოდებენ.

4. რუკაზე გამოსახული ყავისფერი ხაზები წარმოადგენენ იზოჰიფსებს, რომლებიც გამოსახავენ მოცემული ტერიტორიის რელიეფს. რუკის ხაზოვანი მასშტაბის სამხრეთით აწერია, რომ რუკაზე მთლიანი ჰორიზონტალები ყოველი 2,5 მეტრის სიმაღლითაა გავლებული, ყოველი მეათე ჰორიზონტალი გამსხვილებულია. ასევე ზოგიერთ ჰორიზონტალს აწერია ციფრებით სიმაღლე ზღვის დონიდან. რაც უფრო მცირეა მანძილი ჰორიზონტალებს შორის რუკაზე, მით უფრო ციცაბოა რელიეფი და პირიქით. ასევე ბერგ შტრიხები განასხვავებს რელიეფის დადებით და უარყოფით ფორმებს.

5. ტოპორუკებზე მწვანე ფერით გამოსახულია ტყეები თავისი დახასიათებით. მაგ. შერეული ტყე მოცემულია წიწვიანის და ფოთლოვანის გამოსახულებით, ხოლო წილადი (მრიცხველი) გვამცნობს, რომ ტყის ამ ადგილში ხეების საშუალო სიმაღლე მაგ 16 მეტრია, მნიშვნელი (მაგ. 4) მიგვითითებს ხეების სისქე ადამიანის წელის სიმაღლეზე 40 სმ-ია, ხოლო ციფრი 5 გვიჩვენებს, რომ ხეებს შორის მანძილი 5 მ-ია.

ტყის მასივში ბაცი მწვანე ფერით წერტილოვანი კონტურით შემოფარგლულია თხელი, გაჩეხილი ან გადამწვარი ტყის ნაწილი.

მცენარეულობათა საფარიდან, გარდა ტყეებისა, რუკაზე ნაჩვენებია მდელოები და ბუჩქნარები.

ზოგადგეოგრაფიული რუკების სახეები და მათი შინაარსი

როგორც ვიცით ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე მოცემულია დედამიწის ზედაპირის ფიზიკურ-გეოგრაფიული და სოციალურ-ეკონომიკური ელემენტები, რომელთაც ხილვადი გამოსახულება გააჩნიათ. ბუნების ისეთი მოვლენები, როგორიცაა ტემპერატურა, ატმოსფერული წნევა და სხვა, ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე უხილვადობის გამო გამოსახული არ იქნება.

ზოგადგეოგრაფიული ისეთ რუკებს ეწოდება, რომლებზედაც ზემოაღნიშნული ელემენტები ერთი და იმავე განზოგადებითა და სისრულითაა მოცემული და რომელიმეს უპირატესობა არ ენიჭება.

ერთი ელემენტის ან ელემენტების ჯგუფის უფრო დაწვრილებით გამოსახვა სხვა ელემენტებთან შედარებით სპეციალურ რუკებს ახასიათებს.

რუკის შინაარსის ფიზიკურ--გეოგრაფიულ ელემენტებს მიეკუთვნება: ჰიდროგრაფია (ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო ხაზები, ტბები, მდინარეები და ნაკადულები, წყაროები, ჩანჩქერები და სხვა), რელიეფი (როგორც ხმელეთის, ისე ოკეანეების, ზღვების, ტბების და დიდი მდინარეების ფსკერის), ნიადაგ-მცენარეული საფარი და სხვა.

სოციალურ-ეკონომიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება: დასახლებული პუნქტები (დაბები, სოფლები, ქალაქები და სხვა), გზათა ქსელი (სარკინიგზო, ავტომაგისტრალები, გზატკეცილები, ყამირი გზები, საველე გზები, ბილიკები, ქარავნის გზები, საჰაერო და საზღვაო გზები და სხვა) კავშირგაბმულობის საშუალებანი, პოლიტი-

კურ-ადმინისტრაციული ელემენტები, მეურნეობისა და კულტურის მაჩვენებლები.

ზოგადგეოგრაფიული რუკები გამოიყენება მეურნეობის თითქმის ყველა დარგის დაგეგმარებაში, საინჟინრო-ტექნიკურ კვლევა-ძიებაში, ქვეყნის თავდაცვაში და სხვა. აღნიშნული რუკები წარმოადგენენ როგორც საშუალო სკოლების, ასევე უმაღლესი სასწავლებლების აუცილებელ სასწავლო თვალსაჩინოებას.

ასევე, ზოგადგეოგრაფიული რუკები წარმოადგენენ ძირითად კარტოგრაფიულ მასალას სხვა უფრო წვრილმასშტაბიანი რუკების შედგენისათვის.

ზოგადგეოგრაფიული რუკები იყოფა სამ ჯგუფად:

ტოპოგრაფიული (მსხვილმასშტაბიანი 1:5000 - დან 1:200 000 - მდე)

სამიმოხილვო - ტოპოგრაფიული რუკები (საშუალომასშტაბიანი 1:300 000-დან 1:1 000 000 -მდე)

სამიმოხილვო (წვრილმასშტაბიანი ანუ 1:1 000 000 -ზე უფრო წვრილმასშტაბიანი) რუკები.

ტოპოგრაფიული რუკები

ტოპოგრაფიული რუკის მათემატიკურ ელემენტებს, როგორც ზემოთ აღვიშნეთ მიეკუთვნება გაუს-კრიუგერის ტოლკუთხა განივი ცილინდრული პროექცია, მასშტაბი, რუკის ჩარჩო და საყრდენი პუნქტები. გეოგრაფიულ შინაარსს კი მიეკუთვნება ყველაფერი ის, რაც რუკაზეა გამოსახული მათემატიკური ელემენტების გარდა.

ტოპოგრაფიული რუკების გეოგრაფიული შინაარსი მეტად ნაირფერია, თუმცა მასზე მოცემული არაა, ამა თუ იმ ტერიტორიაზე არსებული ყველა მოვლენათა ამომწურავი დახასიათება, როგორცაა კლიმატური, გეოლოგიური და სხვა მოვლენები.

ისე, როგორც ყოველი ზოგადგეოგრაფიული რუკის, ასევე ტო-

პოგრაფიული რუკის შინაარსიც შედგება ფიზიკურ-გეოგრაფიული და სოციალურ-ეკონომიკური ელემენტებისგან.

ტოპოგრაფიული რუკის ფიზიკურ-გეოგრაფიული შინაარსი გამოსახვის ხასიათის მიხედვით შეიძლება ორ ნაწილად გაიყოს: ა) რელიეფის გამოსახვა და 2) სხვა დანარჩენი ფიზიკური-გეოგრაფიული ელემენტების გამოსახვა, როგორიცაა ჰიდროგრაფია, ნიადაგ-მცენარეული საფარი და სხვა.

რელიეფი ტოპორუკის ერთი ძირითადი ელემენტია. ნებისმიერი მსხვილი სამეურნეო ობიექტის დაგეგმარებისა და მშენებლობისას რელიეფს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება. ტოპორუკებზე სრულად და ზუსტად რომ არ იყოს გამოსახული რელიეფი, მაშინ ვერ მოვახდენდით, მაგ. რკინიგზის მაგისტრალის დაგეგმარებას და მშენებლობას, რომლის შემადგენელი ნაწილების აუცილებლობაზე რელიეფი მიუთითებს (გვირაბები, ხიდები, აკვედუკები და ვიადუკები, ნაყარი, ჭრილი და სხვა). რელიეფს ტოპორუკებზე იზოჰიფსებით გამოსახავენ და ყავისფერი საღებავით ბეჭდავენ. რელიეფის კვეთის სიმაღლე დამოკიდებულია რუკის მასშტაბზე და თვით რელიეფის სახეზე. ჩვენთან სხვადასხვა მასშტაბიანი ტოპორუკებისათვის მიღებულია შემდეგი კვეთ სიმაღლეები.

მასშტაბი	ძირითადი კვეთა	მთიანი რაიონებში	ბორცვიან რაიონებში	ვაკე რაიონებში
1:5000	1,0	5	2	0,5
1:10 000	2,5	10	5	1
1:25 000	5	10	5 და 10	2,5
1: 50 000	10	20	10	5
1: 100 000	20	40	20	10

კვეთა მოცემულია მეტრობით.

ტოპორუკებზე ჰიდროგრაფიის ხაზოვან ელემენტებს ლურჯი ფერით ბეჭდავენ, ხოლო მათ ფართობებს ცისფერით. მდინარეებს

გამოსახვევ ნაპირზე როგორც ცალი ხაზით, ისე ორივე ნაპირის ჩვენებით. მასზე ასევე აღნიშნავენ დინების მიმართულებას და სიჩქარეს. რუკაზე ასევე აღინიშნება ჩანჩქერები, ჭორომები, წყალვარდნილები, ნავსადგურები, მდინარის დამშრალი კალაპოტი და ა.შ. ტბებისათვის დამახასიათებელია მარილიანობა და მტკნარობა, ამიტომ შემოკლებულად მიაწერენ „მარილიანი“ ან „მწარე მარილიანი“. ზღვის ნაპირები - განიცდიან ცვალებადობას ზღვის მოქცევისა და უკუქცევის გამო, ამიტომ მოქცევის ნაპირი ანუ საზღვარი აღინიშნება მთლიანი ხაზით, უკუქცევისა კი წერტილოვანი პუნქტირით. ჰიდროგრაფიულ ელემენტებს აწერენ დახასიათებას-სახელწოდებას, სიგანეს, სიღრმეს, სიჩქარეს და სხვა.

