ნიკა ყარალაშვილი

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საფუძვლები

თბილისი
2016 წ.

ნ. ყარალაშვილი. *გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საფუძვლები.* თბილისი, 2016. – 368 გვ.

სახელმძღვანელოდ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შემსწავლელი სტუდენტებისთვის, ასევე გეოინფორმატიკით დაინტერესებული ნებისმიერი პირისთვის.

რედაქტორი: ლერი გიგინეიშვილი, ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი

რეცენზენტი: ზურაბ ლაოშვილი, სამხ. მეცნ. დოქტორი

ბეჭდვამდელი მომზადება და ორიგინალ-მაკეტის გაფორმება ნიკა ყარალაშვილის.

დაბეჭდილია შპს-ში „ბენე". თბილისი, პეკინის გამზ. №3.

© ნიკა ყარალაშვილი, 2016

ISBN 978-9941-0-9323-4

შინაარსი

შესავალი 9

I თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები 13

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების არსი 13

გეოგრაფიული მეცნიერებების მნიშვნელობა 15

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება 21

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოყენების სფერო 24

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კლასიფიკაცია 26

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის კომპონენტები 28

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ტენდენცია 30

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები (რეზიუმე) 31

საკონტროლო შეკითხვები I თავისთვის: 35

II თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორია 36

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორია (რეზიუმე) 50

საკონტროლო შეკითხვები II თავისთვის 55

III თავი. დედამიწის ზომა და ფორმა 57

1942 წლის საკოორდინატო სისტემა(დატუმი) 67

WGS 84 საკოორდინატო სისტემა (დატუმი) 69

დედამიწის ზომა და ფორმა (რეზიუმე) 69
საკონტროლო შეკითხვები III თავისთვის 72

IV თავი. გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები და მათი წარმოდგენის ფორმა 74

სივრცითი მონაცემების ორგანიზაცია 76
გეოგრაფიული მონაცემების წარმოდგენის ფორმა 78
რასტრული მოდელი 79
ვექტორული მოდელი 84
არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი 88
გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები და მათი წარმოდგენის ფორმა (რეზიუმე) 90
საკონტროლო შეკითხვები IV თავისთვის 93

V თავი. მონაცემების ძირითადი წყაროები და მათი შეგროვება 96

რუკები 96
რუკათა კლასიფიკაცია 98
რუკების გამოყენება გის მონაცემთა ბაზაში 103
რუკის ელემენტები 106
კარტოგრაფიული პროექციები 108
საკოორდინატო სისტემა 114
მასშტაბი 117
რუკის ლეგენდა 118
პროექციის შერჩევა 119
პროექციის ამოცნობა 120
დისტანციური ზონდირება 121
დისტანციური ზონდირების განვითარების მოკლე ისტორია 127
აეროფოტოგადაღება 131

ლაზერული ლოკაცია 133
აეროკოსმოსური მონაცემები 137
ფოტოგრამმეტრია 140
გლობალური პოზიცირების სისტემა (GPS) 144
მონაცემთა სხვა წყაროები და მათი შეგროვება 146
ინტერნეტი 148
მეტამონაცემები 148
მონაცემების ძირითადი წყაროები და მათი შეგროვება (რეზიუმე) 149
საკონტროლო შეკითხვები V თავისთვის 156

VI თავი. კარტოგრაფიული განზოგადება 159
განზოგადების არსი 159
განზოგადების სახეები 162
განზოგადების სათავეები 167
განზოგადება გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში 168
კარტოგრაფიული განზოგადება (რეზიუმე) 173
საკონტროლო შეკითხვები VI თავისთვის 177

VII თავი. გამოსახულების გეოგრაფიული მიბმა და შეუბამლობის აღმოფხვრა 179
რუკების შეპირაპირება 185
გამოსახულების გეოგრაფიული მიბმა და შეუბმელობის აღმოფხვრა (რეზიუმე) 189
საკონტროლო შეკითხვები VII თავისთვის 191

VIII თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზები 193
მოუწესრიგებელი ფაილები 194

თანამიმდევრობით მოწესრიგებული ფაილები 195
ინდექსირებული ფაილი 196
მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა 197
იერარქიული მონაცემთა ბაზები 199
ქსელური მონაცემთა ბაზები 200
რელაციური მოდელი 202
ობიექტურ-ორიენტირებული მონაცემთა ბაზები 206
მონაცემთა ბაზის ოპტიმალური სტრუქტურის შერჩევა 207
გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების
მონაცემთა ბაზები (რეზიუმე) 208
საკონტროლო შეკითხვები VIII თავისთვის 213

IX თავი. მონაცემთა შეცდომები და მათი გასწორება 214
კონცეპტუალური შეცდომები 214
მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები 215
მონაცემთა კოდირების შეცდომები 216
მონაცემთა რედაქტირებასთან და
ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებული შეცდომები 217
მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე
წარმოქმნილი შეცდომები 221
გამოსავლელი მონაცემების შეცდომები 222
ატრიბუტული მონაცემების შეცდომები და
მათი გასწორება 222
მონაცემთა შეცდომები და მათი გასწორება (რეზიუმე) 224
საკონტროლო შეკითხვები IX თავისთვის 228

X თავი. მოდელირება და ანალიზი
გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით 229
გეოინფორმაციული მოდელირება 231

გეოინფორმაციული მოდელირების სახეები 232
ანალიზის ზოგიერთი სახე 234
ბუფერული ზონები 237
შეკითხვები 238
ფილტრაცია 240
კლასიფიკაცია და რეკლასიფიკაცია 241
კარტოგრაფიული ზედდება 243
რელიეფის ციფრული მოდელირება 248
რელიეფის ციფრული მოდელების მნიშვნელობა 254
ხედვის ანალიზი 254
სივრცითი ინტერპოლაცია 256
ქსელების ანალიზი 257
მოდელირება და ანალიზი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით (რეზიუმე) 260
საკონტროლო შეკითხვები X თავისთვის 269

XI თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოსასვლელი მონაცემები 272
კარტოგრაფიული გამოსასვლელი მონაცემები 273
არაკარტოგრაფიული გამოსასვლელი მონაცემები 281
გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოსასვლელი მონაცემები (რეზიუმე) 283
საკონტროლო შეკითხვები XI თავისთვის 286

დანართი 288

გლოსარიუმი 301

გამოყენებული ლიტერატურა 363

Mankind has invented three great forms of communication: language, music and mapping, but by far the oldest of the three is mapping.

The Times

შესავალი

თანამედროვე საზოგადოების განვითარებისთვის ინფორმატიკას საკვანძო მნიშვნელობა აქვს. სწორედ ინფორმატიკის წყალობით გახდა შესაძლებელი ისეთი საკითხების გადაჭრა, რომლებსაც სულ რამდენიმე ათეულის წლის წინ შეიძლება ფანტასტიკის სფეროდ განიხილავდნენ. ამ მეტად მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიის პროგრესმა გვერდი რა თქმა უნდა არც დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებებს აურა და მასში უპირატესად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების (გის) საშუალებით მტკიცედ მოიკიდა ფეხი.

უზოგადესი გაგებით გის არის გეოგრაფიულ (სივრცით) მონაცემებთან მომუშავე ინფორმაციული სისტემა. ამ თვისების წყალობით დღეს ალბათ შეუძლებელია მოინახოს ადამიანის საქმიანობის რომელიმე სფერო, რომელსაც შეხება აქვს სივრცით ინფორმაციასთან და მონაცემების დამუშავებისთვის გის-ს არ იყენებდეს. გასული საუკუნის 60-70-იანი წლებიდან აშშ-სა და კანადაში წმინდა ტექნიკური დანიშნულებით შექმნილი გეოინფორმაციული სისტემები ყოველმხრივი განვითარების შედეგად ახლა ფაქტიურად ყველა მსურველისთვისაა ხელმისაწვდომი.

საქართველოში გის ცოტა მოგვიანებით, მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებიდან ჩნდება. მას შემდეგ ქვეყნის მასშტაბით ათობით სახელმწიფო თუ კერძო ორგანიზაციაა, რომელიც თავის ამოცანების გადასაჭრელად გეოინფორმაციულ ტექნოლოგიების იყენებს. თუმცა რიგი მიზეზების გამო გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს საქართველოში ვიწრო, უტილიტარული მიზანი აქვს: გის ხშირად განიხილება როგორც გარკვეული დანიშნულების პროგრამული უზრუნველყოფა, ხოლო გის-ის შესწავლისას აქცენტი ასევე კონკრეტულ პროგრამულ პროდუქტზე კეთდება. შესაბამისად ნაკლები ყურადღება ექცევა თეორიულ საკითხებს. არადა გის-ის საკვანძო შემადგენელ ნაწილს - უძველეს მეცნიერებას გეოგრაფიას, თანატოლ კარტოგრაფიასთან

ერთად თავიანთი არსებობის რამდენიმე ათასი წლის მანძილზე ბევრი საყითხი აქვთ შესწავლილი, დამუშავებული და დახვეწილი. გეოგრაფიის და ყარტოგრაფიის საყითხების ყარგი ცოდნა მომხმარებელს საშუალებას აძლევს სრულად გამოიყენოს გის-ის ფუნქციური შესაძლებლობანი.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მიმართ ასეთ დამოკიდებულებას შესაბამისი ლიტერატურის ნაკლებობაც უწყობს ხელს. ქართულ ენაზე სულ ორიოდე სახელმძღვანელოა გამოქვეყნებული. ხოლო ადგილობრივი სპეციალისტების ავტორობით სხვადასხვა სამეცნიერო-პოპულარულ პერიოდიკაში განთავსებული სტატიები, რომლებიც ტრადიციულად რაიმე კერძო საყითხს განიხილავენ, დაინტერესებულ პირს ვერ უქმის სათანადო ცოდნის ბაზას გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის შესწავლისთვის.

ასეთი სიცარიელის გარკვეულწილად შევსებისთვისაა განკუთვნილი წინამდებარე ნაშრომი. მასში შეძლებისდაგვარად გაშუქებულია გის კვალიფიციური მოხმარებისთვის აუცილებელი ყველა საყითხი. ნაშრომზე მუშაობისას საკმაოდ შეზღუდული ვიყავი პირველწყაროებით. რადგან, როგორც უკვე აღვნიშნე, საქართველოში ჭირს გეოინფორმატიკასთან დაკავშირებული ლიტერატურის მოძიება არამარტო ქართულ ენაზე, არამედ - უცხოურზეც. ვსარგებლობ შემთხვევით და გულითად მადლობას მოვახსენებ ყველა ჩემს მეგობარს, ვინც დამეხმარა უცხოური თემატური მასალის შეგროვებაში. ამისდა მიუხედავად, სამწუხაროდ ჩემთვის ხელმიუწვდომელი დარჩა ზოგიერთი თანამედროვე დასავლური წყარო, რომლის გამოყენებაც ჩაფიქრებული მქონდა. იმედს ვიტოვებ, რომ მკითხველისთვის ეს პრობლემას არ შექმნის და ყველა საყითხი მინიმალურად მაინც არის განხილული.

განსაკუთრებული მადლობა მინდა გადავუხადო ნაშრომის რეცენზენტს, სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორს, ბატონ *ზურაბ ლილოშვილს* პირველ რიგში რა თქმა უნდა რეცენზირებისთვის გაწეული შრომის-

თვის, მაგრამ უფრო მეტად იმ საფუძვლიანი შენიშვნებისთვის, რომელთა გათვალისწინებითაც, ვფიქრობ, ნაშრომი ყოველმხრივ მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა. ამისდა მიუხედავად ვაცნობიერებ - "გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საფუძვლები"ვერ იქნება დაცული გარეგნული უზუსტობებისა და ხარვეზებისგან. ყველა საქმიან შენიშვნას, სურვილს თუ მოსაზრებას მადლიერებით მივიღებ ელ. ფოსტის karalashvili.nika@gmail.com ან სხვა ნებისმიერი საშუალებით. თითოეულ მათგანს სათანადოთ გავითვალისწინებ მომდევნო გამოცემაში.

ნ. ყარალაშვილი

გეოგრაფია სულ უფრო უახლოვდება თავის ახალ სოციალურ ფუნქციას – ფუნქციას ახსნას არა მხოლოდ არსებული მოვლენები, არამედ განახორციელოს ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის კონტროლი, პროგნოზი და რაც მთავარია, მართვა.

ნ. ჯერუჩაშვილი

I თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების არსი

ტერმინი „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა“ (გის) ორი ნაწილისგან შედგება. პირველი მათგანი - „გეოგრაფიული“ (უფრო ხშირად გამოყენებული შემოკლებულად - „გეო“) მიანიშნებს, რომ ეს ინფორმაციული სისტემა დაფუძნებულია გეოგრაფიულ ინფორმაციაზე და განკუთვნილია სივრცით მონაცემებთან სამუშაოდ. თუმცა „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა“ არანაირად არ უნდა იქნეს გაგებული ისე, თითქოს იგი მხოლოდ გეოგრაფიული მეცნიერებების (გეოგრაფია, გეოლოგია, გეოდეზია და სხვ.) საჭიროებას ემსახურება. როგორც ქვემოთ ვნახავთ, მისი შესაძლებლობებიდან გამომდინარე ძნელია მოინახოს ადამიანის საქმიანობის სფერო, რომელშიც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის ადგილი არ იქნება.

ამ დროისთვის არ არსებობს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საყოველთაოდ მიღებული განმარტება. გეოინფორმაციული სისტემები ჯერ კიდევ ახალი მიმართულებაა, ამიტომ ბუნებრივია, რომ ტერმინის განსაზღვრა საკმაოდ რთულია და იცვლება ინტელექტუალური, კულტურული და პოლიტიკური მიზნებითაც კი. ზოგადად საბუნებისმეტყველო მიმართულების მეცნიერება - გეოგრაფიაში რთულად ხდება რაიმე ტერმინის ზუსტად განმარტება. მაგრამ ამ შემთხვევაში სირთულე მხოლოდ გეოგრაფიაში არაა. ტერმინის მეორე ნაწილი „ინფორმაციული სისტემა“ ასევე თავის „ახალგაზრდობის“ გამო, სხვადასხვა ლიტერატურაში განსხვავებულადაა განმარტებული. უზოგადესი გაგებით **ინფორმაციულ სისტემად** მოიაზრებენ გამოყენებით-პროგრამულ სისტემას, რომელიც ორიენტირებულია ინფორმაციის შეგროვება, შენახვა, ძებნასა და დამუშავებაზე. [1]

ზემოთაღნიშნული მიზეზებით გეოინფორმაციული სისტემის განმარტების უამრავი ვარიანტი დაგროვდა. მათი ნაწილი თავმოყრილია დანართში (გვ. 288). აქ მხოლოდ მოვიყვანთ ორ მათგანს. პირველი ესაა საქართველოს კანონის „კარტოგრაფიული და გეოდეზიული საქმიანობის შესახებ“ ზოგად დებულებებში მოცემული განმარტება:

- „გეოინფორმაციული სისტემა (გის) – სისტემა გეოგრაფიული სივრცის შესახებ, რომელიც ითვალისწინებს მონაცემთა შეგროვებას, შენახვას, შემოწმებას, ანალიზს, განზოგადებას, ინტერპრეტირებას და გამოისახება სივრცითი თვისებების გამოყენებით. იგი წარმოდგენილია მონაცემთა ბაზებით, რომლებიც დაკავშირებულია სივრცით მახასიათებლებთან შესაბამის პროგრამულ უზრუნველყოფაში“. [2]

აღნიშნული განმარტება, რა თქმა უნდა სწორად გადმოსცემს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების არსს, დანიშნულებას და ფუნქციურ შესაძლებლობას. მაგრამ ყველა სხვა დანარჩენიდან გვინდა გამოვარჩიოთ კიდევ ერთი:

- კომპიუტერული აპარატული და პროგრამული უზრუნველყოფის, გეოგრაფიული მონაცემების და სპეციალისტების მოქმედებების ერთობლიობა გეოგრაფიული მიბმის მქონე ნებისმიერი ინფორმაციის შეგროვების, შენახვის, განახლების, დამუშავების, ანალიზისა და გამოსახვისთვის. [3]

ამ განმარტებაში ყველა საჭირო კომპონენტთან ერთად ხაზგასმულია სპეციალისტების მნიშვნელობა. დღეს ფართოდაა გავრცელებული მცდარი მოსაზრება, თითქოს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები უბრალოდ გარკვეული დანიშნულების ინფორმაციული სისტემებია და მასთან სამუშაოდ მხოლოდ კონკრეტული პროგრამული უზრუნველყოფის შესწავლა საკმარისია. აღნიშნული მოსაზრების გამყარებას თავად გის პროგრამული პროდუქტების

მწარმოებლებიც უნებლიედ უწყობენ ხელს: გის კომერციული პროგრამული პროდუქტების უმეტესობა იმდენად კარგადაა დოკუმენტირებული, რომ მომხმარებელს შეუძლია დამოუკიდებლად აითვისოს ისინი ნებისმიერ დონემდე. თუ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა ვიწრო, უტილიტარული დანიშნულებით გამოიყენება, (მაგ. იუსტიციის სახლში წარსადგენი ელექტრონული დოკუმენტის მომზადება კანონით დადგენილი პარამეტრების მიხედვით, მაშინ ასეთი მიდგომა გამართლებულია და არ არის საჭირო გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ფლობის დონე აღემატებოდეს, ვთქვათ ფართოდ გავრცელებული ტექსტური რედაქტორების ფლობის დონეს. მაგრამ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ძირითადი მიზანი ასეთი უბრალო ტექნიკური ამოცანის გადაჭრა როდია. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები ბუნებრივი, სამეურნეო-სოციალური პროცესების და სიტუაციის მოდელირების ინსტრუმენტიცაა, რომელიც უზრუნველყოფს მოვლენებს შორის ურთიერთზეგავლენის და კავშირების გამოვლენას, მათ დროსა და სივრცეში განვითარების პროგნოზირებას. გეოგრაფიული (სივრცითი) მოვლენების ანალიზის და პროგნოზირების შესაძლებლობა აქცევს გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს იმ უნივერსალურ ინსტრუმენტად, რომლის წყალობითაც ისინი ასე ფართოდაა გავრცელებული ადამიანის საქმიანობის თითქმის ყველა სფეროში. გეოგრაფიული ობიექტების სივრცე-დროითი ანალიზი ტერმინ „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის“ პირველი შემადგენელი კომპონენტის, გეოგრაფიის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა.

გეოგრაფიული მეცნიერებების მნიშვნელობა

გეოგრაფია მეცნიერების უძველესი დარგია. ანტიკური პერიოდიდან 21-ე საუკუნემდე მან განვითარების მნიშვნელოვანი

გზა განვლო. ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში გეოგრაფები მოგზაურობდნენ მანამდე ჯერ კიდევ უცნობ ტერიტორიებზე და დანარჩენ მსოფლიოს ახალი ქვეყნების შესახებ აწვდიდნენ ინფორმაციას. თუმცა გეოგრაფები არ არიან გარემოს უბრალო რეგისტრატორები. გეოგრაფიული დისციპლინის წყალობით მათ კარგად განვითარებული აქვთ რაიონის „გრძნობა“ და სივრცითი ინტუიცია. [4] ასეთი თვისება გეოგრაფიის არსიდან გამომდინარეობს. გეოგრაფია და მხოლოდ **გეოგრაფია** სწავლობს ბუნებისა და საზოგადოების მოვლენებში არსებულ კონკრეტულ სივრცით ურთიერთკავშირებს, ავლენს ამ კავშირის მიზეზებს, მათი არსებობის კანონებს.

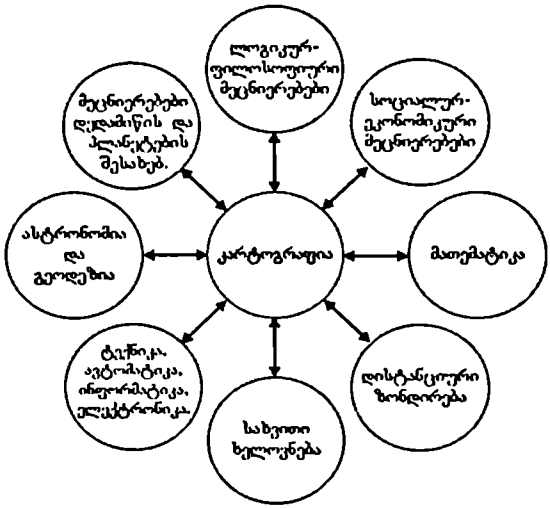
გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების უპირატესობა სხვა ინფორმაციულ სისტემებთან მხოლოდ იმაში მდგომარეობს, რომ იგი საშუალებას იძლევა ობიექტები განიხილებოდეს თავიანთ გეოგრაფიულ გარემოცვაში და შეისწავლებოდეს მათ შორის ურთიერთკავშირი. თავის მხრივ კავშირების და ურთიერთდამოკიდებულის განსაზღვრა გეოგრაფიული მოდელირების საფუძველია. თანამედროვე გეოგრაფიისთვის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები არის მხოლოდ საჭირო საშუალებების ნაკრები, რომელთაც სპეციალისტები სხვადასხვა ამოცანის გადასაჭრელად იყენებენ. [5] ამიტომ გეოინფორმაციული ტექნოლოგიაზე ან გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებზე, როგორც პროგრამულ პროდუქტებზე მსჯელობისას ყურადღებიდან არ უნდა გამოგვრჩეს გეოგრაფიული კომპონენტი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შესაძლებლობების მაქსიმალური და ეფექტური გამოყენებისთვის, ანალიზის შედეგად არასწორი ან მცდარი შედეგების მიღების თავიდან ასაცილებლად აქცენტი უნდა გაკეთდეს კვლევის გეოგრაფიულ შემადგენელზე. [6] სპეციალისტები, რომლებიც სწავლობენ სხვადასხვა გეოსისტემებს, მათ განვითარებას

და მდგრადობას, უნდა ემყარებოდნენ ერთის მხრივ ბუნების კანონებსა და მათ გამოვლინებებს, ხოლო მეორე მხრივ - გეოინფორმაციული სისტემების ტექნიკურ შესაძლებლობებსა და მეთოდებს. [5]

საკვლევი ტერიტორიის ან მოვლენის შესწავლას გეოგრაფია თავს ვერ გაართმევს, თუ საკვლევ ტერიტორიაზე მოვლენათა ურთიერთგანლაგების - ან საკვლევი მოვლენის ადგილის წესრიგი არ გამოავლინა. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ გეოგრაფიული მეცნიერებანი საკვლევი ტერიტორიის ან მოვლენის არა მხოლოდ გეოგრაფიულ (სივრცით) მდებარეობას სწავლობენ დროის ფაქტორის გათვალისწინებით, არამედ შეისწავლიან ყველა დანარჩენ თვისობრივ და ოდენობრივ მხარეებს, რომლებიც განპირობებულია სივრცისა და დროის კონკრეტული გარემოებებით. [7] გეოსისტემების თვისობრივი და ოდენობრივი მახასიათებლების შესწავლა და მათი კომპონენტების მოდელირება გულისხმობს გეოსისტემების სტრუქტურის დინამიკის, ურთიერთკავშირის, ფუნქციონირების მოდელირებას სივრცესა და დროში. [6]

გეოგრაფიული მეცნიერებებიდან სივრცე-დროითი მოდელირების პრობლემები იმთავითვე კარტოგრაფიის ინტერესის სფერო იყო. **კარტოგრაფია** არის მეცნიერება, რომელიც იკვლევს ობიექტური რეალობის საგნებისა და მოვლენების კონკრეტულ სივრცეს და ასახავს სპეციფიკური ნიშნობრივი სისტემით. [7] სივრცითი კანონზომიერების გამოსავლენად კარტოგრაფიას შემუშავებული აქვს მოდელირების მეთოდი. **კარტოგრაფიული მოდელირების მეთოდი** არის ნებისმიერი ბუნების და საზოგადოებრივი მოვლენის კონკრეტული სივრცის მოდელირება. იგი მოიცავს ლიგიკურ-სპეციფიკურ (კარტოგრაფიული შედარების, ანალიზის, სინთეზის, აბსტრაჰირების და განზოგადების) ხერხებს. კარტოგრაფიას თავისი, **რუკის ენად** წოდებული სპეციფიკური ობიექტური ენაც გააჩნია,

რომლის დახმარებითაც ახდენს კარტოგრაფიულ მოდელირებაში მონაწილე კარტოგრაფიული ფორმის ლოგიკური ხერხების რეალიზებას. [8]



ნახ. 1. კარტოგრაფიის კავშირი სხვა მეცნიერებებთან.
[9]-ს მიხედვით გვ. 578.

კარტოგრაფიული საქმიანობის შედეგი სხვადასხვა დანიშნულების, თემატიკის, შინაარსის და მასშტაბის რუკების შედგენაა. რუკების რაობის და მათი მნიშვნელობის შესახებ V თავში გვექნება საუბარი. ახლა კი მხოლოდ იმას აღნიშნავთ, რომ თავიანთი არსებობს მანძილზე გეოგრაფია და კარტოგრაფია განუყოფელი ნაწილები არიან. ერთი მათგანის არსებობა მეორეს გარეშე არათუ წარმოუდგენელი - არამედ შეუძლებელია.

კარტოგრაფია გეოგრაფიის მხარდამხარ მოდის ანტიკური პერიოდიდან. ამ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მან სრულყოფილ დონემდე დამუშავებული მათემატიკური და საშემსრულებლო მიმართულების გარდა შემდეგი დისციპლინები განავითარა:

კარტოგრაფიის ზოგადი თეორია – იკვლევს კარტოგრაფიის, როგორც მეცნიერების მეთოდებს, რუკის შედგენის და გამოყენების მეთოდოლოგიის საკითხებს. კარტოგრაფიის თეორიული საკითხები ძირითადად მუშავდება რუკათმცოდნეობის ფარგლებში (**რუკათმცოდნეობა** – ზოგადი სწავლება კარტოგრაფიული გამოსახულების შესახებ).

კარტოგრაფიის ისტორია – იკვლევს კარტოგრაფიის იდეის, მეთოდების, კარტოგრაფიული გამოსახულების განვითარების, ასევე თავად კარტოგრაფიული ნაწარმოებების ისტორიას.

მათემატიკური კარტოგრაფია – დისციპლინა, რომელიც სწავლობს რუკის მათემატიკურ საფუძველს. მის ფარგლებში მუშავდება კარტოგრაფიული პროექციის თეორია და მეთოდები, კარტოგრაფიული ქსელის გარკვეული პირობებით აგება, ანალიზდება დამახინჯება.

რუკების პროექტირება და შედგენა – იკვლევს და შეიმუშავებს მეთოდებს და ტექნოლოგიებს რუკების კამერალურ (ლაბორატორიულ) პირობებში შედგენისა და რედაქტირებისთვის. ეს მიმართულება თავის მხრივ იყოფა საერთო საკითხებისადმი მიძღვნილ რამდენიმე დიდ განყოფილებად: ზოგადგეოგრაფიული, ბუნების, სოციალურ-ეკონომიკური და სხვა ტიპის რუკების პროექტირება და შედგენა.

კარტოგრაფიული სემიოტიკა – შეიმუშავებს რუკის ენას, კარტოგრაფიული ნიშნების აგების წესებს, თეორიას და გამოყენებას. კარტოგრაფიული სემიოტიკის ფარგლებში გამოიყოფა სამი განყოფილება: კარტოგრაფიული **სინტაქტიკა**, **სემანტიკა** და **პრაგმატიკა**, რომლებიც სწავლობენ ნიშნებს შორის კავშირს, მათ კავშირს გამოსასახ ობიექტებთან, მომხმარებლის (მკითხველის) მხრიდან აღქმას, ინფორმაციულ ღირებულებას და სხვა.

რუკის გაფორმება – იკვლევს კარტოგრაფიული ნაწარმოების მხატვრული გაფორმების თეორიას და მეთოდებს (მათ შორის

კომპიუტერული გრაფიკის საშუალებით). ამიტომ ხშირად რუკების გაფორმებას **კარტოგრაფიულ დიზაინსაც** უწოდებენ.

კარტოგრაფიული წარმოების ეკონომიკა და ორგანიზაცია - კარტოგრაფიის და ეკონომიკის საერთო სფერო, რომლის ფარგლებშიც იკვლევენ წარმოების ოპტიმალური დაგეგმვის და ორგანიზაციის პრობლემებს (კარტოგრაფიული მოწყობილობების, მასალის, შრომითი რესურსების გამოყენებისას), შრომის ნაყოფიერების ამაღლების საკითხებს და ეკონომიკურ ეფექტურობას.

რუკების გამოცემა – ტექნიკური დისციპლინა, რომელიც სწავლობს რუკების, ატლასების და სხვა კარტოგრაფიული ნაწარმოებების ბეჭდვის ტექნოლოგიას.

რუკების გამოყენება – ამუშავებს კარტოგრაფიული ნაწარმოებების (რუკების, ატლასების, გლობუსების და სხვ.) გამოყენების თეორიას და მეთოდებს სხვადასხვა (პრაქტიკულ, სამეცნიერო, კულტურულ-საგანმანათლებლო და ა.შ.) სფეროში.

კარტოგრაფიული წყაროთმცოდნეობა – იკვლევს და ამუშავებს რუკის შექმნის დროს გამოსაყენებელ კარტოგრაფიული წყაროების (რუკების, სურათების, სტატისტიკური მონაცემების და სხვა დოკუმენტების) შეფასების და სისტემატიზაცის მეთოდებს.

კარტოგრაფიული ინფორმატიკა – იკვლევს და ამუშავებს კარტოგრაფიული ნაწარმოებების და მისი წყაროების შეგროვების, სისტემატიზაციის და მომხმარებლისთვის ინფორმაციის მიწოდების საშუალებებს. განყოფილებას, რომელიც დაკავებულია გამოცემული რუკების და ატლასების სისტემატიზაციით, ცნობარების, სიების, სამიმოხილვო მასალების შედგენით და სხვ., **კარტობიბლიოთეკას** უწოდებენ.

კარტოგრაფიული ტოპონიმიკა – იკვლევს გეოგრაფიულ დასახელებებს, მათ აზრობრივ მნიშვნელობას რუკაზე სწორად გადმოცემის თვალსაზრისით. ამ დისციპლინის ამოცანაა რუკაზე

დასატანი ტერმინებისა და დასახელებების სტანდარტიზაცია და ნორმალიზაცია. [1]

თანამედროვე კარტოგრაფია წარმოადგენს სამეცნიერო დისციპლინების და ტექნიკური დარგების კარგად განვითარებულ სისტემას. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი მათგანი უძველესია, ხოლო ზოგიერთი - უახლესი, ყველა მათგანი ურთიერთდაკავშირებულია როგორც ერთმანეთთან, ისე მეცნიერების და ტექნიკის სხვა დარგებთან. ასეთი ურთიერთგადაკვეთის, „ურთიერთგამსჭვალვის" შედეგად წარმოიქმნება ახალი მიმართულებები. კარტოგრაფიის, როგორც გეოგრაფიული მეცნიერებების განუყოფელი ნაწილის ინფორმაციულ მეცნიერებებთან ურთიერთობამ ახალი მიმართულება - გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება და გეოინფორმატიკა წარმოშვა.