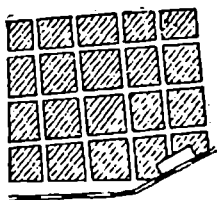
ნიადაგ - მცენარეული საფარი ტოპორუკებზე საკმაოდ დეტალურად არის წარმოდგენილი, მათი გავრცელების ფართობებს შემოსაზღვრავენ წერტილოვანი პუნქტირით და შიგ პირობით ნიშნებს გამოსახავენ. ხოლო რაც შეეხება ტყეებს მათ კიდევ უფრო დეტალურად წარმოადგენენ. პირობითი ნიშნებით აჩვენებენ ტყე წიწვოვანია, ფოთლოვანი და რა ჯიშისაა იგი. წილადის სახით ტყის ფართობში აღნიშნავენ ხეების საშუალო სიმაღლეს (მრიცხველში), საშუალო სისქეს (მნიშვნელში) და ხეებს შორის საშუალო მანძილს (წილადის მარჯვნივ). ასევე გამოსახავენ ჯუჯა ტყეებს, ბუჩქნარებს, თხელ, გაჩეხილ და გადამწვარ ტყეებს და ა.შ. სხვადასხვა ნიშნით აჩვენებენ მდელოებს, ველებს, ჭაობებს (სავალი, მწელად სავალი და გაუვალი ჭაობები) მლაშობებს, ქვიშნარებს და გაბნეული ქვების ნაყარს. ჭაობების დაყოფა კატეგორიებად მიღებულია ზაფხულის პერიოდისათვის, რადგან ზამთარში გაუვალი ჭაობი ზაფხულში სავალ ჭაობად შეიძლება გადაიქცეს და პირიქით.

ტოპოგრაფიულ რუკებზე სოციალურ-ეკონომიკური შინაარსი განსაკუთრებული სისრულითაა დატანილი.

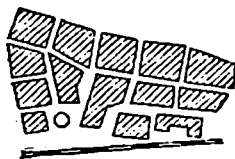
მსხვილმასშტაბიან ტოპორუკებზე (1: 10 000 - 1: 50 000) უჩვენებენ ყველა დასახლებულ პუნქტს, რომელიც გამოისახება დაწვრილებით ცალკეული ქუჩების, შესახვევების და მოედნების ჩვენებით.

დასახლებულ პუნქტებს ყოფენ ქალაქისა და სოფლის ტიპის დასახლებებად. ქალაქის ტიპის დასახლებულ პუნქტებს მიეკუთვნება: ქალაქები, საკურორტო, სააგარაკო, დაბები და ქალაქის ტიპის სხვა დასახლებანი. ქალაქები განსხვავდება სიმჭიდროვით, დაგეგმარებით. განარჩევენ: რეგულარულ და არარეგულარულ, რადიალურ და კომბინირებულ ქალაქებს.

სოფლის ტიპის დასახლებული პუნქტები ძირითადად შედგება აშენებული ნაწილისა და საკარმიდამო ნაკვეთებისაგან. სოფლის ტიპის დასახლებულ პუნქტებს მიეკუთვნება: კვარტალური, რიგობრივი და უბნობრივი დასახლებანი. 1:10000 ტოპორუკებზე აჩვენებენ ცეცხლგამძლე და არაცეცხლგამძლე ნაგებობებს (სამთბეგოვი გვ. 188-189) ყოველ დასახლებულ პუნქტს მიეწერება საკუთარი სახელწოდება.

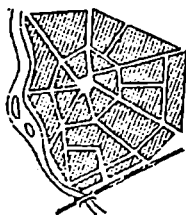


ნახაზი №2 რეგულარული



ნახაზი №3 არარეგულარული

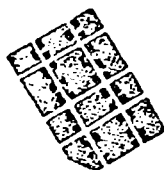
ტოპორუკებზე ასევე გამოისახება სამრეწველო ობიექტები, როგორც თავისი ფართობით, ისე მასშტაბგარეშე პირობითი ნიშნებითაღ.



ნახაზი №4 რადიალური



ნახაზი №5 კომბინირებული



ნახაზი №6 კვარტალური

ნახაზი №7 რიგობრივი

ნახაზი №8 უბნობრივი



ნახაზი №9 დასახლება ტბასთან

საზოგადოებრივი მნიშვნელობის შენობები - სასწავლებლები, თეატრები, სპორტული ბაზები, კლუბები, საავადმყოფოები და სხვა ნაჩვენებია როგორც ცეცხგამძლე, ისე არაცეცხლგამძლე განმარტებითი წარწერით.

ტოპორუკებზე გზათა ქსელს დაწვრილებით გამოსახავენ. რკინიგზებს გამოსახავენ ერთ ან მრავალლიანდაგიანობის ჩვენებით, ავტოსაჭაპანო გზებს - ავტომაგისტრალებს, გზატკეცილებს, ყამირ გზებს, საველ და ტყის გზებს და სხვა ახასიათებენ დაწვრილებით. გზებს ბეჭდავენ წითელი ფერით, გაუტჯობესებულ ყამირგზებს კი ნარინჯისფერით. ხიდებს აჩვენებენ სიგანით და ტვირთმზიდაობით, მდინარეზე გასასვლელ ადგილებში აჩვენებენ მდინარის სიგანეს, სიღმეს და ა.შ. აჩვენებენ კავშირგაბმულობისა და ელექტროგადაცემის ხაზებს სპეციალური პირობითი ნიშნებით. ასევე გამოსახა-

ვენ გაზისა და ნავთობსადენის ხაზებს. ტოპორუკებზე ასევე გამოი-
სახება ადგილობრივი საგნები, რომელთაც საორიენტაციო მნიშვნე-
ლობა აქვთ. როგორც წესი, ამ საგნებს მასშტაბგარეშე პირობითი ნიშ-
ნებით აღნიშნავენ რუკებზე.

სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო-ზოგადგეოგრაფიული რუკები

სამიმოხილვო რუკები თავისი შინაარსით მკვეთრად განსხვავ-
დებიან ერთმანეთისგან, და მისი დანიშნულების მიხედვით დგინ-
დება რუკის შინაარსის ამა თუ იმ ელემენტის განზოგადების ხა-
რისხი.

სამიმოხილვო რუკებზე შინაარსის ელემენტების განზოგადე-
ბის ხარისხი უფრო მეტია, ვიდრე სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიულ-
ზე და ტოპოგრაფიულ რუკებზე, რაც გაპირობებულია ძირითადად
მასშტაბის სიმცირით. რადგანაც სამიმოხილვო რუკებზე ზუსტ
კარტომეტრიულ სამუშაოებს არ აწარმოებენ, ამიტომ ზოგიერთი
ელემენტის დიდი განზოგადება ან მისი გადიდებით ჩვენება და-
საშვებია.

ჰიდროგრაფიის გამოსახვა სამიმოხილვო ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე

მდინარეები წარმოადგენენ გეოგრაფიული ლანდშაფტის ძი-
რითად ელემენტს. მათი გავლენა ქვეყნის სამეურნეო ცხოვრებაზე
მეტად დიდია. დიდი მნიშვნელობა აქვს მას მრეწველობის, ტრან-
სპორტისა და სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის.

არანაკლები მნიშვნელობა ენიჭება მდინარეთა ქსელს სამხედ-
რო საქმეში. იგი წარმოადგენს წინააღმდეგობას სამხედრო ნაწილე-

ბის გადანაცვლებისას, ორიენტირს, სანაოსნო საშუალებას და წყლით მომარაგების წყაროს. ამიტომ მდინარეთა ქსელი სწორი გამოსახვა რუკაზე, კარტოგრაფის ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანაა.

ჰიდროგრაფიული ქსელი რუკაზე წარმოადგენს ფუმეს, რომელთანაც დაკავშირებულია რუკის შინაარსის ყველა სხვა დანარჩენი ელემენტი.

ჰიდროგრაფიას მიეკუთვნება ზღვებისა და ტბების სანაპირო ხაზები, მდინარეთა ქსელი, არხები, სხვადასხვა წყაროები და ხელოვნური წყალსაცავები.

სხვადასხვა ზღვებსა და ტბებს სხვადასხვა ტიპის სანაპირო ხაზები ახასიათებთ. მათი სახე ძირითადად დამოკიდებულია გეოლოგიურ სტრუქტურაზე, ქანების შემადგენლობაზე, დედამიწის ქერქის მოძრაობაზე, წყლისა და ქარის მოქმედებაზე და სხვა.

ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო ხაზები მუდმივი არ არის, იგი განიცდის ცვალებადობას თვით ზღვებისა და ოკეანეების შეტევით ხმელეთზე ან უკანდახევით, რის შედეგადაც ჩნდება ახალი სანაპირო ხაზები. ამრიგად, სანაპირო ხაზის სახე დამოკიდებულია ქანების ჯიშზე და სიმკვრივეზე ზღვებისა და ოკეანეების ნგრევეთი მუშაობის ძალაზე, მათი დონის დაწევასა და აწევაზე.

არჩევენ ზღვებისა და ტბების სანაპირო ხაზების შემდეგ ძირითად სახეებს: ფიორდული, შხერული, დალმაციული, რიასული, არალური, ლიმანური და ლაგუნური.

ფიორდული ნაპირი წარმოადგენს ხმელეთში ღრმად შეჭრილი ვიწრო და ხშირად განშტოებულ უბნებს სანაპირო ზოლში დიდი რაოდენობის კუნძულებით. ფიორდული ნაპირი, როგორც წესი, ციცაბო და კლდოვანია.

ფიორდები წარმოშობილია დედამიწის ქერქის ტექტონიკური მოძრაობის, მდინარეთა ეროზიული მოქმედებისა და გამყინვარების პერიოდში ყინულის ლავის მოძრაობის შედეგად.

ფიორდული ნაპირები დამახასიათებელია ნორვეგიის, შოტლანდიის, ირლანდიის, ჩრდილოეთა სანაპიროსათვის.

შხერული ნაპირი წარმოადგენს დიდად დასერილ სანაპირო ხაზს მრავალი კუნძულით, უბეებით და სრუტეებით. შხერული ნაპირები ძირითადად დამახასიათებელია პოლარული ქვეყნების ბევრი კლდოვანი ნაპირისათვის და მათ შორის ფინეთის უბის ჩრდილოეთ სანაპიროსათვის. შხერული ნაპირის წარმოშობა ძირითადად მყინვარის შემტევი მოძრაობის შედეგია.

დალმაციურ ნაპირს ახასიათებს კლდოვანება, დიდი რაოდენობის სრუტეები, უბეები, კუნძულები და ნახევარკუნძულები, რომლებიც შეჭრილნი არიან ხმელეთში, მაგრამ ნაკლებად ღრმად, ვიდრე ფორდები და განლაგებულნი არიან სანაპირო ხაზის გასწვრივ. ასეთი ნაპირები გააჩნია ბალკანეთის ნახევარკუნძულს ადრიატიკის ზღვაში, რომელიც წარმოშობილია სანაპიროს გასწვრივ განლაგებული ჯაჭვის ნაწილის ზღვაში ჩაძირვის შედეგად.

რიასულ ნაპირებს ახასიათებს მრავალი მცირე ზომის კუნძულიანობა და ხმელეთში შეჭრილი სოლისებური უბეები და ყურეები. ასეთი ნაპირები წარმოიშვა სანაპიროს მიმართ პერპენდიკულარულად განლაგებული მდინარეთა ხეობებისა და ქედების წალეკვით. რიასულ ნაპირებს ვხვდებით პირენეის ნახევარკუნძულის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, იაპონიაში და სამხრეთ ჩინეთში. ჩვენს ქვეყანაში ეს ტიპი გვხვდება ყირიმის სამხრეთ-დასავლეთში, ვლადივოსტოკთან და ოხოტის ზღვის სამხრეთ ნაპირზე.

არალურ ნაპირებს ახასიათებს მცირე ზომის მრავალკუნძულიანობა და ნახევარკუნძულიანობა, დიდი რაოდენობის სრუტეები და უბეები. სანაპირო ხაზი მდგრადი არაა, რადგან იგი წარმოშობილია სანაპირო ქვიშა-სილოვანი, დაბლობებისა და ძლიერ დანაწევრებულ ხმელეთის ნაწილის ზღვის მიერ წალეკვისა და დატბორვის შედეგად. სანაპირო ზოლში ზღვის სიღრმე დიდი არაა.

ასეთი ტიპის ნაპირი ძირითადად ახასიათებს არალის ზღვის აღმოსავლეთ სანაპიროს.

ლიმანური ნაპირი წარმოადგენს დაბალ ნაპირს, რომელიც წარმოშობილია მდინარეებისა და ზღვის შემდეგი მოქმედების გამო წარმოიშობა მონატანის ცელები, რომლებიც შეიძლება განლაგებული იყოს ისრისებურად ნაპირის პერპენდიკულარულად ან ნაპირის პარალელურად და ღობავდეს უბეს ზღვისაგან.

ჩვენს ქვეყანაში ლიმანური ნაპირები დამახასიათებელია შავი და აზოვის ზღვების ჩრდილოეთ და დასავლეთ სანაპიროებისათვის.

ლაგუნური ნაპირები წააგავს ლიმანურს, მისთვის დამახასიათებელია დაბალწყლიანი უბეები (ლაგუნები), რომლებიც ძირითადად სანაპიროს გასწვრივ არიან განლაგებულნი, ლაგუნები წარმოიშობა ხმელეთის აწევის შედეგად.

ასეთი ნაპირები ახასიათებს ბალტიის ზღვის სამხრეთ სანაპიროს და აზოვის ზღვას.



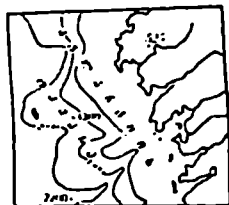
ფიჭველი ნაზი



მეფეული ნაზი



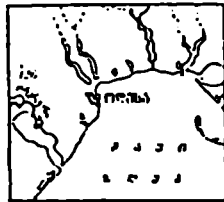
ქაღალაქი ნაზი



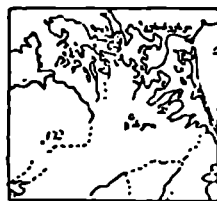
ბაგეული ნაზი



ბაგეული ნაზი



ლამეული ნაზი



(1) ლამეული ნაზი



(2) ლამეული ნაზი

ოკეანეების, ზღვებისა და მათი ნაწილების გამოსახვა რუკაზე

ოკეანეები, ზღვები და მათი ნაწილები რუკებზე გამოისახება მკაფიოდ შემოხაზული ფართობებით.

ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო ტოპოგრაფიულ რუკებზე აღნიშნულ ფართობებს ცისფერი საღებავით ფარავნდა მათი ფსკერის რელიეფს არავითარ დახასიათებას არ აძლევენ (გარდა 1:1000000-მასშტაბიანი სახელმწიფო რუკისა, რომელზედაც ფსკერის რელიეფს გამოსახვენ ერთი და იმავე სიღრმის მქონე წერტილების შემაერთებელი მრუდი ხაზებით-იზობათებით). აღნიშნულ რუკაზე გავლებულია იზობათები: 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000მ და უფრო ღრმა ადგილებისათვის კი 2000 მეტრის ქვევით ყოველი 1000 მეტრის შემდეგ. გარდა ამისა, რუკაზე ნაჩვენებია ცალკეული სიღრმითი წერტილები წარწერით.

სამიმოხილვო ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე, როგორც წესი, ოკეანეებისა, ზღვებისა და ტბების ფსკერის რელიეფს საფეხუროვანი შეღებვით გამოსახვენ ცისფერი და ლურჯი საღებავების თანდათანობითი გამუქებითსიღრმისაკენ. გამუქების ინტერვალების საზღვრად მიჩნეულია იზობათები.

ტბების წყალსაცავების და არხების გამოსახვა რუკაზე

სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიულ და სამიმოხილვო რუკებზე მათ შერჩევით გამოსახვენ, აქ ჩვენების კრიტერიუმად ფართობია მიღებული.

ფართობის კრიტერიუმი ისე უნდა იყოს გამოყენებული, რომ ობიექტმა საერთო ჯამში გეოგრაფიული სინამდვილე არ დაკარგოს, ხშირად ტბის ფართობის ჩვენების კრიტერიუმად მიიჩნევენ 2 კვ. მმ-ს რუკაზე. თუ ამ კრიტერიუმს ბრმად ან შაბლონურად გამოვიყენ-

ნებთ, მაშინ ადგილმდებარეობის ფართობი, რომელზედაც დიდი რაოდენობის, მაგრამ კრიტერიუმზე მცირე ფართობების მქონე ტბებია, რუკაზე გამოსახული არ იქნება . ეს კი ყოველად დაუშვებელია . ამ შემთხვევაში ლანდშაფტი ისე უნდა იყოს გამოსახული, რომ მან თავისი ხასიათი არ დაკარგოს, ანუ რუკაზე ტბების განლაგება უნდა შეესაბამებოდეს მათ განფენილობას სივრცობრივად ბუნებაში, ნაჩვენები უნდა იყოს, კერძო შემთხვევაში, გადიდებულად ის ტბებიც, რომლებიც ფართობით კრიტერიუმზე ნაკლებია, ზოგან გაერთიანებული უნდა იყოს მეზობლად განლაგებული მცირე-ფართობიანი ტბები და ზოგიერთი მათგანი შეიძლება სრულიადაც არ იყოს ნაჩვენები.

ჰიდროგრაფიის ელემენტებს მიეკუთვნება არხები, რუები, სხვადასხვა ხელოვნური წყალმაგისტრალები და ბუნებრივი წყაროები.