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება არის რუკის ავტომატიზირებული შექმნა და გამოყენება გის-ის, კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის და ცოდნის გამოყენებით. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირებისარსიაგეოსისტემებისინფორმაციულ-კარტოგრაფიული მოდელირება. [6]

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება კარტოგრაფიის სხვა სახეობების შესაბამისად შეიძლება დაიყოს დარგობრივად და კომპლექსურად, ანალიზურად და სინთეზურად. კარტოგრაფიული კლასიფიკაციის მიხედვით მასში გამოიყოფა სხვადასხვა სახე (მაგ. სოციალური-ეკონომიკური, პოლიტიკური, სხვ.) და ტიპები (საინვენტარიზაციო, შეფასებითი, სხვ.). [1]

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება თვისობრივად ახალ ტექნოლოგიურ დონეზე სწევს კარტოგრაფიას. მაგ. მისი საშუალებით შესაძლებელი გახდა რუკათა დროის რეალურ მასშტაბში

შექმნა. ასეთი სახის კარტოგრაფირებას **ოპერატიულ კარტოგრაფირებას** უწოდებენ. [10]

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების ერთ-ერთი საფუძველია გეოინფორმატიკა. **გეოინფორმატიკა** არის მეცნიერების, ტექნოლოგიის და სამრეწველო საქმიანობის ერთობლიობა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების სამეცნიერო დასაბუთების, პროექტირების, შექმნის, ექსპლუატაციისა და გამოყენებისთვის. [11] გეოინფორმატიკაში განზოგადებულად თავმოყრილია დედამიწის შემსწავლელი ის მეცნიერებანი, რომლებიც დაკავებულნი არიან სხვადასხვა მოვლენების და პროცესების შესწავლით. გეოინფორმატიკა ეყრდნობა სივრცე-დროით მონაცემებს, ანუ მონაცემებს, რომლებიც შეიცავენ ინფორმაციას ობიექტების სივრცითი მდგომარეობის, თვისებების და დროის შესახებ, როდესაც ამ თვისებებს ჰქონდა ადგილი. „ინფორმატიკა“ გეოინფორმატიკაში განსაზღვრავს კვლევის ძირითად მეთოდს. ანუ საკვლევი ობიექტის შესწავლა ხდება კომპიუტერული ტექნოლოგიების, მათემატიკის, კარტოგრაფიის, გეოდეზიის და სხვა მეცნიერებების გამოყენებით, რომლებიც დაკავებულნი არიან ინფორმაციის შეგროვების, გადაცემის, დამუშავების და შენახვის კვლევა-განვითარებით, ავტომატიზირებული სისტემებისა და დამუშავების ავტომატიზირებული მეთოდების გამოყენებით. [12]

სპეციალურად აღსანიშნავია, რომ ტერმინი „გეოინფორმატიკა“ არცთუ ისე ფართოდაა გავრცელებული. მაგ. გის ცნობილი სპეციალისტი დემერსი (DeMers) თავის ფუნდამენტურ ნაშრომში „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები, საფუძვლები“ [13] ყველგან იყენებს ტერმინს „გეოინფორმაციული სისტემა“ და არ მიჯნავს გეოინფორმატიკას, გეოინფორმაციულ კარტოგრაფირების და გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს, როგორც პროგრამულ პროდუქტს. იგივე ტენდენცია შეინიშნება

სხვა დასავლურ ლიტერატურაში. „გეოინფორმატიკა“ უფრო რუსული სკოლისთვისაა დამახასიათებელი და ფართოდაა დამკვიდრებული რუსულენოვან ლიტერატურაში.

გეოინფორმაციული კარტოგრაფია ჩამოყალიბდა როგორც საკვანძო დისციპლინა რამდენიმე მიმართულების გადაკვეთაზე. ესენია ავტომატიზირებული კარტოგრაფირება, გის (როგორც კარტოგრაფირების ტექნოლოგია) სისტემური კარტოგრაფირება, დისტანციური ზონდირება, ციფრული ფოტოგრამმეტრია და აშ. მაგრამ აქედან განვითარების მთავარი იმპულსი მაინც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის, როგორც ტექნოლოგიის განვითარებაა. თუმცა არანაკლებ მნიშვნელოვანია თითოეული სხვა კომპონენტი. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება აგროვებს თეორიებს, მეთოდებს და სამრეწველო პრაქტიკის მონინავე მიღწევებს, სწორედ ამის გამო იგი სხვადასხვა კარტოგრაფიული დისციპლინების დამაკავშირებელი „კვანძია“. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება ხდება კარტოგრაფიული მეცნიერების და წარმოების მთავარი მიმართულება. [1]

გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების პროცესი ტრადიციული კარტოგრაფირების ანალოგიურია. მის შემადგენელ ოთხ ნაწილს ზოგიერთი სპეციალისტი - „ეტაპს“, ხოლო ზოგიერთი „ქვესისტემას“ უწოდებს.

მაშ ასე. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების პროცესს შეადგენს:

- **მონაცემთა შეგროვების** ქვესისტემა (ეტაპი) – გულისხმობს სხვადასხვა წყაროებიდან მონაცემების შეგროვებას და მათ წინასწარ ანალიზს.
- **მონაცემთა შენახვის და ამორჩევის** ქვესისტემა (ეტაპი) – სივრცითი მონაცემების ორგანიზაცია მათი შერჩევის, განახლების და რედაქტირების მიზნით.

- **მინიპულაციის** ქვესისტემა (ეტაპი) – მონაცემებზე სხვადასხვა ამოცანების განხორციელება, (დაჯგუფება და განცალკევება, რაიმე პარამეტრის ან შეზღუდვის განსაზღვრა და სხვ.)
- **გამოსვლის** ქვესისტემა (ეტაპი) – მონაცემთა ბაზის ან მისი ნაწილის გამოსახვა კარტოგრაფიული, დიაგრამული და/ან ცხრილის სახით. [13] [1]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოყენების სფერო

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები გამოიყენება ადამიანის საქმიანობის ნებისმიერ სფეროში, რომელთაც ამა თუ იმ ფორმით კავშირი აქვთ გეოგრაფიულ სივრცესთან. უფრო კონკრეტულად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები გამოიყენება:

- **გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების შეფასებისთვის**, მონიტორინგის განხორციელებისა და გარემოსდაცვითი ღონისძიებების დაგეგმისთვის ყველა გეოჰორიზონტში:
  - ლითოსფერო (რელიეფი, წიაღისეული და გეოფიზიკური ველი);
  - ატმოსფერო (ჰაერი, კლიმატი, ამინდი);
  - ჰიდროსფერო (მსოფლიო ოკეანე და შიგა წყლები);
  - ბიოსფერო (ფლორა და ფაუნა);
  - პედოსფერო (ნიადაგები);
  - ბუნებრივი გარემოს პროცესების მოდელირება, გარემოსდაცვითი ღონისძიებების მართვა;
  - ტექნოგენური კატასტროფების შედეგების შეფასება, მონიტორინგი და მართვა;
  - სხვა.
- **კარტოგრაფია-გეოდეზია:**
  - თემატური კარტოგრაფირება მისი გამოყენების ნებისმიერ

სფეროში, თემატური რუკების და ატლასების შექმნა;

- რუკების შექმნა და განახლება;
- რელიეფის ანალიზი და გამოსახვა;
- დისტანციური ზონდირება და კოსმოსური მონიტორინგი;
- სხვა.

- **საპროექტო და საინჟინრო საქმიანობა:**
  - ქალაქდაგეგმარების, არქიტექტურული და სხვა სახის დაგეგმარება-პროექტირება;
  - სამრეწველო და სატრანსპორტო ობიექტების მშენებლობა;
  - საინჟინრო-საძიებო სამუშაოები;
  - სატრანსპორტო და ტელეკომუნიკაციური ქსელების დაგეგმა;
  - ურბანული დასახლებების ტერიტორიის განვითარების დაგეგმვა და კომპლექსური მართვა;
  - სხვა.
- **საკადასტრო-საინვენტარიზაციო სამუშაოები:**
  - მიწის კადასტრი და მიწის რესურსების მართვა;
  - ინფრასტრუქტურული ობიექტების ინვენტარიზაცია და მათი მართვა;
  - სხვა.
- **ეკონომიკა:**
  - ბაზრის ანალიზი;
  - მარკეტინგი;
  - სახმელეთო, საზღვაო და საჰაერო გადაზიდვების დაგეგმვა;
  - მინერალური და სხვა რესურსების საბადოების ექსპლუატაციის ეფექტური მართვა;
  - სხვა.
- **თავდაცვა და უსაფრთხოება:**
  - სამხედრო საქმიანობა;
  - დაზვერვითი საქმიანობა;

- სამართალდამცავი ორგანოების მუშაობა;
- საგანგებო და კრიზისული სიტუაციების ანალიზი, პროგნოზირება, რეაგირება და მართვა;
- სხვა.

- **განათლება და მეცნიერება:**
  - საშუალო და უმაღლესი განათლება;
  - სხვადასხვა სამეცნიერო კვლევები და შედეგების პრეზენტაცია (არქეოლოგია, და სხვა);
  - სხვა.
- **სოფლის მეურნეობა.**

გარდა ამისა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები გამოიყენება საკანონმდებლო და აღმასრულებელი ხელისუფლების საქმიანობაში, მასობრივი საინფორმაციო საშუალებებისა და კიდევ სხვა მრავალი დარგისთვის. [1] [14]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები ხშირად არის გადაწყვეტილების მისაღების საფუძველი. იმისდა მიუხედავად გამოიყენებოდა თუ არა მონაცემებთან მუშაობის დროს რთული ანალიტიკური პროცედურები - ინფორმაციის კარტოგრაფიული ვიზუალიზაციის თვალსაჩინოება და მონაცემებთან წვდომის მოხერხებულობა იძლევა სწორი გადაწყვეტილების მიღების მაღალ საფუძველს.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კლასიფიკაცია

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კლასიფიკაცია პრობლემატურია, რადგან თავისი გამოყენების მრავალფეროვნებიდან გამდინარე საკმაოდ რთულია ისეთი საერთო ობიექტიური მახასიათებლების გამოყოფა, რომელიც გახდებოდა კლასიფიკაციის საფუძველი.

სხვადასხვა ავტორები გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებს ყოფენ:

- **დანიშნულების** (გადასაჭრელი ამოცანის) მიხედვით:
  - მრავალმიზნიანი;
  - საინფორმაციო-საცნობარო;
  - მონიტორინგის და საინვენტარიზაციო;
  - კვლევითი;
  - გადაწყვეტილების მისაღები;
  - სასწავლო;
  - საგამომცემლო;
  - სხვა.
- **პრობლემურ-თემატური ორიენტაციის** (გამოყენების სფეროს) მიხედვით:
  - ეკოლოგიური და გარემოთი სარგებლობის;
  - სოციალურ-ეკომონიკური;
  - მიწათმოწყობის-საკადასტრო;
  - გეოლოგიური;
  - საინჟინრო კომუნიკაციების და საქალაქო მეურნეობის;
  - საგანგებო სიტუაციების;
  - სანავიგაციო;
  - სატრანსპორტო;
  - სავაჭრო;
  - სხვა.
- **ტერიტორიის მომცველობის** (გის მონაცემთა ბაზის შემადგენელი კარტოგრაფიული მონაცემების მასშტაბის) მიხედვით:
  - გლობალური;
  - ეროვნული;
  - რეგიონალური;

- ლოკალური;
- მუნიციპალური.

- გეოგრაფიული მონაცემების ორგანიზაციის ხერხის მიხედვით:
  - ვექტორული;
  - რასტრული;
  - ვექტორულ-რასტრული;
  - სამგანზომილებიანი [14]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის კომპონენტები

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა კონცეპტუალურად შემდეგი ნაწილებისგან შედგება:

- კომპიუტერი ოპერაციული სისტემით და პერიფერიული მოწყობილობით;
- სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა;
- სივრცითი მონაცემები;
- მონაცემების მართვის სისტემა და ანალიზის საშუალებები;
- კვალიფიციური პერსონალი.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის პროგრამულ-აპარატული რეალიზაციის საფუძველია ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა (ეგმ, კომპიუტერი). უმეტესი გის-თვის გამოიყენება პერსონალური კომპიუტერი, ხოლო ზოგ შემთხვევაში სამუშაო სადგურები[1]. ტერმინოლოგიური განსხვავების მიუხედავად ყველა

---

1 ელექტრონული გამომთვლელი მანქანების - კომპიუტერების ასეთი დაყოფა პირობითია და მას სხვადასხვა ავტორი განსხვავებულად იყენებს. მაგ. ზოგიერთი ინფორმატიკის სპეციალისტი პერსონალურ კომპიუტერს უწოდებს საკუთრივ „ინტელის“ (Intel) ფირმის ცენტრალური პროცესორით აღჭურვილ კომპიუტერს, ხოლო ყველა დანარჩენს - სამუშაო სადგურს. ზოგიერთი სპეციალისტითვის კი „სამუშაო სადგური“ ნებისმიერი ფირმის კომპონენტებისაგან აწყობილ მძლავრ კომპიუტერია, რომელსაც უბრალოდ მაღალი ტექნიკური მონაცემები აქვს.

ეგმ - კომპიუტერი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისგან: ცენტრალური პროცესორი, ოპერატიული მეხსიერება, მყარი დისკი, კლავიატურა, მანიპულატორიები (თაგვი „მაუსი“ და სხვ.) ინფორმაციის შემტანი მოწყობილობები (სკანერი, დიგიტაიზერი, სხვ.) ინფორმაციის გამომტანი საშუალებები (მონიტორი, პრინტერი, გრაფოამგები).

ცენტრალური პროცესორი (CPU - Central Crocessing Unit) არის ეგმ-ს (კომპიუტერის) საკვანძო შემადგენელი ნაწილი და ასრულებს მთავარი გამომთვლელის ფუნქციას. პროცესორის ძირითადი მახასიათებელია **სიხშირე** ანუ მარტივად რომ ვთქვათ, რამდენი გამოთვლითი ოპერაციის შესრულება შეუძლია დროის გარკვეულ მონაკვეთში. ასევე მნიშვნელოვანი კომპონენტია **მყარი დისკი** (უფრო ფართოდ ცნობილი როგორც „ვინჩესტერი“). მასზე ხდება ინფორმაციის ძირითადი ნაწილის შენახვა. ამას გარდა არსებობს მრავალი სხვა საშუალება, რომლებიც ასევე ინახავენ ინფორმაციას (გარე ვინჩესტერი, კომპაქტ-დისკი, „ფლეშ მეხსიერება“ და სხვ.) კლავიატურის საშუალებით ახორციელებენ ძირითადად არასივრცითი ატრიბუტული ინფორმაციის შეტანას. **მანიპულატორები** აიოლებენ სხვადასხვა პროცედურების განხორციელებას. კომპიუტერში სივრცითი, გრაფიკული ინფორმაციის შეტანისთვის ძირითადად **სკანერი** და **დიგიტაიზერი** გამოიყენება, გამოსახვისთვის კი - **მონიტორი, პრინტერი** და **გრაფოამგები**.

კომპიუტერის ერთადერთი შესაძლებლობა გამოთვლების წარმოებაა. მომხმარებლისთვის მიერ დასმული ამოცანის გადასაჭრელად, მას ბრძანებების თანამიმდევრობითი ნაკრების საშუალებით უნდა მიეთითოს, თუ რა გამოთვლები უნდა შეასრულდეს. ბრძანებების გარკვეული თანამიმდევრობით დალაგებას დაწერილს ადამიანურ ენაზე **ალგორითმი** ეწოდება, ხოლო კომპიუტერის (მანქანურ) ენაზე - **პროგრამა**.

ოპერაციული სისტემა შეიძლება განიხილებოდეს როგორც მთავარი პროგრამა, რომელიც განკუთვნილია კომპიუტერის (სამუშაო სადგურის), პროგრამული უზრუნველყოფის, პერიფერიული მოწყობილობების მართვისთვის და ინფორმაციის ორგანიზებისთვის. ოპერაციული სისტემის მართვის ქვეშ მომუშავე პროგრამების საშუალებით მომხმარებლის ინსტრუქციები და შეკითხვები გადადის ბუნებრივი ენიდან მანქანურში, ხოლო კომპიუტერული დამუშავების შემდეგ – მანქანურიდან ბუნებრივში. დღეს ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ოპერაციული სისტემებია: „ვინდოუსი" (Windows), „მაკი" (MAC) და „ლინუქსი" (Linux).

სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა. გის პროგრამული უზრუნველყოფის შემადგენლობაში შედის გამოსახულების აციფვრის და ვექტორულ გამოსახულებაში გადაყვანის, მონაცემთა გაერთიანების, რედაქტირების და ანალიზის, მათი ქსელებით გადაცემის, მომხმარებელთა შეკითხვების დამუშავების და გარე მოწყობილობებზე შედეგის გამოყვანის მოდულების ნაკრები. [3]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ტენდენცია

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები მუდმივი სრულყოფის პროცესში არიან. მეთოდოლოგიური და ტექნიკური განვითარება შემდეგი მიმართულებებით ხდება:

- ინფორმაციული სისტემების თეორიის და პრაქტიკული გამოყენების განვითარება;
- სივრცით მონაცემებთან მუშაობის პროცესის შესწავლა და განზოგადება;
- სივრცე-დროითი მოდელების სისტემების კონცეფციების კვლევა და დამუშავება;

- ელექტრონული და ციფრული რუკების ავტომატური დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფა;
- მონაცემთა ვიზუალური დამუშავების ტექნოლოგიის შემუშავება;
- ინტეგრირებული სივრცითი ინფორმაციის საფუძველზე გადაწყვეტილებების მიღების დამხმარე ტექნოლოგიის შემუშავება.
- გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ინტელექტუალიზაცია.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების მიმდინარე ეტაპზე მათი ძირითადი ნაკლია მონაცემთა დამუშავების და გადაწყვეტილების მიღებისას პოტენციურად მრავალი შესაძლებლობის სუსტი პროგრამულ-ტექნოლოგიური რეალიზაცია. [15]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები (რეზიუმე)

ტერმინი „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა“ ორი ნაწილისგან შედგება. პირველი მათგანი - „გეოგრაფიული“ მიანიშნებს, რომ ინფორმაციული სისტემა გეოგრაფიულ (სივრცით) ინფორმაციასთან სამუშაოდაა განკუთვნილი, ხოლო უზოგადესი გაგებით თავად **„ინფორმაციული სისტემა“** არის გამოყენებითი პროგრამული სისტემა, რომელიც ორიენტირებულია ინფორმაციის შეგროვება, შენახვა, ძებნასა და დამუშავებაზე.

ობიექტრული მიზეზების გამო ამ დრომდე არ არსებობს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის ერთიანი და საყოველთაოდ მიღებული განმარტება. ერთ-ერთის მათგანის მიხედვით **გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა** არის კომპიუტერული აპარატული და პროგრამული უზრუნველყოფის, გეოგრაფიული მონაცემების და სპეციალისტების მოქმედებების ერთობლიობა გეოგრაფიული

მიბმის მქონე ნებისმიერი ინფორმაციის შეგროვების შენახვის, განახლების, დამუშავების, ანალიზისა და გამოსახვისთვის.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები არ არის მხოლოდ ვიწრო, უტილიტარული დანიშნულებით გამოსაყენებელი სისტემა. მისი საშუალებით ხდება სხვადასხვა სახის მოვლენების შესწავლა, პროგნოზირება და ანალიზი. ასეთი მნიშვნელოვანი შესაძლებლობის წყალობით გის ფართოდაა გავრცელებული ადამიანის საქმიანობის თითქმის ყველა სფეროში. მასში სივრცე-დროითი ანალიზი გეოგრაფიული კომპონენტის საშუალებით ხორციელდება.

გეოგრაფია მეცნიერების უძველესი დარგია. საუკუნეების განმავლობაში დაგროვილი გამოცდილების წყალობით გეოგრაფებს, როგორც სპეციალისტებს აქვთ კარგად განვითარებული რაიონის „გრძნობა" და სივრცითი ინტუიცია, ხოლო **გეოგრაფია** გახდა ერთადერთი მეცნიერება, რომელიც სწავლობს ბუნებისა და საზოგადოების მოვლენებში არსებულ კონკრეტულ სივრცით ურთიერთკავშირებს, ავლენს ამ კავშირის მიზეზებს, მათი არსებობის კანონებს. კაცობრიობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები არის საშუალებების ნაკრები, რომელიც გამოიყენება გეოგრაფიის და გეოგრაფიულ (სივრცით) მონაცემებთან დაკავშირებული ამოცანების გადასაჭრელად. ის სპეციალისტები კი, რომლებიც იკვლევენ ბუნებისა და ბუნების საზოგადოებრივ გეოსისტემებს, მათ განვითარებას და მდგრადობას, უნდა ემყარებოდნენ ერთის მხრივ ბუნების კანონებსა და მათ გამოვლინებებს, ხოლო მეორე მხრივ - გეოინფორმაციული სისტემების ტექნიკურ შესაძლებლობებსა და მეთოდებს.

გეოგრაფია საკვლევი ტერიტორიის ან მოვლენის არა მხოლოდ დროის გარკვეულ მონაკვეთში სივრცით მდებარეობას სწავლობს, არამედ შეისწავლის ყველა დანარჩენ თვისობრივ და ოდენობრივ მხარეებს, რომლებიც განპირობებულია სივრცისა და დროის

კონკრეტული გარემოებებით. გეოგრაფიული გარემოს სივრცე-დროითი მოდელირება ტრადიციულად კარტოგრაფიის ინტერესის სფეროა. **კარტოგრაფია** არის მეცნიერება, რომელიც იკვლევს ობიექტური რეალობის საგნებისა და მოვლენების კონკრეტულ სივრცეს და ასახავს სპეციფიკური ნიშნობრივი სისტემით. სივრცითი კანონზომიერების გამოსავლენად კარტოგრაფია იყენებს კარტოგრაფიული მოდელირების მეთოდს - ლოგიკიურ-სპეციფიკურ (კარტოგრაფიული შედარების, ანალიზის, სინთეზის, აბსტრაჰირების და განზოგადების) ხერხებს. კარტოგრაფიული საქმიანობის შედეგად მიიღება სხვადასხვა დანიშნულების, თემატიკის, შინაარსის და მასშტაბის რუკები. თავად კარტოგრაფიამ, რომელიც გეოგრაფიის მხარდამხარ ვითარდება საუკუნეების განმავლობაში, შემდეგი დისციპლინები განავითარა: კარტოგრაფიის ზოგადი თეორია, კარტოგრაფიის ისტორია, მათემატიკური კარტოგრაფია, რუკების პროექტირება და შედგენა, კარტოგრაფიული სემიოტიკა, რუკის გაფორმება, კარტოგრაფიული წარმოების ეკონომიკა და ორგანიზაცია, რუკების გამოცემა, რუკების გამოყენება, კარტოგრაფიული წყაროთმცოდნეობა, კარტოგრაფიული ინფორმატიკა და კარტოგრაფიული ტოპონიმიკა.

თანამედროვე კარტოგრაფია სამეცნიერო დისციპლინების და ტექნიკური დარგების კარგად განვითარებული სისტემაა. მასში მეცნიერების და ტექნიკის სხვადასხვა დარგების ურთიერთგადაკვეთით (ურთიერთგამსჭვალვით) წარმოიქმნება ახალი მიმართულებები. ერთ-ერთი ასეთი ახალი მიმართულებაა გეოინფორმატიკა და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება. **გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება** არის რუკის ავტომატიზირებული შექმნა და გამოყენება გის-ის, კარტოგრაფიული მონაცემთა ბაზის და ცოდნის გამოყენებით. მისი კლასიფიკაცია ტრადაიცული კარტოგრაფიის შესაბამისად ხდება. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების

ერთ-ერთი საფუძველია **გეოინფორმატიკა**: მეცნიერების, ტექნოლოგიის და სამრეწველო საქმიანობის ერთობლიობა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების სამეცნიერო დასაბუთების, პროექტირების, შექმნის, ექსპლუატაციისა და გამოყენებისთვის. გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების პროცესი ოთხი ეტაპისგან შედგება: 1. მონაცემთა შეგროვების ეტაპი, 2. მონაცემთა შენახვის და ამორჩევის ეტაპი, 3. მონაცემთა მანიპულაციის ეტაპი, 4. გამოსვლის ეტაპი.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები გამოიყენება ადამიანის საქმიანობის ნებისმიერ სფეროში, რომელთაც ამა თუ იმ ფორმით კავშირი აქვთ გეოგრაფიულ სივრცესთან: გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების შეფასებისთვის, მონიტორინგის განხორციელებისა და გარემოდაცვითი ღონისძიებების დაგეგმისთვის ყველა გეოჰორიზონტში, კარტოგრაფია-გეოდეზიაში, საპროექტო და საინჟინრო საქმიანობაში, საკადასტრო-საინვენტარიზაციო სამუშაოებში, ეკონომიკაში, თავდაცვასა და უსაფრთხოებაში, განათლებაში, მეცნიერებაში, სოფლის მეურნეობაში და სხვ. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოსასვლელი მონაცემები ხშირად გამოიყენება გადაწყვეტილების მისაღებად.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების **კლასიფიკაცია** ხდება დანიშნულების, პრობლემურ-თემატური ორიენტაციის (გამოყენების სფეროს), ტერიტორიის მომცველობის და გეოგრაფიული მონაცემების ორგანიზაციის ხერხის მიხედვით.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის **კონცეპტუალური შემადგენელი ნაწილებია**: პერსონალური კომპიუტერი ოპერაციული სისტემითა და პერიფერიული მოწყობილობით; სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა; სივრცითი მონაცემები; მონაცემების მართვის სისტემა და ანალიზის საშუალებები; კვალიფიციური პერსონალი.

საკონტროლო შეკითხვები I თავისთვის:

- რა არის ინფორმაციული სისტემა?
- რა არის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა?
- რა მიზეზით არ არის დადგენილი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საყოველთაოდ მიღებული განმარტება?
- რითაა მნიშვნელოვანი გეოგრაფია?
- რა არის კარტოგრაფია?
- რა არის გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება?
- აღწერეთ გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების ეტაპები (ქვესისტემები).
- რომელ სფეროშია შესაძლებელი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოყენება?
- რა კრიტერიუმების მიხედვით ხდება გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კლასიფიკაცია?
- ჩამოთვალეთ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის კონცეპტუალური ნაწილები.

II თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორია

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები არსებობის შედარებით ხანმოკლე პერიოდის განმავლობაში სწრაფად განვითარდა და რაც უფრო საყურადღებოა, მნიშვნელოვანი ცვლილებები განიცადა. პირველ გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს სამთავრობო სტრუქტურები და უნივერსიტეტები იყენებდნენ. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნას მცდარად უკავშირებენ პერსონალურ კომპიუტერებს. XX საუკუნის 60-70-იან წლებში ელექტრონული გამომთვლელი მანქანების (თანამედროვე ტერმინოლოგიით კომპიუტერის) ფლობის ფუფუნება მხოლოდ სამეცნიერო ცენტრებს და სახელმწიფო ბიუჯეტიდან დაფინანსებულ მსხვილ ორგანიზაციებს ჰქონდათ. პერსონალურმა კომპიუტერებმა გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემების (ისევე როგორც ყველა სხვა ინფორმაციულ პროდუქტების) განვითარებას ახალი ბიძგი მისცა: თუ თავიდან გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები კონკრეტული მიზნებით - კონკრეტული ამოცანების გადასაჭრელად იქმნებოდა, შედარებით იაფი პერსონალური კომპიუტერების წყალობით, კერძო სექტორში კომერციული მიზნებით შექმნილი უნივერსალური დანიშნულების პროგრამული პროდუქტების გავრცელება დაიწყო. ეს ტენდენცია დღემდე გრძელდება.

კომპიუტერული ტექნიკის პროგრამულ-აპარატული პროგრესის გარდა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მომავალზე კარტოგრაფიის, გეოდეზიის, დისტანციური ზონდირების, მათემატიკის, სტატისტიკის და სხვა მომიჯნავე მეცნიერებების განვითარება-კომპიუტერიზაციამ იქონია გავლენა. რეალური პროექტი, რომელსაც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ერთგვარ საწყისად - ელექტრონული კარტოგრაფიის ნიმუშად მიიჩნევენ, განხორციელდა არა გარემოსდაცვითი, გეოგ-

რაფიული თუ სხვა საბუნებისმეტყველო მეცნიერების მიზნებისთვის, არამედ სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებისთვის.

აშშ-ს მოსახლეობის აღწერის ბიურო ერთ-ერთი პირველი ორგანიზაცია იყო, რომელმაც თავის საქმიანობაში კომპიუტერული კარტოგრაფიის გამოყენება სცადა. სხვადასხვა სახის პრობლემებს შორის პროგრამისტები ქაღალდის რუკების ციფრულ ფორმატში გადაყვანისას წარმოქმნილი ინფორმაციის სიჭარბესთან გამკლავებას ცდილობდნენ: იმდროინდელი აპარატულ-პროგრამული უზრუნველყოფიდან გამომდინარე სპეციალისტებს უწევდათ ქუჩების თითოეული გადაკვეთის რამდენჯერმე შეყვანა. პრობლემის გადასაჭრელად შემუშავდა კარტოგრაფიული ტოპოლოგიის პრინციპები. ჯ. ფარმსვორთის (G. Farmsworth) მიერ შემოთავაზებულ ფორმატში „ჯიბიეფ დიაიემი" (GBF-DIME-Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding) რეალიზებული იყო ობიექტებს შორის სივრცითი ურთიერთობების განსაზღვრის სქემა. ეს სქემა, რომელსაც **ტოპოლოგიას** უწოდებენ, აღწერს თუ როგორია რუკის ხაზოვანი ობიექტების ურთიერთკავშირი. პირველად ამ ფორმატში დანომრეს საკვანძო წერტილები, ფართობულ ობიექტებს მიანიჭეს იდენტიფიკატორები ხაზის სხვადასხვა მხარეს. „დიაიემმა" (DIME) საშუალება მისცა ბიუროს სპეციალისტებს გადაენომრათ კვანძები (ქუჩის გადაკვეთები და ფართობი), რითაც თავიდან აიცილეს თითოეული აციფრული კვანძის ცალკე შენახვა. შესაბამისად მკვეთრად გაიზარდა მოსახლეობის აღწერის კარტოგრაფირების ეფექტურობა. იმ დროისთვის რევოლუციური ეს,სიახლე მოგვიანებით ტრანსფორმირდა „ტაიგერში" (TIGER). 1970-იანი წლებიდან „ჯიბიეფ დიაიემი" (GBF-DIME) ფორმატის რუკების შეიქმნა აშშ-ს ყველა ქალაქისთვის. [16] [1]

70-იან წლებში ინტენსიურად ვითარდებოდა მიწის ინფორმაციული სისტემები, დამტკიცდა ავტომატიზირებული რუკების

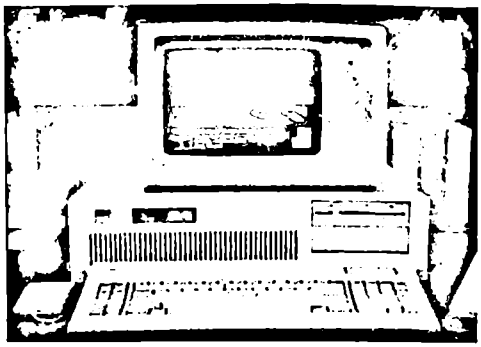
(ინფორმაციული სისტემების) განვითარების საბაზო კონცეფცია. საინჟინრო გეოდეზიის XV საერთაშორისო კონგრესის შემდეგ ტერმინი „მიწის ინფორმაციული სისტემა“ მთელ მსოფლიოში გავრცელდა. [17]

კომპიუტერული გრაფიკის პრობლემებით ჰარვარდის უნივერსიტეტის კომპიუტერული გრაფიკის კვლევის ლაბორატორია დაინტერესდა, რომელსაც 1968 წლიდან „კომპიუტერული გრაფიკის და სივრცითი ანალიზის ლაბორატორია“ ეწოდა (Harvard Laboratory for Computer Graphics & Spatial Analysis). ლაბორატორიის ერთ-ერთი პირველი და ყველაზე ცნობილი კარტოგრაფიული სისტემა „სიმეპი“ (SYMAP) საშუალებას აძლევდა მომხმარებელს დაემუშავებინა როგორც სივრცითი ინფორმაცია, ისე სტატისტიკური მონაცემები და მათ საფუძველზე შეედგინა რუკა. მიღებული რუკების ბეჭდვა ხდებოდა პრიმიტიული შავ-თეთრი საბეჭდი მოწყობილობების საშუალებით. მოგვიანებით, გრაფოგამოსახულებებზე გადასვლასთან დაკავშირებით, „სიმეპი“ (SYMAP) ტრანსფორმირდა „ქალფორმში“ (CALFORM). შემუშავდა პროგრამა „სიემვეუ“ (SYMVU, სამგანზომილებიანი გამოსახულებისთვის) და „გრიდი“ (GRID, რასტრულ უჯრედებთან სამუშაოდ). პროგრამის ეს ნაკრები 70-იანი წლებში გარდაიქმნა „პოლივერტად“ (POLYVRT), ხოლო შემდეგ - ვექტორულ გრაფიკაზე დაფუძნებულ კომპლექსურ პროგრამულ პაკეტად „ოდისეი“ (ODYSSEY). კომპიუტერული გრაფიკის და სივრცითი ანალიზის ლაბორატორიაში შექმნილ პროგრამულ უზრუნველყოფას ავტომატიზირებული კარტოგრაფიის კლასიკად მიიჩნევდნენ. [1] [16]

რეგიონალური, მსხვილი, უნივერსალური გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის იდეა წარმატებით პირველად 1963-1971 წლებში კანადაში განახორციელეს რ. ტომლინსონის (R. Tomlinson) ხელმძღვანელობით. კანადის სატყეო მეურნეობის და სოფლის განვითარების სამინისტროში შექმნილ რეგიონალური დაგეგმვის

ინფორმაციული სისტემების განყოფილების უნდა უზრუნველეყო კანადის მიწის რესურსების ინვენტარიზაცია მისი რაციონალური გამოყენების მიზნით. კანადის გის-ის (CGIS) ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შედეგი იყო 1:50 000 მასშტაბის რუკების შექმნა (გის ციფრულ არქივში 100-ზე მეტი თემატიკის ათასობით რუკა ინახებოდა). პროექტში გამოიყენეს იმ დროისთვის არსებული ყველაზე თანამედროვე აპარატურა (მაგ. სპეციალური ექსპერიმენტული სკანერი) და ტექნოლოგიები (მაგ. პოლიგონების ფართობების განსაზღვრა და ზედდება, რაც სრულიად ახალი სიტყვა იყო გეოინფორმატიკაში), თემატური ფენების ბაზაზე მოგვიანებით მონაცემთა ბანკი შეიქმნა, რომელთან დაკავშირება დისტანციურადაც ხორციელდებოდა. მომდევნო ეტაპზე კანადის გის-ის ქსელურ ტექნოლოგიებთან ინტეგრაციაც სცადეს, მაგრამ სისტემამ იმ დროინდელ უფრო თანამედროვე სისტემებთან კონკურენციას ვეღარ გაუძლო. ამისდა მიუხედავად კანადის გის კლასიკაა გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში. განხორციელებული სამუშაოს ბაზაზე მიიღეს ეროვნული ტოპოგრაფიული მონაცემთა ბაზის სტანდარტი, რომელიც მოიცავდა ტერმინოლოგიურ ლექსიკონს, მონაცემების აღწერის, მოდელის ფორმირების წესებს, სიზუსტის მიმართ მოთხოვნებს. საკოორდინატო სისტემების, პროექციის აღწერას და სხვ. გის-ის მეთოდოლოგია რ. ტომლინსონის მიერ განზოგადებულ იქნა სადოქტორო დისერტაციაში (1974 წ.). კანადის გის შესახებ ასობით სხვადასხვა მოცულობის შრომაა გამოქვეყნებული მთელს მსოფლიოში. [1] [16] [18]

1969 წელს აშშ-ში საკონსულტაციო მიზნებისთვის დაფუძნდა კომპანია „ესრი“ (ESRI). 70-იანი წლებიდან იგი ძირითადად გადაერთო გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ფუნდამენტური იდეების განვითარებასა და რეალური კომერციული პროექტების განხორციელებაზე.



ნახ. 2. პერსონალური კომპიუტერი პროგრამული პროდუქტით ArcInfo, 1987 წ. [19]-ის მიხედვით, გვ. 2.

მცირე ხანში „ესრიმ“ (ESRI) ბაზარზე გაჩენილი მზარდი მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად საკუთარი პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა დაიწყო. პირველმა კომერციულმა გის პროდუქტმა „არქინფო“ (ARC/INFO) დღის სინათლე 1981 წელს იხილა. იმავე წელს კომპანიამ ჩაატარა პირველი სამომხმარებლო კონფერენცია. [1]

ევროპაში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მიმართ ინტერესი მაღალი იყო, მაგრამ ჩრდ. ამერიკის კონტინენტისგან განსხვავებით პიონერულმა ეტაპმა ნაკლებად პროდუქტულად და შთამბეჭდავად ჩაირა. მსოფლიოში პირველ ავტომატიზირებულ კარტოგრაფიულ სისტემად დიდი ბრიტანეთის ხელოვნების სამეფო აკადემიის კარტოგრაფიულ კოლეჯში დ. ბიკმორის (D. Bickmore) მიერ 1964 წელს შექმნილ სისტემას მიიჩნევენ. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კვლევა-გამოყენების საკითხში კი შვედეთი ლიდერობდა, სადაც 70-იან წლებში 12 გის პროექტის შემუშავება-ექსპლუატაცია მიმდინარეობდა. შვედური სკოლის შრომები გეოინფორმატიკის სფეროში კონცენტრირებული იყო სამიწათმოქ-

მედო-სააღრიცხვო გის-ებში, კერძოდ, შვედეთის მიწის მონაცემთა ბანკის შექმნის მიმართულებით, რომელთა დანიშნულებას მიწის ნაკვეთების და უძრავი ქონების აღრიცხვის ავტომატიზაცია წარმოადგენდა. შვედეთში, ისევე როგორც კანადაში, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარება საინვენტარიზაციო ამოცანებს უკავშირდებოდა, თუმცა გეოინფორმატიკის სფეროთი სამეცნიერო-კვლევითი კოლექტივების დაინტერესებამ (შვედეთში ამ მხრივ ლიდერობდა ლუნდის უნივერსიტეტი) ჩამოაყალიბა ფუნდამენტური პრინციპები, რომელთაც უზრუნველყვეს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ვიწრო სააღრიცხვო-გამოყენებითი დანიშნულებიდან პრაქტიკულად ყველა სფეროში ინტეგრაცია. [1] [18]

80-იანი წლების დასაწყისში ფართოდ ვრცელდება ქსელური სივრცითი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები და ბუნებრივი რესურსების ინფორმაციული სისტემები, რამაც გამოიწვია ნიადაგის (BIS)-, გეოლოგიის (GEOLIS)-, ეკოლოგიური (OELIS)-, ლანდშაფტური (LANIS)-, ბუნებრივი რესურების დაგეგმვის (CUMPLIS) და სხვა ინფორმაციული სისტემების გაჩენა.

განსხვავებული თემატიკის ინფორმაციული სისტემების გავრცელების პერიოდში აშშ-ში შეისწავლეს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების სხვადასხვა სფეროში გამოყენების შესაძლებლობება. 70-იანი ნლების ბოლოს საერთაშორისო გეოგრაფიული კავშირის ეგიდით შესრულდა გამოყენებითი გის და იმ პროგრამული საშუალებების ინვენტარიზაცია, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ სივრცით მონაცემებთან, ელექტრონულ გრაფიკასა და კარტოგრაფისთან მუშაობს. 1981 წელს ეს სამუშაო დ. მარბლის (D. Marble) რედაქტორობით გამოცემული სამტომეულით „პროგრამული უზრუნველყოფა სივრცითი ინფორმაციის დამუშავებისთვის“ დასრულდა. [5]

ანალიზმა აჩვენა, რომ იმ დროს არსებული გის პროგრამული მოთხოვნები სრულად ვერ აკმაყოფილებდა ზოგად მოთხოვნებს. შედეგად გაჩნდა ახალი, ე. წ. „ჰიბრიდული“ ინფორმაციული სისტემები, რომლებსაც შეეძლოთ ერთდროულად როგორც რასტრულ, ისე ვექტორულ ინფორმაციასთან მუშაობა. [17] [16]

ცხრილი 1.

კომპიუტერული გრაფიკის და გეოინფორმაციული სისტემების განვითარება. [17]-ის მიხედვით, გვ. 7.

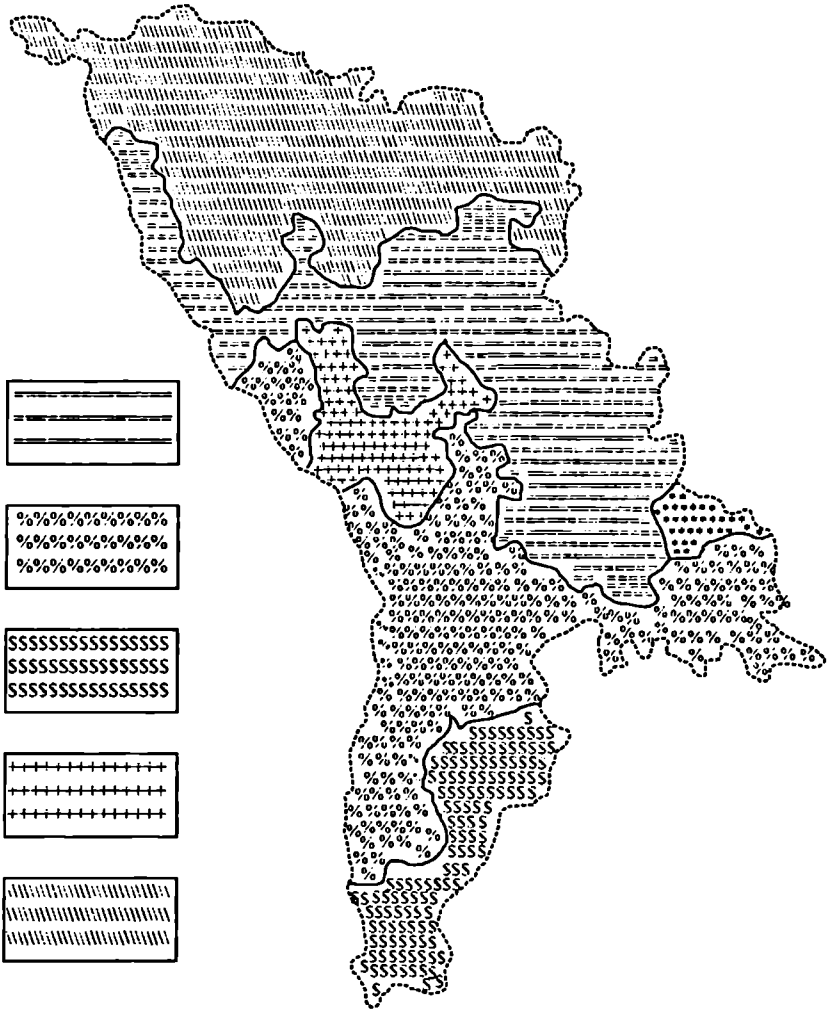
წლები	გრაფიკა	გეომეტრია	გის
1950-1960	ვექტორული ანუ ხაზოვანი გრაფიკა.	მარტივი გეომეტრიული ალგორითმები, კარკასული მოდელები.	ციფრული კარტოგრაფიების გამოყენების მცდელობა, აღგილმდებარეობის ციფრული მოდელების განვითარება მასაჩუსეტსის ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში.
1960-1970	ინტერაქტიური კომპიუტერული გრაფიკა.	აპროქსიმაციული მოდელები მრუდებისა და პოლიგონებისთვის, გეომეტრიული პროგრამირების ენების განვითარება.	გამოსახულების ციფრული დამუშავების შემოღება, სივრცის ციფრული მოდელების გამოყენება. გის-ის შექმნა კანადაში.
1970-1980	რასტრული გრაფიკა, სტანდარტები, ანიმაცია და კომპიუტერული თამაშები.	სივრცით ობიექტებზე წარმოდგენის განვითარება, გეომეტრიული ალგორითმების კომპლექსური წარმოდგენა.	მიწის ინფორმაციული სისტემების, მიწის კარტოგრაფირების ავტომატური სისტემების, საინჟინრო (CAD) კარტოგრაფიის, ციფრული ფოტოგრამმეტრის შემუშავება.
1980-1990	კოგნიტური (მოძრავი) კომპიუტერული გრაფიკა, კომპიუტერული ხედვა (ტელევიზიის ანალოგიურად).	გეომეტრიული მონაცემების და მეთოდების ბანკი, ლოგიკური სისტემები, სტანდარტიზაცია, პირდაპირი წვდომის სივრცითი მეთოდები.	ბუნებრივი რესურსების ქსელური ინფორმაციული სისტემების განვითარება, მიწის ინფორმაციული სისტემების ინტენსიური განვითარება.
1990-2000	კომპიუტერული გრაფიკის ფართო გამოყენება, პიქტოგრამული მენიუ და ეკრანი	ინფორმაციული სისტემების სტანდარტიზაციის გაგრძელება, მონაცემების ობიექტურ-ორიენტირებული ბანკები.	ჰიბრიდული გის-ები, ციფრული ფოტოგრაფმმეტრიული სამუშაო სადგურები, მონაცემების ავტომატიზირებული შეგროვება გპს -ს (GPS) ის გამოყენებით.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების თეორიის განვითარებას საერთაშორისო კარტოგრაფიული საზოგადოებაც (ICA) უწყობდა ხელს. 1982 წელს ქ. ვარშავაში ჩატარებული 11-ე საერთაშორისო კონფერენციის შემდეგ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები ცალკე თემატიკად გამოიყო და მას შემდეგ გის-ის პრობლემები რეგულარულად განიხილება ამ სექციაში. [18]

1985 წელს აშშ-ს არმიის კვლევითმა ლაბორატორიებმა შეიმუშავეს რასტრული ფორმატის რესურსული ანალიზის გეოგრაფიული სისტემა „გრასსი" (GRASS-Geographic Resources Analysis Support System), რომელიც „იუნიქსის" (Unix) ოპერაციულ სისტემაზე ფუნქციონირებდა. [16]

1986 წელს ქ. ნიუ იორკში, რენსელერის პოლიტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებმა ორგანიზაცია „მეპინფო კორპორეიშენი" (MapInfo Corporation) დააფუძნეს, რომელთა თავდაპირველი მიზანი პერსონალური კომპიუტერისთვის იაფასიანი კარტოგრაფიული პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა იყო. 90-იან წლებში კომპანიამ მნიშვნელოვან წარმატებას მიაღწია ვექტორული გის პროგრამული პროდუქტების შემუშავებაში და ცნობილ კომპანია „ესრისთანაც" (ESRI) კი დაიწყო კონკურენცია. 1987 წ. კლარკის უნივერსიტეტში რ. ისთმენის (R. Eastman) ხელმძღვანელობით შეიმუშავეს რასტრული გის „იდრისი" (IDRIS), რომელმაც ასევე პოპულარობას მიაღწია მსოფლიო მასშტაბით.

90-იან წლებში განვითარდა ისეთი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ ინფორმაციის ოპერატიულად გაცვლას ქსელში. მონაცემების შესაგროვებლად სულ უფრო ხშირად გამოიყენებოდა ახალი, ციფრული ხელსაწყოები. ამავე პერიოდში მკვიდრდება გლობალური პოზიციონირების სისტემა - გპს (Global Positioning System – GPS), - რევოლუციური სისტემა ზუსტი გეოდეზიური მონაცემების უმოკლეს დროში მისაღებად.



ნახ. 3. მოლდავეთის მეყურძნეობის სექტორისთვის ბუნებრივი პირობების შეფასების რუკა, შესრულებული ანბანურ-ციფრულ საბეჭდ მოწყობილობაზე. [18]-ის მიხედვით, გვ. 34.