სატრანსპორტო არხებს ყოფენ საზღვაო და შიგანაოსნობის არხებად (სუეცის არხი-საზღვაო არხია, ვოლგა-დონის - შუანაოსნობისა და ა.შ.

სატრანსპორტო არხებს აჩვენებენ თითქმის ყველა რუკაზე შესაბამისი გენერალიზაციით მასშტაბთან დაკავშირებით.

გარდა ამისა, მთელ რიგ რუკებზე აჩვენებენ მელიორაციის არხებსა და რუებს, რომლებიც საჭიროა ნიადაგის მორწყვისა და ამომრობისათვის.

ნაკლებად დასახლებულ უდაბნოებში და სტეპებში აჩვენებენ კებს, წყაროებს და სხვადასხვა ნაკადულებს.

მდინარეების გამოსახვა რუკაზე

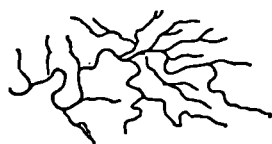
მდინარეებს ახასიათებენ სიგრძით, სიგანით, სიღრმით. დინების სიჩქარით და ნაპირების ხასიათით.

უერთდებიან რა ერთმანეთს, მდინარეები ქმნიან ცალკეულ სის-

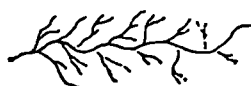
ტემებს, გავრცელებულს საკმაო დიდ წყალშემკრებ ფართობზე. ცალკეული წყალშემკრები ფართობების მდინარეების სისტემები საერთო ჯამში ქმნიან მდინარეთა აუზს, რომლებიც ერთმანეთისგან ისაზღვრებიან წყალგამყოფით.

არჩევენ მდინარეთა სისტემის შემდეგ ძირითად ტიპებს (ნახ. 140)

1. მ რ ა ვ ა ლ შ ტ ო ი ა ნ ი ს ი ს ტ ე მ ა. ამ სისტემაში ძირითადი მდინარე ძლიერ დაკლავნილია და ახასიათებს სხვადასხვა მიმართულების დინების შენაკადების დიდი რაოდენობა.



ბრუნავიანი სისტემა



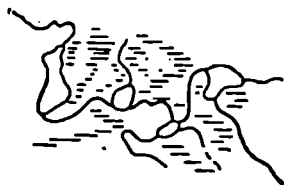
რადიული სისტემა



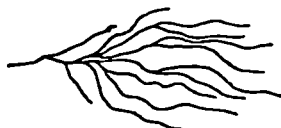
პარალელური სისტემა



კუთხოვანი სისტემა



გზირიანი სისტემა



პაროხური სისტემა

ნახაზი №11

2. ღ ე რ უ ლ ი ს ი ს ტ ე მ ა. აქ ძირითადი მდინარე ნაკლებად დაკლავნილია და იკვებება მოკლე, თითქმის სწორხაზოვანი შენაკადებით.

3. პ ა რ ა ლ ე ლ უ რ ი ს ი ს ტ ე მ ა . ამ სისტემაში ძირითადი მდინარისა და მისი შენაკადების მიმართულება თითქმის ერთნაირია.
4. ც ხ ა უ რ ი ს ე ბ რ ი ს ი ს ტ ე მ ა . ამ სისტემაში ძირითადი მდინარე და მისი შენაკადები მოედინებიან რა მთიანი რელიეფის დანაოჭების მიმართულებით, ქმნიან მკვეთრ მოსახვევებს (თითქმის მართი კუთხით) და ამრიგად წარმოშობენ ცხაური-სებრ სისტემას.
5. ლ ა ზ ი რ ი ნ თ უ ლ ი ს ი ს ტ ე მ ა . აქ ძირითადი მდინარისა და მისი შენაკადების კალაპოტის დადგენა თითქმის შეუძლებელია, რადგანაც ისინი იკარგებიან ჭაობებსა და მრავალრიცხოვან ტბებს შორის.
6. მ ა რ ა ო ს ე ბ რ ი ს ი ს ტ ე მ ა . ისეთი სისტემაა, სადაც ძირითად მდინარეს ერთვის შენაკადები კონის სახით.

რუკაზე მდინარეები ისე უნდა იყოს დატანილი, რომ ძირითადი მდინარე თავისუფლად განირჩეოდეს შენაკადებისაგან. ძირითად მდინარეებს, რომლებიც მასშტაბით გამოისახებიან, გამოხაზავენ ორივე ნაპირით, შენაკადებს კი ცალი ხაზით. თუ ძირითადი მდინარე სიგანით მასშტაბით არ გამოისახება, მაშინ მას გამოხაზავენ უფრო მსხვილი ხაზით, ვიდრე შენაკადებს. მდინარეებს ნათლად უნდა ეტყობოდეს, თუ სადა აქვს მათ სათავე და სად შესართავი.

ტიპიური ინსტრუქციები და კერძოდ რუკის პროგრამა ანუ რედაქციული გეგმა ადგენს მდინარეთა მინიმალურ სიგრძეს, რომლებიც დატანილი უნდა იყოს მოცემულ რუკაზე. ეს ზღვარი დგინდება გამოსასახავი გეოგრაფიული რაიონის მდინარეთა ქსელის დეტალური შესწავლის შედეგად. მაგრამ რუკის შედგენის პროცესში ხშირია შემთხვევა, როდესაც საჭიროა დატანილი იყოს რუკაზე ისეთი მდინარეებიც, რომელთა სიგრძე რუკისთვის ინსტრუქციით ან პროგრამით დადგენილ ზღვრულ სიგრძეზე ნაკლებია (ვთქვათ ეს მდინარე წარმოადგენს მოცემული რაიონისათვის განსაკუთრებულ

ტიპს. ან მას დიდი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს, წარმოადგენს საზღვარს ან ორიენტირს, მასთან დაკავშირებულია რაიმე ისტორიული მოვლენა და სხვა).

რელიეფის გამოსახვა სამიმოხილვო ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე

რუკებზე დედამიწის ზედაპირის უსწორმასწორობის ანუ რელიეფის გამოსახვას უძველესი დროის კარტოგრაფებიც ეწეოდნენ.

XVIII საუკუნის მიწურულამდე რელიეფს ძირითადად პერსპექტიური პირობითი ნიშნებით გამოსახავდნენ, რის გამოც დედამიწის ზედაპირის რელიეფის სახე მოკლებული იყო სინამდვილეს.

XVIII საუკუნის დამლევიდან იწყება რუკებზე რელიეფის გამოსახვის ხერხების მეცნიერული დამუშავება. ამ ხერხებიდან ძირითადია კვესურების, ანუ შტრიხების, ჰორიზონტალების, ჰიბსომეტრიული, მორეცხვის და დატუმშვის ხერხები.

გავეცნოთ თითოეულ მათგანს.

ა) კვესურების ანუ შტრიხების ხერხი. რელიეფის შტრიხებით გამოსახვის ხერხი პირველად დაამუშავა საქსონელმა ტოპოგრაფმა ლემინმა XVIII საუკუნის ბოლოს.

ამ ხერხის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ რაც უფრო მეტია რელიეფის დახრილობა, მით უფრო ნაკლებ ვერტიკალურ სხივებს მიიღებს იგი და შესაბამისად ნაკლებად განათებული იქნება. სრულ განათებას მიიღებს მხოლოდ ჰორიზონტალური ზედაპირი. ამ ხერხით ქანობებს გამოსახავენ ერთმანეთისაგან თეთრი ინტერვალებით დაშორებული შავი შტრიხებით.

ლემანის სკალის შტრიხების ღერძთა შორის მანძილი ყოველი დახრის კუთხისათვის მუდმივია; დახრის კუთხის გადიდებასთან ერთად მატულობს შტრიხთა სისქე და მის ხარჯზე მცირდება თეთრი ინტერვალი შტრიხებს შორის. მაშასადამე, სხვადასხვა ქანობისათვის დებულობენ შავი შტრიხებისა და თეთრი ინტერვალების

სხვადასხვა შეფარდებას.

თვალსაჩინოების მხრივ რელიეფის შტრიხებით გამოსახვის ხერხს დადებითი მნიშვნელობა ენიჭება, მაგრამ პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისათვის იგი გამოუყენებელია. ამიტომ რელიეფის გამოსახვის ამ ხერხს დღეისათვის გამოყენება აღარ აქვს.



ნახაზი №12

ბ) **ჰორიზონტალეხის ხერხი.** როგორც ვიცით ჰორიზონტალი ანუ იზოჰიფის წარმოადგენს რელიეფის ერთნაირი სიმაღლის მქონე წერტილების შემაერთებელ მრუდ ხაზს.

თანამედროვე ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე, როგორც ტოპოგრაფიულზე, ისე სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიულზე, როგორც მსხვილმასშტაბიანზე, ისე საშუალომასშტაბიანებზეც, რელიეფის გამოსახვის ძირითად ხერხს ჰორიზონტალების ხერხი წარმოადგენს.