თანამედროვე ეპოქაში პროგრამული და აპარატული შესაძლებლობების სწრაფად მზარდი საშუალებებიდან გის-ის განვითარებისთვის აღსანიშნავია გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის სამგანზომილებიანი (3 Dimension – 3D) მოდელების შექმნა, ასევე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საშუალებით გარემოს პარამეტრების და მათზე მოქმედ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირის დადგენა. [17]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ანალიზი აჩვენებს, რომ აშშ და კანადა უდავო ლიდერები არიან გის შექმნასა და გამოყენებაში. მეოცე საუკუნის 80-იანი წლებიდან ამ ქვეყნებში 1000-ზე მეტი სხვადასხვა დანიშნულების გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა დაინერგა. შედეგად დღეს ფართოდაა გავრცელებული ავტომატიზირებული კარტოგრაფიული და გეოინფორმაციული ტექნოლოგები, რომელთაც წარმატებით იყენებენ ქალაქდაგეგმარების, კომუნალურ სამსახურებში, ტყეების, სოფლის მეურნეობის, თევზის რესურების მართვისთვის, ტოპოგრაფიულ კარტოგრაფიაში, საზღვაო, სანავიგაციო და ჰიდროგრაფიული რუკების შექმისთვის, საგზაო-საინჟინრო პროექტირებისთვის და სხვ. [16] [1]

სსრ კავშირში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები პირველად ესტონეთში, ტარტუს უნივერსიტეტის და ესტონეთის გეოგრაფიული საზოგადოების მიერ ორგანიზებულ კონფერენციაზე („გეოინფორმატიკის პრობლემები“) განიხილეს 80-იანი წლების დასაწყისში. 1985 წელს ესტონელმა გეოგრაფებმა მოაწყვეს პირველი სკოლა-სემინარი გეოინფორმატიკაში თემაზე „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნა და ფუნქციონირება“. ავტომატიზირებული კარტოგრაფიის, გეოინფორმატიკის თეორიის და ტექნოლოგიის განვითარებისთვის არსებითი როლი შეასრულა მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიერ იმავე 1985 წელს

ორგანიზებულმა საკავშირო კონფერენციამ „ავტომატიზაცია თემატურ კარტოგრაფიაში“ [17]

საქართველოში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები სათავეს, მსოფლიო პრაქტიკის შესაბამისად, საუნივერსიტეტო კვლევებიდან იღებს. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აეროკოსმოსური მეთოდებით გარემოს შესწავლის სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია მე-20 საუკუნის 90-იანი წლების დასაწყისში პირველი ორგანიზაცია იყო, სადაც გეოგრაფიულ მონაცემებს გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით ამუშავებდა. ლაბორატორიის ხელმძღვანელი პროფ. **ნ. ბერუჩაშვილი** ფაქტიურად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საქართველოში დანერგვის იდეის ავტორი და განმახორციელებელია. მანამდე, 80-იან წლებში, თსუ-ს კარტოგრაფია-გეოდეზიის კათედრაზე მიმდინარეობდა სხვადასხვა თემატიკის კომპიუტერული რუკების შექმნა, რისთვისაც „ნეოქრონის“ (NeoChron), „დეგასის“ (DEGAS) და სხვ. პროგრამულ პროდუქტებს იყენებდნენ. 1991-1993 წლებში აღნიშნულ კათედრაზე „მაპინფოს“ (Mapinfo) ბაზაზე შეიქმნა 1:200 000 საბაზო მასშტაბის საქართველოს ბუნებრივ-ადმინისტრაციული გეოინფორმაციული სისტემა, რომელიც თითქმის 5 წლის განმავლობაში ერთადერთი ხელმისაწვდომი ციფრული საფუძველი იყო. გარემოსდაცვით გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს შორის უპირველესად აღსანიშნავია ლანდშაფტთმცოდნეობის თეორიულ კონცეფციებზე დაფუძნებული **საქართველოს გეოინფორმაციული სისტემა**, რომლის მიზანიც ლანდშაფტების დღე-ღამური მდგომარეობის (სტექსი) და ლანდშაფტურ-გეოფიზიკური მახასიათებლების შესახებ ინფორმაციის დამუშავება წარმოადგენდა. [16] [20] [21]

კიდევ ერთ, **მარტყოფის გეოგრაფიულ ინფორმაციული სისტემას** შედარებით მარტივი სტრუქტურა გააჩნდა. მარტყოფის გის ამუშავებდა ბუნებრივი ტერიტორიული კომპლექსების და სტექ-

სების შესახებ ინფორმაციას. მისი საშუალებით განხორციელებული ექსპერიმენტები მნიშვნელოვანი თეორიული საფუძველი გახდა სხვა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების (საქართველოს და კავკასიის გის-ები) შექმნისთვის. **კავკასიის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა** განკუთვნილი იყო ხანგრძლივი (10 წელიწადზე მეტი) საველე ინფორმაციის მათემატიკური და სტატისტიკური დამუშავებისთვის. ამ მასალების მიხედვით ხდებოდა რუკების და სხვა გრაფიკული მასალების შედგენა. კავკასიის გის-ში ინფორმაციის ორგანიზაცია იძლევა ახალი მონაცემების დამატების, კერძოდ, მონაცემთა და ცოდნის ბაზების გაფართოების საშუალებას, რაც ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღირსებას წარმოადგენს.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა „შავი ზღვა" შეიქმნა სპეციალურად შავის ზღვის ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრისთვის. გარემოს შენარჩუნების ეროვნული ფონდის (Global Environmental Facilities) შემუშავებული პროგრამის მიხედვით გის შედგებოდა 7 ბლოკისგან: გეოგრაფიის, გეოლოგიის, მეტეოროლოგიის, ფიზიკური ოკეანოგრაფიის, ბიოლოგიის, ქიმიური ოკეანოგრაფიისა და დაბინძურების, თევზის რესურსებისგან. გის-ის „შავი ზღვა" მიზნობრივ აუდიტორიად მოაზრებოდა ყველა დაინტერესებული მომხმარებელი (სახელმწიფო სტრუქტურები, სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები, სასწავლო დაწესებულებები და სხვა).

გეოგრაფიული ინფორმაციული ტექნოლოგიის განვითარების მომდევნო ეტაპი დაახლოებით 1998 წლიდან იწყება. როდესაც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოყენება სხვადასხვა სახელმწიფო (გეოგრაფიის და გეოფიზიკის ინსტიტუტები, ნავთობისა და გაზის კორპორაცია, სტატისტიკის დეპარტამენტი და სხვ.) და კერძო ორგანიზაციებმა დაიწყეს. აღნიშნულ პროცესებს ბიძგი სახელმწიფო ინიციატივებმა და ქვეყანაში უცხოური კაპიტალის

ზრდამ მისცა. ამ პერიოდის ყველაზე სერიოზული პროექტი მიწის კადასტრია. [21]

საქართველოს მიწის კადასტრის სახელმწიფო დეპარტამენტმა 1996 წლისთვის შეიმუშავა კადასტრის და რეგისტრაციის ერთიანი კონცეფცია. შემდგომ წლებში ეს სახელმწიფო მნიშვნელობის საკმაოდ ხანგრძლივი და მოცულობითი პროექტი უცხოური დონორი ორგანიზაციების დახმარებით (WB, GTZ, USID და სხვ.) განხორციელდა. მიწის კადასტრი, კონცეფციის შესაბამისად მთლიანად ემყარებოდა გის ტექნოლოგიას (ვექტორული რუკების შედგენა, ციფრული ორთოფოტოების დამზადება, საველე საკადასტრო სამუშოების ჩატარება მაღალი სიზუსტის გპს (GPS) ხელსაწყოების გამოყენებით, საკადასტრო და სარეგისტრაციო მონაცემების ბანკის შექმნა და სხვ.). პროექტის ფარგლებში ყურადღება დაეთმო თანამედროვე მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის შექმნას და პერსონალის მომზადებას. საკადასტრო მონაცემებით დაიფარა საქართველოს მთელი ტერიტორია (ტყიანი მასივების გარდა, სადაც ორი გამოსახულების გადაფარვისას, წერტილების ავტომატური შერჩევის პროცედურა ვერ მოხერხდა). დაგროვილი საწყისი ინფორმაციის საფუძველზე, აეროსურათებისა და მიწის ნაკვეთების ვექტორიზაციით სტანდარტული კომერციული პროგრამული უზრუნველყოფის ArcGis გამოყენებით შეიქმნა საქართველოს ერთიანი საკადასტრო გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა და 1:1000 მასშტაბის საკადასტრო რუკები.

ამ დროისთვის უძრავი ქონების კადასტრის მიმართულებას საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს საჯარო რეესტრის სააგენტო ხელმძღვანელობს. 2006-2007 წლებიდან შემუშავებული უახლესი ინფორმაციული ტექნოლოგიების კონცეფციის საფუძველზე მიმდინარეობს მძლავრი საკომუნიკაციო ქსელის და გის სერვერების შექმნა. ასევე ვებ ტექნოლოგიებზეა დაფუძნებული უძრავი ქონების რეგისტრაციის ონლაინ სერვისის დანერგვა.

90-იან წლებში საქართველოში ძირითადად კომპანიის „მეპინფო“ (MapInfo) პროგრამული პროდუქტი გამოიყენებოდა. შემდგომში ფართოდ გავრცელდა მთელს მსოფლიოში აპრობირებული სხვა გის და დისტანციური ზონდირების მასალებთან (ESRI, EDRES) სამუშაო თანამედროვე პროგრამული პროდუქტები, ასევე ციფრული ფოტოგრამმეტრიის ტექნოლოგია. [16] [20]

გეოინფორმაციული ტექნოლოგიის მზარდმა განვითარებამ ქალაქდაგეგმარებასა და ურბანისტიკაშიც შეაღწია. 21-ე საუკუნის დასაწყისიდან მუშავდებოდა ისტორიული დასახლებული ადგილების საკვლევი და დაგეგმარების პილოტ-პროექტები. სამუშაოს ძირითადი მიზანი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით ამა თუ იმ ტერიტორიის და ცალკეული ძეგლის რეალური მდგომარეობის დადგენა იყო.

მოცემული ამოცანის განხორციელებისას გის საკონსულტაციო ორგანიზაციამ „გეოგრაფიკი“ პილოტ პროექტის „გის-თბილისი“ შესასრულებლად მოამზადა მსხვილმასშტაბიანი რელიეფის ციფრული მოდელი (კომერციული გის-ის „არქინფო“ (ArcInfo) გამოყენებით) და არქიტექტურული ნაგებობების სამგაზომილებიანი გამოსახულებები (საინჟინრო პროგრამის „აუტოქადი“ (AUTOCAD) გამოყენებით), ხოლო მათი ზუსტი შეჯერებისთვის გამოიყენეს ციფრული სიმაღლითი მოდელი და კოსმოსური სურათები. გარდა ვიზუალური მასალისა, პროექტის ატრიბუტულ მონაცემებში ასახავდნენ ყველა ნაგებობის ტიპს, მდგომარეობას, არქიტექტურულ ღირებულებას, გამოყენებულ საშენ მასალას, აშენების თარიღს და სხვ. [22]

2005-2006 წლებში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები ქ. თბილისის სატრანსპორტო სფეროს მოსაწესრიგებლად გამოიყენეს. მისი საშუალებით შეფასდა მუნიციპალური ტრანსპორტის სივრცითი განაწილება და მოძრაობის ინტენსივობა, გამოვლინდა პარალელური მარშრუტები, განისაზღვრა მოძრაობის

ინტენსივობა, ასევე - ყველაზე გადატვირთული, ავტოსაგზაო შემთხვევების მხრივ ყველაზე საშიში ადგილები და სხვ. მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე შესაბამისმა ორგანოებმა დაგეგმეს სატრანსპორტო მოძრაობის მოწესრიგების ღონისძიებები. ანალოგიური მეთოდიკა ქ. ბათუმშიც გამოიყენეს. [23]

საქართველოში ბოლო დროს მატულობს კერძო სექტორში გეოგრაფიული ინფორმაციული ტექნოლოგების გამოყენების მაჩვენებელი. გარდა მთელი ქვეყნის მასშტაბით გავრცელებული სარეგისტრაციო კომპანიებისა, რომლებიც მომხმარებლებს კომერციულ საფუძველზე ქონების მართვაში დახმარებას აზომვითი ნახაზების, ელექტრონული დოკუმენტების მომზადების და სხვა სახით უწევენ, ქვეყანაში ფუნქციონირებს ასევე რამდენიმე მსხვილი კომერციული სტრუქტურა, რომლებიც მუშაობენ მონაცემთა ბაზების, ციფრული კარტოგრაფიული მასალების შექმნაზე, ასევე ამუშავებენ არქიტექტურულ, ურბანისტიკულ, გარემოსდაცვით და სხვა სახის პროექტებს. [20]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორია
(რეზიუმე)

მე-20 საუკუნის 60-70-იან წლებში სამთავრობო და სამეცნიერო-კვლევითი ორგანიზაციების საჭიროების შედეგად შექმნილი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები დღემდე მნიშვნელოვნად განვითარდა. ელექტრონული გამომთვლელი მანქანების (კომპიუტერული ტექნიკის) პროგრესის გარდა, მათზე დიდი გავლენა მოიჯნავე მეცნიერების (კარტოგრაფიის, გეოდეზიის, დისტანციური ზონდირების, მათემატიკის, სტატისტიკის და სხვ.) კომპიუტერიზაციამაც შეუწყო ხელი.

ერთ-ერთი პირველი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა არა რომელიმე საბუნებისმეტყველო მეცნიერების, არამედ სტატისტიკური მონაცემების დამუშავების მიზნით შექმნა. აშშ-ს მოსახლეობის აღწერის ბიუროს, რომელმაც აღნიშნული პროექტი განახორციელა, დიდი წვლილი მიუძღვის გის პრინციპული პრობლემების გადაჭრასა და ზოგადად მის პოპულარიზაციაში. ამ ორგანიზაციის სპეციალისტებმა შეძლეს ობიექტებს შორის სივრცითი ურთიერთობის განსაზღვრის სქემის ანუ **ტოპოლოგიური** ურთიერთობის რეალიზაცია და პრაქტიკული გამოყენება. 70-იანი წლების დასაწყისიდან ამ ფორმატის (GBF-DIME Geographic Base File, Dual Independent Map Encoding) რუკები შეიქმნა აშშ-ს ყველა ქალაქისთვის.იგივე პერიოდში ფეხს იკიდებს მიწის ინფორმაციული სისტემები.

კომპიუტერული გრაფიკის პრობლემების კვლევაში ჰარვარდის უნივერსიტეტის კომპიუტერული გრაფიკის და სივრცითი ანალიზის ლაბორატორია ჩაერთო, რომლის მიერ შემუშავებული პროგრამული პროდუქტი „სიმეპი" (SYMAP) საშუალებას აძლევდა მომხმარებელს დაემუშავებინა როგორც სივრცითი - ისე სტატისტიკური მონაცემები. ასეთი ინფორმაციის საფუძველზე შედგენილი რუკები პრიმიტიულ შავ-თეთრ საბეჭდ მოწყობილობებზე იბეჭდებოდა. სხვა პროგრამებიდან აღსანიშნავია „სიემვეუ" (SYMVU, სამგანზომილებიანი გამოსახულებისთვის) და „გრიდი" (GRID, რასტრულ უჯრედებთან სამუშაოდ). პროგრამის ეს ნაკრები 70-იანი წლებში გარდაიქმნა „პოლივერტად" (POLYVRT)-ად, ხოლო შემდეგ - ვექტორულ გრაფიკაზე დაფუძნებულ კომპლექსურ პროგრამულ პაკეტად „ოდისეი" (ODYSSEY).