ჰორიზონტალებიან რუკაზე იოლად შეიძლება განისაზღვროს ყოველი წერტილის სიმაღლე ზღვის დონიდან და ამასთან დაკავშირებით წერტილების სიმაღლეთა შორის სხვაობა ანუ ამაღლება ერთი წერტილისა მეორის მიმართ. ამგვარი რუკის დახმარებით აწარმოებენ ამა თუ იმ მიმართულებებზე პროფილების აგებას გზებისა და არხების დასაპროექტებლად, ჰორიზონტალების საშუალებით ადვილად განსაზღვრავენ ქანაობებს რელიეფის სხვადასხვა ადგილში და სხვა.

გ) ჰიფსომეტრიული ხერხი. ჰიფსომეტრიული ხერხი წარმოადგენს რელიეფის გამოსახვას ჰორიზონტალებს შორის სიმაღლური საფეხურების სხვადასხვა ფერის განსხვავებული იერის საღებავებით დაფარვით. ეს ხერხი გამოიყენება XIX-საუკუნის დასაწყისიდან.

გარდა იმ ცნობებისა, რომლებსაც იძლევა ჰორიზონტალებიანი რუკა, ჰიფსომეტრიული ხერხი იძლევა რელიეფის პლასტიკური გამოსახულების საშუალებას და რუკას უფრო თვალსაჩინოს ხდის.

ჰიფსომეტრიული ხერხით რელიეფს ძირითადად წვრილმასშტაბიან სამიმოხილვო რუკებზე გამოსახავენ. ამ ხერხით რელიეფის გამოსახვისათვის წინასწარ შემუშავებული უნდა იყოს სკალა. სკალებს არჩევენ ერთფერიანს და მრავალფერიანს. ისეთ ერთფერიან სკალას, რომელშიც სიმაღლის თანდათანობით გაზრდასთან ერთად მუქდება საფეხურები-„ზევით დაჩრდილული“ სკალა ეწოდება. ისეთ საფეხურიან სკალას კი, რომელშიც სიმაღლის თანდათანობით გაზრდასთან ერთად ბაცდება საფეხურები-„ზევით განათებული“ სკალა ეწოდება. პრაქტიკაში „ზევით დაჩრდილული“ სკალა უფრო ხშირად გამოიყენება ვიდრე „ზევით განათებული“

ორივე ზემო აღნიშნულ სკალას საერთო უარყოფითი მხარე აქვს, მათ ერთმანეთისაგან მკაფიოდ განსხვავებული ტონალობის მცირე რაოდენობა ახასიათებთ. ამიტომ XIX-საუკუნის დამლევს და XX-საუკუნის დასაწყისში შეუდგნენ მრავალფერიანი სკალების დამუშავებას. აღსანიშნავია რუსი კარტოგრაფის - ი. ს. მაშკოს „ზევით განათებული“ სკალა რომელიც დამუშავებული იყო წარსულის საუკუნის 60-80-იან წლებში და ავსტრიელი კარტოგრაფის - პეიკერის სკალა, რომელიც დამუშავებული იქნა ძირითადად XX-საუკუნის დასაწყისში.

პეიკერმა თავის სკალას საფუძვლად ცივი და თბილი ფერების თვისება დაუდო, რომელთა იერების თანდათანობითი გამუქება დაჩრდილვისა და განათებულობის შთაბეჭდილებას იძლევა.



1:1000000



1:250000

ნახაზი №13

თანამედროვე მრავალფერიანი ჰიფსომეტრიული სკალები ძირითადად აგებულია შერეული პრინციპით. სკალის სიღრმით ნაწილში გამოყენებულია ცისფერი საღებავის სხვადასხვა იერი: ზღვის დონიდან 2300 მეტრამდე სიმაღლური სარტყელებისათვის ძირითადად გამოყენებულია მწვანე ფერის „ცივი“ იერები „ზევით განათებული“ სკალით. საშუალო და მაღალი სარტყელებისათვის გამოიყენებენ ყვითელი, ნარინჯისფერი, ყავისფერი და წითელი საღებავების „ზევით დაჩრდილულ“ იერებს.



ა) ზღვიდან დაწყებული სკალა



ბ) ზღვიდან დაწყებული სკალა

ნახაზი №14

ჰიფსომეტრიული ხერხით რელიეფის გამოსახვისას სკალის დადგენა და ფერების შერჩევა ფრიად რთული საქმეა. ჩვენს ქვეყანაში წერილმასშტაბიანი რუკებისათვის დადგენილია 7 ძირითადი საფეხური: 200, 500, 1000, 2000, 4000, 6000, მეტრი და უფრო მაღალი; საშუალომასშტაბიანი რუკებისათვის 11 სიმაღლური საფეხური- 0,

100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 მეტრიდა უფრო მაღალი; მსხვილმასშტაბიანი რუკებისათვის დადგენილია 16 სიმაღლური საფეხური -0, 50, 100, 150, 200, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, და უფრო მაღალი.

დ) მორეცხვისა და დატუშვის ხერხი. ეს ხერხი რელიეფის შტრიხებით გამოსახვის პრინციპს ემყარება. რელიეფის ფერდობების დაჩრდილვა ხდება ან წყლის საღებავით ან სპეციალური რბილი ფანქრით. წყლის საღებავით დაჩრდილვას მორეცხვას უწოდებენ, ფანქრით ჩრდილის დადებას კი - დატუშვას.

დაჩრდილვა ხდება პრინციპით: რაც უფრო ციცაბოა ფერდობი, მით უფრო მუქია ჩრდილი და პირიქით. აღნიშნული ხერხი იძლევა რელიეფის პლასტიკურ გამოსახულებას, იგი თვალსაჩინოა, მაგრამ რაიმე პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტისათვის რელიეფთან დაკავშირებით, გამოუყენებელია.

რელიეფის მორეცხვისა და დატუშვისას სინათლის წყარო შეიძლება იმყოფებოდეს სხვადასხვა ადგილას. პრაქტიკაში მიღებულია ძირითადად სინათლის წყაროს განლაგება რელიეფის მოდელის მიმართ ჩრდილო-დასავლეთ მხარეში.

ლიტერატურა

1. ასლანიკაშვილი ალ. კარტოგრაფია. ზოგ. თეორიის საკითხები. გამ. „მეცნიერება“, თბ., 1968.
2. გორდეზიანი თ. რუკათმცოდნეობა. ნაწ. I, II. თბ., 2004
3. თევზაძე ნ. საინჟინრო გეოდეზია. ტ. I. გამომცემლობა „განათლება“, თბ. 1974.
4. თევზაძე მ, ცუცქერიძე ს. - გეოდეზია-ტოპოგრაფიის საფუძვლებით. თბ., 2008.
5. კეკელია ჯ. კარტომეტრია. გამ. თსუ, თბ., 1985.
6. ლიპარტელიანი გ., ლიპარტელიანი დ. სოციალური და ეკონომ. კარტოგრაფია. თბ., 2000.
7. კეკელია ჯ. მათემატიკური კარტოგრაფიის ზოგადი კურსი, თბ., 2004.
8. სამათბეგოვი ა. კარტოგრაფიის საფუძვლები. თბ., 1977.
9. ცხაკაია ს. რუკათმცოდნეობა ტოპოგრაფიის საფუძვლებით. გამ-საქ.გან. თბ., 1946.
10. ცხაკაია ს. გეოდეზიის სახელმძღვანელო, გამ. თსუ, თბ., 1952.
11. ცხაკაია ს. კარტოგრაფია. თბ., 1962
12. ხუნჯუა გ. გეოდეზია - ტექნიკა და შრომა. თბ., 1957.
13. ხუნჯუა გ. ზოგადი და საინჟინრო გეოდეზიის კურსი. თსუ გამომცემლობა. თბ., 1977.
14. ჯაფარიძე ი. გეოდეზია. გამომცემლობა „განათლება“ თბ., 1988.
15. თოლორდავა რ. ტოპოგრაფია გეოდეზიის საფუძვლებით. თბ., 2014.
16. Гараевская А.С. Картография. „Геодезиздат“ М. 1993.
17. Салишев К.Д. Картоведение. Изд. МГУ, М., 1982.

ცხრილი 1

ცხრილი 1

მ	ს	R. N. 000 000	მ	მ	ს	R. N. 000 000	მ
00	6 378 245	6 378 245	00	150	6 395 945	1 517 650	450
1	6 378 252	6 377 280	1	46	6 399 19	1 435 361	46
2	6 378 271	6 374 385	2	47	6 399 694	1 157 760	47
3	6 378 304	6 369 562	3	48	6 399 066	4 275 789	48
4	6 378 349	6 362 812	4	49	6 399 138	1 192 505	49
5	6 378 397	6 354 135	5	50	6 399 808	1 107 933	50
6	6 378 478	6 343 536	6	51	6 399 176	4 022 098	51
7	6 378 562	6 331 017	7	52	6 399 542	3 935 026	52
8	6 378 658	6 316 582	8	53	6 399 404	3 846 711	53
9	6 378 767	6 300 234	9	54	6 392 262	3 757 278	54
10	6 378 889	6 281 979	10	55	6 392 617	3 666 654	55
11	6 379 022	6 261 822	11	56	6 392 967	3 574 902	56
12	6 379 168	6 239 768	12	57	6 393 312	3 482 017	57
13	6 379 325	6 215 824	13	58	6 393 652	3 387 120	58
14	6 379 495	6 189 996	14	59	6 393 987	3 293 117	59
15	6 379 675	6 162 293	15	60	6 394 315	3 197 158	60
16	6 379 867	6 132 722	16	61	6 394 637	3 100 182	61
17	6 380 070	6 101 292	17	62	6 394 952	3 002 248	62
18	6 380 284	6 068 011	18	63	6 395 259	2 903 387	63
19	6 380 509	6 032 890	19	64	6 395 559	2 803 629	64
20	6 380 743	6 995 938	20	65	6 395 851	2 703 003	65
21	6 380 988	5 957 166	21	66	6 396 135	2 601 542	66
22	6 381 242	5 916 585	22	67	6 396 410	2 499 276	67
23	6 381 506	5 875 208	23	68	6 396 675	2 396 237	68
24	6 381 779	5 830 046	24	69	6 396 932	2 292 155	69
25	6 382 061	5 784 122	25	70	6 397 178	2 187 964	70
26	6 382 351	5 736	26	71	6 397 415	2 082 794	71
27	6 382 649	5 686 982	27	72	6 397 641	1 976 980	72
28	6 382 955	5 635 815	28	73	6 397 856	1 870 552	73
29	6 383 266	5 582 942	29	74	6 398 061	1 763 545	74
30	6 383 588	5 528 349	30	75	6 398 255	1 655 990	75
31	6 383 915	5 472 083	31	76	6 398 447	1 547 922	76
32	6 384 248	5 414 149	32	77	6 398 608	1 439 374	77
33	6 384 589	5 354 565	33	78	6 398 767	1 330 378	78
34	6 384 940	5 293 347	34	79	6 398 914	1 220 970	79
35	6 385 299	5 230 514	35	80	6 399 049	1 111 183	80
36	6 385 633	5 166 085	36	81	6 399 171	1 001 051	81
37	6 385 990	5 100 079	37	82	6 399 281	890 808	82
38	6 386 351	5 032 514	38	83	6 399 379	779 888	83
39	6 386 716	4 963 410	39	84	6 399 463	668 926	84
40	6 387 083	4 892 790	40	85	6 399 545	557 786	85
41	6 387 452	4 820 671	41	86	6 399 593	446 415	86
42	6 387 824	4 747 078	42	87	6 399 610	334 931	87
43	6 388 197	4 672 031	43	88	6 399 673	224 345	88
44	6 388 571	4 595 554	44	89	6 399 692	111 690	89
45	6 388 945	4 517 666	45	90	6 399 699	0	90

	lg N		lg M		lg R		lg VAIN	lg 1 - lg N cos φ	φ
	6.804 7312		6.801 7345		6.803 2428		6.804 7012	0 ^a	
	6.804 7316	4	6.801 7858	13	6.803 2437	9	6.804 6355	1	
	6.804 7310	14	6.801 7898	40	6.803 2464	27	6.804 4381	2	
	6.804 7082	22	6.801 7963	66	6.803 2508	44	6.804 1046	3	
4	6.804 7083	31	6.801 8057	93	6.803 2570	62	6.803 6491	4	
5	6.804 7122	39	6.801 8176	119	6.803 2644	79	6.803 0565	5	
6	6.804 7171	49	6.801 8322	136	6.803 2746	97	6.802 3314	6	
7	6.804 7228	57	6.801 8493	171	6.803 2860	114	6.801 4735	7	
8	6.804 7294	66	6.801 8690	197	6.803 2992	132	6.800 4821	8	
9	6.804 7363	74	6.801 8912	222	6.804 3140	148	6.799 3567	9	
10	6.804 7480	82	6.801 9160	246	6.803 3305	165	6.798 0965	10	
11	6.804 7541	91	6.801 9413	273	6.803 3487	182	6.796 7007	11	
12	6.804 7610	99	6.801 9730	297	6.803 3685	198	6.795 1634	12	
13	6.804 7718	108	6.802 0052	322	6.803 3900	215	6.794 4987	13	
14	6.804 7863	116	6.802 0392	346	6.803 4130	230	6.791 6904	14	
15	6.804 7986	123	6.802 0767	369	6.803 4376	246	6.789 7424	15	
16	6.804 8117	131	6.802 1159	392	6.803 4628	262	6.787 6833	16	
17	6.804 8255	138	6.802 1573	414	6.803 4914	276	6.785 4218	17	
18	6.804 8370	145	6.802 2010	437	6.803 5205	291	6.783 0464	18	
19	6.804 8553	153	6.802 2468	458	6.803 5511	306	6.780 3254	19	
20	6.804 8713	160	6.802 2948	480	6.803 5830	319	6.777 3571	20	
21	6.804 8879	166	6.802 3447	499	6.803 6163	333	6.775 0397	21	
22	6.804 9057	173	6.802 3967	520	6.803 6510	347	6.772 0711	22	
23	6.804 9232	180	6.802 4506	539	6.803 6869	359	6.768 9493	23	
24	6.804 9418	186	6.802 5063	557	6.803 7240	371	6.765 6719	24	
25	6.804 9610	192	6.802 5638	575	6.803 7624	384	6.762 2367	25	
26	6.804 9807	197	6.802 6230	592	6.803 8018	394	6.758 6409	26	
27	6.804 0010	203	6.802 6838	608	6.803 8424	406	6.754 8615	27	
28	6.805 0213	208	6.802 7463	625	6.803 8840	416	6.750 9567	28	
29	6.805 0431	213	6.802 8102	639	6.803 9266	426	6.746 8623	29	
30	6.805 0649	218	6.802 8755	653	6.803 9702	436	6.742 5955	30	
31	6.805 0871	222	6.802 9422	667	6.804 0146	444	6.738 1527	31	
32	6.805 1097	226	6.803 0101	679	6.804 0599	453	6.733 5302	32	
33	6.805 1328	231	6.803 0792	691	6.804 1060	461	6.728 7242	33	
34	6.805 1562	234	6.803 1494	702	6.804 1528	468	6.723 7304	34	
35	6.805 1799	237	6.803 2206	712	6.804 2002	474	6.718 5444	35	
36	6.805 2039	240	6.803 2927	721	6.804 2483	481	6.713 1616	36	
37	6.805 2282	243	6.803 3657	730	6.804 2970	487	6.707 5769	37	
38	6.805 2528	246	6.803 4394	737	6.804 3461	491	6.701 7802	38	
39	6.805 2776	248	6.803 5137	743	6.804 3956	495	6.695 7802	39	
40	6.805 3026	250	6.803 5886	749	6.804 4456	500	6.689 5565	40	
41	6.805 3277	251	6.803 6640	754	6.804 4958	502	6.683 1075	41	
42	6.805 3529	252	6.803 7397	757	6.804 5463	505	6.676 4264	42	
43	6.805 3784	254	6.803 8158	761	6.804 5970	507	6.669 5057	43	
44	6.805 4037	254	6.803 8920	762	6.804 6479	509	6.662 3378	44	
45	6.805 4291	254	6.803 9684	764	6.804 6987	511	6.654 9141	45	