1963-1971 წლებში კანადაში პირველი რეგიონალური მსხვილი უნივერსალური გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის იდეა წარმატებით განხორციელდა. ქვეყნის მიწის რესურსების

ინვენტარიზაციის სისტემისთვის იმ დროისთვის არსებული ყველაზე თანამედროვე აპარატურა და ტექნოლოგიები გამოიყენეს. ციფრულ არქივში შენახული 100-ზე მეტი თემატიკის რუკისთვის სრულიად ახალი: პოლიგონების ფართობების ავტომატური განსაზღვრის და ზედდების განხორციელება იყო შესაძლებელი. კანადის გის-ის საფუძველზე მიიღეს ეროვნული ტოპოგრაფიული მონაცემთა ბაზის სტანდარტი, რომელიც მოიცავდა ტერმინოლოგიურ ლექსიკონს, მონაცემების აღწერის, მოდელის ფორმირების წესებს, სიზუსტის მიმართ მოთხოვნებს. საკოორდინატო სისტემებს, პროექციის აღწერას და სხვ.

1969 წელს აშშ-ში საკონსულტაციო მიზნებისთვის დაფუძნებულმა კომპანიამ „ესრი" (ESRI) მალე საკუთარი პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა დაიწყო. პირველმა კომერციულმა გის „არქინფო" (ARC/INFO) დღის სინათლე 1981 წელს იხილა. იმავე წელს კომპანიამ ჩაატარა პირველი სამომხმარებლო კონფერენცია.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებით ევროპაშიც იყვნენ დაინტერესებულები. მსოფლიოში პირველ ავტომატიზირებულ კარტოგრაფიულ სისტემად დიდი ბრიტანეთის ხელოვნების სამეფო აკადემიის კარტოგრაფიულ კოლეჯში დ. ბიკმორის (D. Bickmore) მიერ 1964 წელს შექმნილ სისტემას მიიჩნევენ, ზოგადად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების კვლევა-გამოყენების საკითხში კი შვედეთი ლიდერობდა, სადაც 70-იან წლებში 12 გის პროექტის შემუშავება და ექსპლუატაცია მიმდინარეობდა.

80-იანი წლებიდან ფართოდ ვითარდება ქსელური სივრცითი - და ბუნებრივი რესურსების ინფორმაციული სისტემები, (ნიადაგის (BIS)-, გეოლოგიის (GEOLIS)- ეკოლოგიური (OELIS)-, ლანდშაფტური (LANIS)-, ბუნებრივი რესურების დაგეგმვის (CUMPLIS) და სხვა). განსხვავებული თემატიკის ინფორმაციული სისტემების

გავრცელების პერიოდში აშშ-ში შეისწავლეს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების სხვადასხვა სფეროში გამოყენების შესაძლებლობება. ანალიზმა აჩვენა, რომ იმ დროს არსებული გის პროგრამული მოთხოვნები სრულად ვერ აკმაყოფილებდა ზოგად მოთხოვნებს. შედეგად გაჩნდა ახალი, ე. წ. „ჰიბრიდული“ ინფორმაციული სისტემები, რომლებსაც შეეძლოთ ერთდროულად როგორც რასტრულ, ისე ვექტორულ ინფორმაციასთან მუშაობა.

1985 წელს აშშ-ში „იუნიქსის“ (Unix) ოპერაციულ სისტემაზე მომუშავე რასტრული ფორმატის რესურსული ანალიზის გეოგრაფიული სისტემა „გრასი“ (GRASS) შეიმუშავეს. 1986 წელს რენსელერის პოლიტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტების მიერ დაფუძნებულმა ორგანიზაციამ „მეპინფრო კორპორეიშენმა“ (MapInfo Corporation) წარმატებული ვექტორული გის პროგრამული პროდუქტი წარმოადგინა. 1987 წ. კლარკის უნივერსიტეტში რ. ისთმენის (R. Eastman) ხელმძღვანელობით შეიმუშავეს რასტრული გის „იდრისი“ (IDRIS). თანამედროვე ეპოქაში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისთვის აღსანიშნავია გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის სამგანზომილებიანი (3 Dimension – 3D) მოდელების შექმნის შესაძლებლობა, ასევე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საშუალებით გარემოს პარამეტრების და მათზე მოქმედ ფაქტორებს შორის ურთიერთკავშირის დადგენა.

სსრ კავშირში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები პირველად ესტონეთში, ტარტუს უნივერსიტეტის და ესტონეთის გეოგრაფიული საზოგადოების მიერ ორგანიზებულ კონფერენციაზე („გეოინფორმატიკის პრობლემები“) განიხილეს 80-იანი წლების დასაწყისში. 1985 წელს ესტონელმა გეოგრაფებმა მოაწყვეს პირველი სკოლა-სემინარი გეოინფორმატიკაში თემაზე „გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნა და ფუნქციონირება“ ხოლო

მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა წარმატებით ჩაატარა საკავშირო კონფერენცია „ავტომატიზიცია თემატურ კარტოგრაფიაში“.

საქართველოში გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები სათავეს, მსოფლიო პრაქტიკის შესაბამისად, საუნივერსიტეტო კვლევებიდან იღებს. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აეროკოსმოსური მეთოდებით გარემოს შესწავლის სამეცნიერო-კვლევითი ლაბორატორია მე-20 საუკუნის 90-იანი წლების დასაწყისში პირველი ორგანიზაცია იყო, რომელიც გეოგრაფიულ მონაცემებს გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით ამუშავებდა. ლაბორატორიის ხელმძღვანელი **პროფ. ნ. ბერუჩაშვილი** კი ფაქტიურად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საქართველოში დანერგვის იდეის ავტორი და განმახორციელებელია. მანამდე, 80-იანი წლებიდან აღნიშნულ კათედრაზე, „ნეოქრონი“ (NeoChron), „დეგასი“ (DEGAS) და სხვ. პროგრამულ პროდუქტების გამოყენებით მიმდინარეობდა სხვადასხვა თემატიკის კომპიუტერული რუკების შექმნა. 1991-1993 წლებში იმავე კათედრაზე „მეპინფოს“ (Mapinfo) ბაზაზე შეიქმნა 1:200 000 საბაზო მასშტაბის საქართველოს ბუნებრივ-ადმინისტრაციული გეოინფორმაციული სისტემა, რომელიც თითქმის 5 წლის განმავლობაში ერთადერთი ხელმისაწვდომი ციფრული საფუძველი იყო. იქვე შეიქმნა ლანდშაფტმცოდნეობის თეორიულ კონცეფციებზე დაფუძნებული **საქართველოს** გეოინფორმაციული სისტემა, **მარტყოფის** გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა, **კავკასიის** გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა **„შავი ზღვა“**.

მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან დაიწყო გეოინფორმაციული ტექნოლოგიის განვითარების მომდევნო, უფრო სერიოზული ეტაპი. აღნიშნულ პროცესებს ბიძგი სახელმწიფო ინიციატივებმა და ქვეყანაში უცხოური კაპიტალის ზრდამ მისცა. ყველაზე სე-

რიოზული პროექტი, რომელიც ამ პერიოდში განხორციელდა არის მიწის კადასტრი. იგი კონცეფციის შესაბამისად მთლიანად გის ტექნოლოგიას ემყარებოდა. (ვექტორული რუკების შედგენა, ციფრული ორთოფოტოების დამზადება, საველე საკადასტრო სამუშაოების ჩატარება მაღალი სიზუსტის გპს (GPS) ხელსაწყოების გამოყენებით, საკადასტრო და სარეგისტრაციო მონაცემების ბანკის შექმნა და სხვ.).

გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს წარმატებით იყენებენ ქალაქდაგეგმარებასა და ურბანისტიკაში, სატრანსპორტო, გარემოსდაცვით, ლოგისტიკურ და სხვა სფეროში.

საკონტროლო შეკითხვები II თავისთვის

- რომელი ორგანიზაციები იყვნენ თავდაპირველად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნის ინიციატორები?
- რომელი ქვეყნის და რომელმა ორგანიზაციამ გამოიყენა ელექტრონული კარტოგრაფირება სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებისთვის?
- რომელია ამ ორგანიზაციის მიერ წარმატებით გადაჭრილი ტექნიკური პრობლემა, რომელიც დღემდე ფართოდ გამოიყენება?
- რა უპირატესობა გააჩნდა ჰარვარდის უნივერსიტეტის კომპიუტერული გრაფიკის და სივრცითი ანალიზის ლაბორატორიის მიერ შემუშავებულ პროგრამულ პროდუქტს SYMAP?
- აღწერეთ კანადის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის შესაძლებლობანი.
- როგორი სისტემაა ჰიბრიდული ინფორმაციული სისტემა?
- ჩამოთვალეთ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორიისთვის მნიშვნელოვანი ორგანიზაციები და მათ მიერ შექმნილი პროგრამული პროდუქტები.

- საქართველოში რომელი ორგანიზაციამ შექმნა პირველი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა?
- დაასახელეთ საქართველოში პირველ ეტაპზე შექმნილი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები.
- რა პერიოდიდან იწყება საქართველოში პირობითად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების მომდევნო ეტაპი და რომელი მნიშვნელოვანი პროექტების განხორციელდა მის დროს?

დედამიწა გალაქტიკაში „ირმის ნახტომი“ შემავალი მზის სისტემის სიდიდით მე-5 პლანეტაა, რომლის მოცულობაც $1,08x10^{12}$ კმ, ხოლო წონა - $5,97x10^{24}$ კგ-ია. ზედაპირის ფართობი - ≈ 510 მლნ. კმ.². აქედან 361,1 მლნ. კმ.² უკავია მსოფლიო ოკეანეს (70.8%), ხმელეთს - 149,1 მლნ. კმ.² (29,2 %). ხმელეთის საშუალო სიმაღლეა 875 მ., ოკეანის საშუალო სიღრმე - 3800 მ., უმაღლესი მწვერვალი: ევერესტი (ჯო-მოლუნგმა) - 8848 მ. უღრმესი წერტილი: მარიანის ღრმული - 11022 მ. ეკვატორის სიგრძე - 40 075,696 კმ. [1]

დედამიწას ურთულესი აგებულება აქვს. მისი წიაღის შესახებ თანამედროვე მეცნიერებასაც კი არა აქვს ზუსტი მონაცემები. დედამიწის შინაგან სტრუქტურას გეოლოგები და გეოფიზიკოსები პირდაპირი და ირიბი მეთოდების გამოყენებით იკვლევენ. **პირდა-პირს** უწოდებენ მეთოდებს, რომლებიც სამთო ქანებს და სტრუქ-ტურას ბუნებრივ გაშიშვლებებში (სანაპირო ხაზი, ხევები, მთის ფერდობები და სხვ.) ან ხელოვნურ დამუშავებებში (სადაზვერვო თხრილები, კარიერი, ჭაბურღილი და სხვ.) შეისწავლიან.

ირიბი მეთოდებით (სეისმური, გრავიმეტრიული, გეოთერ-მული, ელექტრომაგნიტური და სხვ.) დედამიწის წიაღის შესა-ხებ ინფორმაციას თეორიული კვლევების საფუძველზე იღებენ. თანამედროვე მეცნიერული შეხედულებით დედამიწა სამი მსხვი-ლი სტრუქტურული ერთეულისგან შესდგება: დედამიწის **ქერქი** (სიღრმე 30 კმ-მდე), **მანტია** (30-2700 კმ. სიღრმე) და **ბირთვი** (2700-6731 კმ. სიღრმე). მათ შორის კი გამოყოფენ 2 ათეულამდე სხვადასხვა შრეს. [24] [25]

კაცობრიობას ყოველთვის აინტერესებდა დედამიწის შესახებ ცნობები, მაგრამ თავდაპირველად მათი თვალსაწიერი ძირითა-დად საბინადრო ადგილების მიმდებარე ტერიტორიებით იყო შე-მოსაზღვრული. მოგვიანებით, როდესაც ადამიანებმა სხვადასხვა

მიზეზებით მოგზაურობა დაიწყეს, დედამიწის ცალკეული ნაწილების შესახებ ინფორმაციამ ნელ-ნელა, „თავის თავად“ იწყო დაგროვება. ზოგადსაკაცობრიო პროგრესმა ამ უსისტემო და მოუწესრიგებელ მასალებს შორის ურთიერთკავშირის დადგენა განაპირობა, თუნდაც ერთი პუნქტიდან მეორეში მოგზაურობისას ორიენტაციის, მანძილის განსაზღვრის და სხვა პრაქტიკული დანიშნულებით.

ანტიკურ პერიოდში, ძველ ბერძნებს დედამიწის ფორმის და ზომის შესახებ სხვადასხვა თეორია ჰქონდათ შემუშავებული. თავდაპირველად „**ოიკუმენა**“ (იმდროინდელი მსოფლიოს ცნობილი ნაწილი) წყლით შემოსაზღვრული ბრტყელი და მრგვალი სამყარო იყო.

პირველი ადექვატური აზრი დედამიწის შესახებ პითაგორას ეკუთვნის. მათემატიკოს **პითაგორასთვის** ყველაზე სრულყოფილი ფიგურა სფერო იყო. მისი აზრით ღმერთები სამყაროს საუკეთესო ფორმით შექმნიდნენ და ეს საუკეთესო ფორმა სფერო იქნებოდა. იდეამ დაახლოებით ერთი საუკუნის შემდეგ **არისტოტელეს** მხარდაჭერა მოიპოვა. მისი გამოთვლებით დედამიწის გარშემოწერილობა 400 000 სტადიონი - ≈60 000 კმ. უნდა ყოფილიყო.

ცნობილი მოაზროვნეების შეხედულებებს ყველა არ იზიარებდა. მაგალითად ძველი სამყაროს ასევე ცნობილი მეცნიერის **ანაქსიმენეს** წარმოდგენით სამყარო ოთხკუთხედი იყო. ამისდა მიუხედავად დედამიწის სფერულობის იდეა იმდენად ფართოდ გავრცელდა, რომ მეცნიერები მისი ზომების დადგენას აქტიურად ცდილობდნენ: **პლატონმა** დედამიწის გარშემოწერილობა ≈64 000 კმ-ად, ხოლო **არქიმედემ** ≈48 000 კმ-ად შეაფასა. ორივე შემთხვევაში ზომები სუბიექტური წარმოსახვით იყო ნაკარნახევი.

ძვ. წ. აღ. III-II საუკუნეში ცნობილმა ბერძენმა მეცნიერმა და ფილოსოფოსმა **ერატოსთენემ** შექმნა დედამიწის სფეროს შუალობითი

გაზომვის გეომეტრიული ხერხი (საგრადუსო გაზომვები), რომლის დახმარებითაც ეგვიპტის ორ ქალაქში: ქ. სიანასა (დღევანდელი ქ. ასუანი) და ალექსანდრიაში, ზაფხულის მზებუდობის პერიოდში მზის სხივების დაცემის კუთხეების საფუძველზე შესაშური სიზუსტით გამოთვალა დედამიწის გარშემოწერილობა - 250 000 სტადიონი (≈40 000 კმ).[1]

ერატოსთენეს შრომები საკვანძო წერტილი აღმოჩნდა დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებებისთვის. მან პირველმა შეადგინა მსოფლიოს იმ დროისთვის ცნობილი ნაწილების რუკა. ერატოსთენემ დედამიწის აღწერილობის გადმოცემას და თავისი კვლევის შედეგებს „გეოგრაფია" უწოდა, რაც ბერძნულად „დედამიწის აღწერას" ნიშნავს. ერატოსთენე, როგორც ანტიკური ხანის სხვა მეცნიერები, „გეოგრაფიაში" დედამიწის გრაფიკულ აღწერილობას (რუკას) გულისხმობდა. [7]

ეკვატორის გამოთვლას სხვებიც ცდილობდნენ. **პოსედონმა** საკუთარი ასტრონომიული გამოთვლების საფუძველზე დედამიწის გარშემოწერილობად ჯერ 38 624 კმ. განსაზღვრა, მეთოდოლოგიის და გამოთვლების გადამოწმების შემდეგ კი ძველმა ბერძენმა ფილოსოფოსმა დედამიწის ზუსტ ზომად ≈29 000 კმ. მიიჩნია. სწორედ ეს უკანასკნელი რიცხვი გახდა მთელ მსოფლიოში ცნობილი **პტოლომეს** (პტოლომეოსი) წყალობით. პტოლომეს მიერ შედგენილი რუკები თითქმის გვიან შუა საუკუნეებამდე კარტოგრაფირების ეტალონი იყო. ალბათ სწორედ ამ რიცხვითი მონაცემების გავლენით ფიქრობდა კოლუმბი, რომ აზია მხოლოდ 5000-6000 კმ-ით იყო დაშორებული ევროპისაგან. დედამიწის ზომების ხელახლა განსაზღვრის საკითხი დღის წესრიგში მხოლოდ

1 ანტიკური პერიოდის საზომი ერთეულის - სტადიონის - ზუსტი ზომა დღეისთვის ცნობილი არ არის. ამიტომ სხვადასხვა წყაროში ერატოსთენეს მიერ გამოთვლილი გარშემოწერილობა, 250 000 სტადიონი, განზომილების თანამედროვე ერთეულებით განსხვავებულად არის შეფასებული. მაგ. [7]-ს მიხედვით იგი ≈39 700 კმ-ია (გვ. 15); ხოლო [26]-ის მიხედვით - 25 000 მილი (40233 კმ. გვ. 2).