n	$12 K$		$12 M$		$12 R = 12 \sqrt{KM}$		$12 R = 12 \sqrt{KM}$	c
150	6.804 4291		6.804 0684		6.804 6037		6.643 9141	440
16	6.805 4546	255	6.804 0447	763	6.804 7496	509	6.647 2259	46
17	6.805 4800	254	6.804 1210	763	6.804 8005	509	6.639 2633	47
18	6.805 5054	254	6.804 1970	760	6.804 8512	507	6.631 0167	48
19	6.805 5306	252	6.804 2729	759	6.804 9018	506	6.622 4736	49
20	6.805 5558	252	6.804 3483	754	6.804 9521	503	6.614 6235	50
21	6.805 5803	250	6.804 4233	750	6.805 0021	500	6.604 4526	51
22	6.805 6056	248	6.804 4978	745	6.805 0517	496	6.594 9476	52
23	6.805 6302	246	6.804 5716	738	6.805 1009	492	6.585 0932	53
24	6.805 6546	244	6.804 6447	731	6.805 1496	487	6.574 8733	54
25	6.805 6787	241	6.804 7170	723	6.805 1978	482	6.564 2700	55
26	6.805 7025	238	6.804 7883	713	6.805 2454	476	6.553 2641	56
27	6.805 7259	234	6.804 8587	704	6.805 2923	469	6.542 8347	57
28	6.805 7490	231	6.804 9280	693	6.805 3385	462	6.532 9587	58
29	6.805 7717	227	6.804 9961	681	6.805 3839	454	6.523 6111	59
30	6.805 7940	223	6.805 0630	669	6.805 4285	446	6.504 7640	60
31	6.805 8159	219	6.805 1286	656	6.805 4722	437	6.491 3571	61
32	6.805 8373	214	6.805 1927	641	6.805 5150	428	6.477 4466	62
33	6.805 8582	209	6.805 2554	627	6.805 5568	418	6.462 9049	63
34	6.805 8785	203	6.805 3165	611	6.805 5975	407	6.447 7205	64
35	6.805 8984	199	6.805 3760	595	6.805 6372	397	6.431 8466	65
36	6.805 9176	192	6.805 4337	577	6.805 6757	385	6.415 2109	66
37	6.805 9363	187	6.805 4897	560	6.805 7130	373	6.397 8143	67
38	6.805 9543	180	6.805 5438	541	6.805 7491	361	6.379 5297	68
39	6.805 9717	174	6.805 5960	522	6.805 7839	348	6.360 3009	69
40	6.805 9884	167	6.805 6462	502	6.805 8173	334	6.340 0401	70
41	6.806 0045	161	6.805 6944	482	6.805 8495	322	6.318 6464	71
42	6.806 0199	154	6.805 7405	461	6.805 8802	307	6.296 0022	72
43	6.806 0345	146	6.805 7844	439	6.805 9094	292	6.271 9698	73
44	6.806 0484	139	6.805 8261	417	6.805 9372	278	6.246 3865	74
45	6.806 0615	131	6.805 8656	395	6.805 9635	263	6.219 0378	75
46	6.806 0739	124	6.805 9027	371	6.805 9883	248	6.189 7491	76
47	6.806 0855	116	6.805 9374	347	6.806 0115	232	6.158 1735	77
48	6.806 0963	108	6.805 9698	324	6.806 0331	216	6.123 9752	78
49	6.806 1063	100	6.805 9997	299	6.806 0530	199	6.086 7051	79
50	6.806 1154	91	6.806 0272	275	6.806 0713	183	6.045 7856	80
51	6.806 1237	83	6.806 0521	249	6.806 0879	166	6.000 4262	81
52	6.806 1312	75	6.806 0745	224	6.806 1029	150	5.949 6865	82
53	6.806 1378	66	6.806 0943	198	6.806 1161	132	5.892 0323	83
54	6.806 1436	58	6.806 1116	173	6.806 1276	115	5.825 3781	84
55	6.806 1484	48	6.806 1262	146	6.806 1373	97	5.746 444	85
56	6.806 1524	40	6.806 1382	120	6.806 1453	80	5.649 7369	86
57	6.806 1555	31	6.806 1475	93	6.806 1515	62	5.524 9557	87
58	6.806 1578	23	6.806 1542	67	6.806 1560	45	5.348 9769	88
59	6.806 1591	13	6.806 1582	40	6.806 1588	26	5.048 0144	89
60	6.806 1595	4	6.806 1595	13	6.806 1595	9	-	90

№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
1	10576	110576	111305	365409784	85627802	1
2	10577	110577	111354	382649784	82616192	2
3	10578	110578	111376	421705280	80854094	3
4	10579	110579	111052	91214638	79600645	4
5	10580	110580	110901	72905527	78627605	5
6	10581	110581	110716	60682167	77830969	6
7	10582	110582	110599	51919219	77145790	7
8	10583	110583	110525	45586514	76565298	8
9	10584	110584	109460	40273934	76050243	9
10	10585	110585	109641	36076476	75584286	10
11	10586	110586	109289	32812225	75163017	11
12	10587	110587	108901	30012626	74772859	12
13	10588	110588	108587	27631894	74414107	13
14	10589	110589	108336	25586756	74080152	14
15	10590	110590	108152	23809273	73767461	15
16	10591	110591	107936	22249242	73473152	16
17	10592	110592	107688	20868270	73191865	17
18	10593	110593	107507	19638496	72930640	18
19	10594	110594	107294	18530344	72678635	19
20	10595	110595	107149	17530949	72438054	20
21	10596	110596	106972	16621043	72207105	21
22	10597	110597	106764	15791140	71994957	22
23	10598	110598	106524	15033887	71770713	23
24	10599	110599	106253	14333711	71563586	24
25	10600	110600	106052	13686374	71362884	25
26	10601	110601	105819	13085759	71167989	26
27	10602	110602	105557	12526654	70975351	27
28	10603	110603	105264	12004592	70793474	28
29	10604	110604	104941	11515721	70612911	29
30	10605	110605	104684	11056699	70436255	30
31	10606	110606	104396	10624619	70263133	31
32	10607	110607	104064	10216932	70093205	32
33	10608	110608	103698	9831401	69926154	33
34	10609	110609	103286	9466048	69761687	34
35	10610	110610	102829	9119124	69599531	35
36	10611	110611	102334	8789069	69449429	36
37	10612	110612	101799	8474495	69291158	37
38	10613	110613	101232	8174157	69124430	38
39	10614	110614	100632	7886937	68960084	39
40	10615	110615	100000	7611829	68814890	40
41	10616	110616	99347	7347924	68661646	41
42	10617	110617	98672	7094397	68509155	42
43	10618	110618	97974	6850302	68357224	43
44	10619	110619	97254	6615559	68205665	44
45	10620	110620	96514	6388945	68054291	45

1	2	3	4	5	6	7
1	1000000		74832	6188715	68654261	157
16	5096176	11144	77365	6131094	67962923	16
17	5207359	11161	76057	6088385	67551359	17
45	5388521	111102	74627	5753642	67599429	45
49	5429725	111202	73173	5555124	67436517	49
50	5540943	111221	71697	5362825	67293693	50
51	5652165	111241	70199	5175173	67159500	51
52	5763385	111260	68679	4986620	67033155	52
53	5874605	111278	67135	4806615	66914366	53
54	5985821	111298	65577	4634250	66803076	54
55	6097037	111316	63995	4468159	66699355	55
56	6208252	111335	62393	4308251	66603287	56
57	6319468	111355	60773	4153666	66514855	57
58	6430683	111370	59134	3995597	66434057	58
59	6541895	111388	57476	3843595	66360855	59
60	6653104	111406	55801	3687759	66295254	60
61	6764312	111423	5408	3538605	66237279	61
62	6875521	1114408	52399	3390236	66186916	62
63	6986736	111455	50674	3255517	66144240	63
64	7097947	111472	48933	3129323	66109303	64
65	7211465	111487	47156	2982434	66082099	65
66	7322667	111502	45408	2837743	66054807	66
67	7433881	111516	43621	2705151	66033786	67
68	7545093	111531	41822	2584425	66018639	68
69	7656358	111544	40011	2455552	66009361	69
70	7767616	111558	38167	2328382	65995973	70
71	7878866	111570	36352	2202906	65979764	71
72	7990226	111582	34505	2078720	65970959	72
73	8101586	111593	32547	1956662	65962775	73
74	8212967	111605	30750	1836615	65955448	74
75	8324302	111615	28902	1718497	65948140	75
76	8435670	111625	27016	1595510	65940850	76
77	8547031	111634	25122	1477235	65934496	77
78	8658383	111643	23219	1360060	65928078	78
79	8769735	111651	21310	1243823	65921585	79
80	8881085	111655	19394	1128425	65915042	80
81	8992435	111665	17477	1015574	65908467	81
82	9103785	111671	15553	899360	65901937	82
83	9215136	111677	13622	785345	65895286	83
84	9326487	111683	11675	672611	65888576	84
85	9437837	111686	9735	559887	65881802	85
86	9549186	111689	7791	447503	65875062	86
87	9660535	111694	5846	335361	65868251	87
88	9771884	111694	3898	223461	65861366	88
89	9883232	111695	1949	111797	65854406	89
90	1000000	111695	0	0	65847362	90

Table I		Table II		Table III		Table IV	
log 10		log 10		log 10		log 10	
1	0.0000000	1	0.0000000	45	0.8539071	45	0.8539071
2	0.0000000	2	0.0000000	46	0.8539071	46	0.8539071
3	0.0000000	3	0.0000000	47	0.8539071	47	0.8539071
4	0.0000000	4	0.0000000	48	0.8539071	48	0.8539071
5	0.0000000	5	0.0000000	49	0.8539071	49	0.8539071
6	0.0000000	6	0.0000000	50	0.8539071	50	0.8539071
7	0.0000000	7	0.0000000	51	0.8539071	51	0.8539071
8	0.0000000	8	0.0000000	52	0.8539071	52	0.8539071
9	0.0000000	9	0.0000000	53	0.8539071	53	0.8539071
10	0.0000000	10	0.0000000	54	0.8539071	54	0.8539071
11	0.0000000	11	0.0000000	55	0.8539071	55	0.8539071
12	0.0000000	12	0.0000000	56	0.8539071	56	0.8539071
13	0.0000000	13	0.0000000	57	0.8539071	57	0.8539071
14	0.0000000	14	0.0000000	58	0.8539071	58	0.8539071
15	0.0000000	15	0.0000000	59	0.8539071	59	0.8539071
16	0.0000000	16	0.0000000	60	0.8539071	60	0.8539071
17	0.0000000	17	0.0000000	61	0.8539071	61	0.8539071
18	0.0000000	18	0.0000000	62	0.8539071	62	0.8539071
19	0.0000000	19	0.0000000	63	0.8539071	63	0.8539071
20	0.0000000	20	0.0000000	64	0.8539071	64	0.8539071
21	0.0000000	21	0.0000000	65	0.8539071	65	0.8539071
22	0.0000000	22	0.0000000	66	0.8539071	66	0.8539071
23	0.0000000	23	0.0000000	67	0.8539071	67	0.8539071
24	0.0000000	24	0.0000000	68	0.8539071	68	0.8539071
25	0.0000000	25	0.0000000	69	0.8539071	69	0.8539071
26	0.0000000	26	0.0000000	70	0.8539071	70	0.8539071
27	0.0000000	27	0.0000000	71	0.8539071	71	0.8539071
28	0.0000000	28	0.0000000	72	0.8539071	72	0.8539071
29	0.0000000	29	0.0000000	73	0.8539071	73	0.8539071
30	0.0000000	30	0.0000000	74	0.8539071	74	0.8539071
31	0.0000000	31	0.0000000	75	0.8539071	75	0.8539071
32	0.0000000	32	0.0000000	76	0.8539071	76	0.8539071
33	0.0000000	33	0.0000000	77	0.8539071	77	0.8539071
34	0.0000000	34	0.0000000	78	0.8539071	78	0.8539071
35	0.0000000	35	0.0000000	79	0.8539071	79	0.8539071
36	0.0000000	36	0.0000000	80	0.8539071	80	0.8539071
37	0.0000000	37	0.0000000	81	0.8539071	81	0.8539071
38	0.0000000	38	0.0000000	82	0.8539071	82	0.8539071
39	0.0000000	39	0.0000000	83	0.8539071	83	0.8539071
40	0.0000000	40	0.0000000	84	0.8539071	84	0.8539071
41	0.0000000	41	0.0000000	85	0.8539071	85	0.8539071
42	0.0000000	42	0.0000000	86	0.8539071	86	0.8539071
43	0.0000000	43	0.0000000	87	0.8539071	87	0.8539071
44	0.0000000	44	0.0000000	88	0.8539071	88	0.8539071
45	0.0000000	45	0.0000000	89	0.8539071	89	0.8539071
46	0.0000000	46	0.0000000	90	0.8539071	90	0.8539071

წინასიტყვაობა	3
---------------	---

თავი I.

ტოპოგრაფია-გეოდეზიის საგანი და ამოცანები, მისი განვითარების ისტორია	4
ტოპოგრაფიისა და გეოდეზიის განვითარების მოკლე ისტორია, კავშირი სხვა მეცნიერებებთან	6
დედამიწის ფორმა და განზომილება დედამიწის გარეგანი სახე, ელიფსოიდი	10
მასშტაბები	13
გეოგრაფიულ კოორდინატთა სისტემა, გეოგრაფიული მერიდიანი, პარალელი, განედი, გრძედი	18
მიმართულების ორიენტირება ანუ გაგნება გეოგრაფიული მერიდიანი და აზიმუტი	21
რუმბები	22
დამოკიდებულება რუმბებსა და აზიმუტებს შორის	23
პირდაპირი და შებრუნებული აზიმუტები	24
დირექციული კუთხე	26
მაგნიტური მერიდიანი, ისრის მიხრის კუთხე, ისრის დახრის კუთხე და მაგნიტური აზიმუტი	29
ბუსოლი	31
თარაზო	33

თავი II

გეოგრაფიული გლობუსი, რუკები	35
საკითხები კარტომეტრიიდან - სწორი და კლავნილი ხაზების სიგრძეთა გაზომვა რუკებზე	39
კლავნილი ხაზების სიგრძეების გაზომვა	42
ფართობის გაზომვა	46
ზოგადი ცნებები რელიეფზე. რელიეფის გამოსახვა	
ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე	51

რელიეფის გამოსახვა იზოჰიფსებით ანუ ჰორიზონტალებით	53
დახრის კუთხის და ქანობის განსაზღვრა იზოჰიფსების საშუალებით	56
წერტილების სიმაღლეების განსაზღვრა	61
გაზომები და მათი კლასიფიკაცია. გეოდეზიის ამოცანები, ხაზების გაზომვა ადგილზე	62
ადგილზე ხაზების სიგრძეების გაზომვა	64
საზომი ხელსაწყოები და ხაზების გაზომვა	67
ხაზების ჰორიზონტალური პროექციების (გეგმილების) განსაზღვრა. ეკლიმეტრები	67
ეკლიმეტრი	68
მანძღმზომი ლარტყები	70
სანიველირო ლარტყები	71
აგეგმვის ზოგადი კანონი	72
თვალზომიერი აგეგმვა	73
მენზულური აგეგმვის არსი	74
აგეგმვა პოლარული ხერხით	75
ადგილის აგეგმვა გადაკვეთის მეთოდით	77
პოლიგონის აგება ქაღალდზე რუმბების ან დირექციული კუთხეების საშუალებით და შეუკვრელობის განსაზღვრა აგეგმვა პოლიგონის ანუ მრავალკუთხედის შემოვლითი ხერხით	78
ჩაკეტილი პოლიგონის კუთხეების შემოწმება	81

თავი III

ადგილზე წერტილთა სიმაღლეების განსაზღვრა ნიველირება. ბარომეტრული ნიველოზა	82
გეომეტრიული ნიველირება	84
გეოდეზიური ანუ ტრიგონომეტრიული ნიველოზა	86
GPS -ის გამოყენებით ადგილმდებარეობის წერტილთა გეგმიური და სიმაღლური კოორდინატების განსაზღვრა სახელმწიფო გეგმიური გეოდეზიური ქსელები	88
გეგმიური გეოდეზიური ქსელის შექმნის მეთოდები	89

ცნება გლობალური პოზიციონირების (თანამგზავრული ნავიგაციის) სისტემებზე	91
--	----

თავი IV

ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები; ცნებები რუკებზე და გეგმებზე	93
რუკაზე წაყენებული პირობები	97
რუკის კერძო მასშტაბების განსაზღვრა	100
რუკის მასშტაბის შედარება გლობუსის მასშტაბთან	102
კარტოგრაფიულ ნაწარმთა ტიპები და რუკების კლასიფიკაცია	104
დედამიწის ზედაპირის კარტოგრაფიული გამოსახულების ძირითადი თვისებები, მათზე წაყენებული პირობები	106
ტოპოგრაფიული რუკების მათემატიკური საფუძველი	109
ტოპოგრაფიული რუკების დაგრაფვა და ნომენკლატურა	114

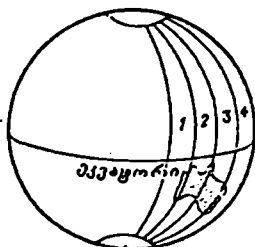
თავი V

კარტოგრაფიული გენერალიზაცია	124
ტოპოგრაფიული რუკის გარჩევა	131
ზოგადგეოგრაფიული რუკების სახეები და მათი შინაარსი	134
ტოპოგრაფიული რუკები	135
სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო-ზოგადგეოგრაფიული რუკები	140
ჰიდროგრაფიის გამოსახვა სამიმოხილვო ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე	140
ოკეანეების, ზღვებისა და მათი ნაწილების გამოსახვა რუკაზე	145
ტბების წყალსაცავების და არხების გამოსახვა რუკაზე	145
მდინარეების გამოსახვა რუკაზე	146
რელიეფის გამოსახვა სამიმოხილვო ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე	149
ლიტერატურა	154
დანართი	155

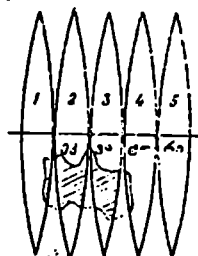
თავი IV

ტოპოგრაფიული რუკები და გეგმები; ცნებები რუკებზე და გეგმებზე

დედამიწის მთლიანი ზედაპირის ან მისი დიდი ნაწილის ზუსტად და მსგავსად გამოსახვა სიბრტყეზე შეუძლებელია, ვინაიდან დედამიწის ზედაპირი, როგორც სფერული ზედაპირი, არ იშლება სიბრტყეზე. გაშლის დროს მივიღებთ სფერული ზედაპირის გაგლეჯვებს და ამის გამო ადგილი ექნება მოხაზულობებისა და ფართობების დამახინჯებას. ეს, რომ გასაგები და თვალსაჩინო იყოს, ამისათვის ავიღოთ გლობუსი, რომლის ზედაპირი მერიდიანების საშუალებით დაყოფილია ზონებად.



ნახაზი №1



ნახაზი №2

დავუშვათ, რომ ამ გლობუსზე გამოსახული რომელიმე მატერიკი, მაგ. ავსტრალია, მოთავსებულია 1,2,3,4 ზონებში. თუ გლობუსის ზედაპირს გავჭრით მერიდიანების მიმართულებით და შემდეგ გავშლით სიბრტყეზე, მაშინ ცალკე ზონები გამოისახება სიბრტყეზე ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახაზზე 2. ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ ზონები ერთიმეორეს ეხება ეკვატორზე, ხოლო ეკვატორის ჩრდილოეთით და სამხრეთით ადგილი აქვს გარღვევებს და ამის გამო ზონებს შორის შეუვსებელი ადგილი რჩება. ამის შედეგად ავსტრალიის მოხაზულობა გაწყვეტილი იქნება. იმ მიზნით, რომ მივიღოთ ამ ქვეყნის მთლიანი მოხაზულობა, უნდა შევაერთოთ ხაზებით გაწყვეტი-