მე-15 საუკუნეში დადგა და ამ პრობლემის წამოწევა ცნობილ ფლამანდრიელ კარტოგრაფს, **გ. მერკატორს** უკავშირდება.

მე-17 საუკუნეში ტელესკოპის, ლოგარითმული ცხრილების და ტრიანგულაციის მეთოდების გამოყენებამ, გეოდეზია როგორც მეცნიერება, გაცილებით წინ წაწია. ფრანგი **პიკარის** და მისი მიმდევარი **კასინის** დაკვირვებით ერთი გრადუსით გამოსახული დედამიწის რკალი ჩრდილოეთში უფრო მოკლე იყო, ვიდრე სამხრეთში. ამ გამოთვლების საფუძველზე, კასინის დასკვნით - დედამიწას კვერცხისებული ფორმა ჰქონდა.

მიღებული შედეგები ფრანგ და ინგლისელ მეცნიერებს შორის სერიოზული დაპირისპირების მიზეზი გახდა. ინგლისელები **ნიუტონის** და **ჰეიგენის** თეორიული დასაბუთების საფუძველზე ამტკიცებდნენ, რომ დედამიწის სფერული ფორმა მცირედ შეკუშული უნდა ყოფილიყო. ფრანგები საკუთარ გამოთვლებში შესაძლო შეცდომებს ვერ ხედავდნენ და დედამიწას მხოლოდ კვერცხისებური ფორმით განიხილავდნენ.

წინააღმდეგობის აღმოსაფხვრელად საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიამ დედამიწის სხვადასხვა წერტილში გეოდეზიური ექსპედიციები მოაწყო. პერუსა და ჩრდილოეთ პოლარული წრის მიღმა ჩატარებული გაზომვებით დადასტურდა ნიუტონის ვარაუდის სისწორე (დედამიწის სფერული ზედაპირის ოდნავი შებრტყელების შესახებ). მას შემდეგ დედამიწის კვერცხისებური ფორმით განხილვა დღის წესრიგიდან მოიხსნა და პლანეტის მათემატიკურად აღსაწერად **ელიფსოიდის** გამოყენება დაიწყო. აღნიშნული შედეგი, თამამად შეიძლება ითქვას, რევოლუციურ მიღწევა იყო გეოდეზიისთვის. [26]

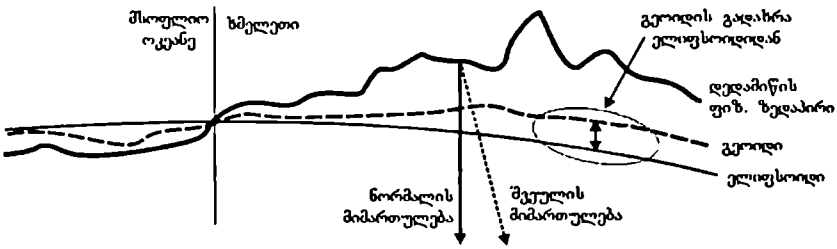
შუა საუკუნეების ბოლოს დაწყებული დედამიწის ფორმის და ზომის ზუსტად განსაზღვრის პროცესი დღემდე გრძელდება. დედამიწის ფორმის და ზომის დაზუსტება გეოდეზიის ამოცანაა. **გეოდეზია** სწავლობს დედამიწის და მზის სისტემის სხვა პლანე-

ტების ფორმას, ამუშავებს დედამიწის ზედაპირის გაზომვების მეთოდებს მისი გეგმებზე და რუკებზე გამოსახვის, ასევე საინჟინრო, სამეურნეო და სხვ. მიზნებით. [27] პითაგორასეული სფერული კონცეფცია არის მარტივი ზედაპირი, რომლის მათემატიკურად გამოსახვაც საკმაოდ იოლია. დედამიწის ფორმის კვლევამ კი საქმე სერიოზულად გაართულა. გეოდეზისტების დაკვირვებით გრძელი დისტანციების და დიდი ფართობების გაზომვების დროს გარკვეულ უზუსტობებს ჰქონდა ადგილი. როგორც აღმოჩნდა, დედამიწის წიაღში ნივთიერებების არათანაბარი განაწილების და დედამიწის გლობალური ტექტონიკური დეფორმაციის გამო პლანეტას ახასიათებს გარკვეული ამოზნექილობა და ჩაზნექილობა. [1] დედამიწის რეალურ ფორმასთან მაქსიმალურად მიახლოებულ რთულ ფიგურას, 1873 წელს გერმანელი მეცნიერის **ი. ლისტინგის** წინადადებით გეოიდი ეწოდა. [28] **გეოიდი** - დედამიწის საერთო სახის გამომხატველი წარმოდგენითი ფიგურა - შემოსაზღვრულია დონებრივი ზედაპირით. **დონებრივი ზედაპირი** არის კონტინენტების ქვეშ ოკეანეების ურთიერთშერწყმამდე გაგრძელებული წყნარ მდგომარეობაში მყოფი წარმოსახვითი ზედაპირი, რომლის გასწვრივაც მიზიდულობის ძალა ყველგან ტოლია და რომლის მიმართაც მიზიდულობის ძალის მიმართულება ყოველთვის პერპენდიკულარულია. [29] [2] [30]

მსოფლიო ოკეანის ზედაპირი არათანაბარია და მას სხვადასხვა ადგილას განსხვავებული სიმაღლე აქვს. ამიტომ გეოიდის ზედაპირის მეტი სიზუსტით განსაზღვრისთვის **საშუალო დონებრივი ზედაპირის** ცნება შემოიტანეს, რომელიც გულისხმობს წყნარ მდგომარეობაში მყოფი მსოფლიო ოკეანის ზედაპირის დონეს. მათემატიკურად გამოსადეგი სიზუსტის მისაღებად იყენებდნენ ხანგრძლივი დაკვირვებების შედეგად მიღებულ რაიმე საწყის წერტილს. ასეთ საწყის წერტილად ყოფილ სსრ კავშირში და

საქართველოში მიღებულ იყო **კრონშდანტის ფუტშტოკის ნული**, რომელიც აფიქსირებს ბალტიის ზღვის საშუალო დონეს. [1]

გეოიდი თავისი მეტად რთული ფიგურიდან გამომდინარე,



ნახ. 4. დედამიწის რეალური ზედაპირს, გეოიდს და ელიფსოიდს შორის განსხვავების პრინციპული სქემა. [28] და [31]-ის მიხედვით.

ზუსტი მათემატიკური გამოთვლებისთვის არ გამოდგება. მოგვიანებით გაჩნდა იდეა, რომ გეოიდის ნაცვლად გამოყენებინათ კვაზიგეოიდი. **კვაზიგეოიდი** განისაზღვრება დედამიწის აგებულების ჰიპოთეზების გათვალისწინების გარეშე და მცირედ სცდება გეოიდის ზედაპირს (0-2 მ.). მას შემდეგ რაც დამტკიცდა, რომ დედამიწა ოდნავ შებრტყელებულია პოლუსებთან და ამობერილი - სადღაც ეკვატორთან, პლანეტის ფორმის მათემატიკურ მოდელად მბრუნავი ელიფსოიდი მიიჩნიეს. **მბრუნავი ელიფსოიდი** არის სხეული, რომელიც მიიღება ელიფსოიდის მოკლე ღერძის გარშემო ბრუნვით. იგი ცალსახადაა განსაზღვრული ორი განზომილებით. გეოდეზისტები შეთანხმებულები არიან გამოიყენონ გრძელი ნახევარღერძი და შეკუმშულობა. დედამიწის ზომა წარმოდგენილია ეკვატორული რადიუსით (გრძელი ნახევარღერძი), რომელიც **a** სიმბოლოთი აღინიშნება, ხოლო ელიფსოიდი - შეკუმშულობით **f**, რომელიც აჩვენებს რამდენად არის ელიფსოიდი მიახლოებული სფერულ ზედაპირთან. **f შეკუმშულობა** არის ორი

ღერძის სიგრძეებს შორის სხვაობა და გამოითვლება უმარტივესი ფორმულით:

შეკუმშულობის მაჩვენებელი შეიძლება იცვლებოდეს 0-დან

$$f = \frac{a-b}{a}$$ ფორმ. 1

1-მდე. 0 ნიშნავს, რომ ორივე ღერძი ტოლია ანუ ფიგურა სფეროა. დედამიწის შეკუმშულობა დაახლოებით 0.003353-ის ტოლია. შეკუმშულობა მცირე პარამეტრია, ამიტომ პრაქტიკულ საქმიანობაში მისი გამოსახვისთვის იყენებენ 1/f სიდიდეს.

სფეროიდის (რომელიც წარმოადგენს ელიფსოიდს მცირე შეკუმშულობით) ზომები შეიძლება ამოიხსნას ასტრონომიული ექსცენტრიტეტით: [32]

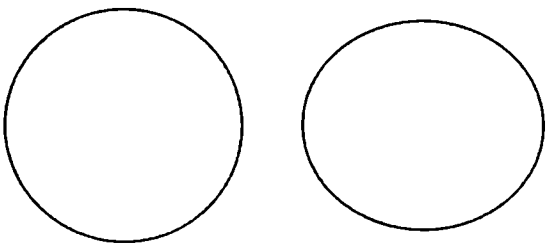
წვრილმასშტაბიანი რუკების შესადგენად (>1:1000000) ზოგ-

$$e^2 = \frac{a^2+b^2}{a^2}$$ ფორმ. 2

ჯერ სრულიად საკმარისია დედამიწის სფეროდ განხილვა. ასეთ მასშტაბში შეუძლებელია სფეროსა და ელიფსოიდს შორის სხვაობის შემჩნევა. უფრო მსხვილი მასშტაბის რუკებისთვის საჭიროა, რომ დედამიწა განიხილებოდეს როგორც სფეროიდი ან ელიფსოიდი. [1] გეოდეზიაში დამუშავებულია კიდევ სამგანზომილებიანი ელიფსოიდის მოდელი, მათ გამოიყენებენ არაწესიერი ფორმის ციური სხეულების გამოსასახად. **სამგანზომილებიანი ელიფსოიდი** დედამიწისთვის გამოიყენება მხოლოდ ზეზუსტი გეოდეზიურ გამოთვლების გასაკეთებლად, ამიტომ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისთვის არააქტუალურია. [33]

დედამიწის ელიფსოიდის გამოთვლისას სხვადასხვა მკვლე-

ვარი სხვადასხვა საწყის მონაცემებს და გამოთვლის მეთოდიკას იყენებდა. შედეგად მსოფლიოში 2 ათეულამდე ელიფსოიდი დაგროვდა. ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ელიფსოიდების ნუსხა მოყვანილია დანართში (გვ. 293). ელიფსოიდს ტრადიციულად გამომთვლელი პიროვნების გვარით და გამოთვლის წელით აღნიშნავენ. კონკრეტულ ელიფსოიდს, როგორც წესი, პლანეტის კონკრეტულ ნაწილზე გამოსაყენებლად ითვლიდნენ.



ა. ბ.

ნახ. 5. ა.- სფეროსა და ბ. - სფეროიდს (ელიფსოიდს) შორის განსხვავების პრინციპული სქემა.

საქართველოში, რუსეთის იმპერიის ზეგავლენით მე-19 საუკუნის 80-იან წლებამდე ფინელი ასტრონომიკის **ვალბეკის** ელიფსოიდი იყო მიღებული. შემდეგომ კი ზოგჯერ ბესელის -, ხოლო ზოგჯერ კლარკის ელიფსოიდს იყენებდნენ. 1946 წლიდან სსრ კავშირში სავალდებულო გახდა ფ. კრასოვსკის და ა. იზოტოვის მონაწილეობით გამოთვლილი (1940) ელიფსოიდის გამოყენება, რომელიც „**კრასოვსკის ელიფსოიდის**“ სახელითაა ცნობილი. მისი პარამეტრებია:

დიდი ნახევარღერძი a=63788245 მ,

მცირე ნახევარღერძი b=6356863.0188 მ.

შეკუმშულობა f=298.3. [1]

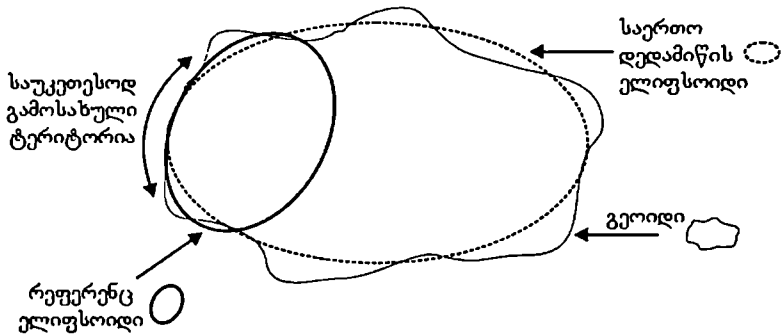
საერთაშორისო ელიფსოიდი პირველად ჰერეფორდმა (Hayford) გამოთვალა, ხოლო გეოდეზიის და გეოფიზიკის საერთაშორისო კავშირმა იგი საერთაშორისო მიზნებით გამოყენებისთვის დაამტკიცა. აღნიშნული ორგანიზაციის 1967 წლის შეხვედრაზე, შვეიცარიაში მიიღეს ახალი ელიფსოიდი GRS 67. ეს დაზუსტებული ელიფსოიდი არ ცვლიდა საერთაშორისო (1924 წლის) ელიფსოიდს, მაგრამ მისი გამოყენება უნდა მომხდარიყო იმ შემთხვევაში, თუ საჭირო იქნებოდა მაღალი სიზუსტე.

თანამედროვე ეპოქაში დედამიწის ფორმის და ზომის განსაზღვრის ამოცანები იჭრება ძირითადად თანამგზავრული გეოდეზიური სისტემების გამოყენებით. კვლევის ახალი მეთოდების და ტექნიკური შესაძლებლობის საფუძველზე გაჩენილი ახალი ჰიპოთეზები, რომ დედამიწის ეკვატორიც ელიფსი უფროა - ვიდრე წრე, ფართო დისკუსიის საგანი გახდა. კიდევ ერთი ჰიპოთეზის თანახმად დედამიწა სამხრეთ პოლუსთან უფრო შეკუმშულია და ჩრდილოეთ პოლუსთან უფრო ამოზნექილი. ე.ი. პლანეტას ოდნავ მსხლისებური ფორმა აქვს. თანამედროვე გეოდეზია ამუშავებს ყველა სახის ჰიპოთეზას და თეორიას. [26] დედამიწის ახალი ფორმის თეორიულად დამტკიცებამდე ან უარყოფამდე კი აგრძელებს მბრუნავი ელიფსოიდის გამოყენებას და ელიფსოიდებს ყოფს ორ ნაწილად: საერთო დედამიწის ელიფსოიდებად და რეფერენც-ელიფსოიდებად.

საერთო დედამიწის ელიფსოიდი არის ელიფსოიდი, რომლის ცენტრი ემთხვევა დედამიწის სიმძიმის ცენტრს, ხოლო ეკვატორის სიბრტყე - დედამიწის ეკვატორის სიბრტყეს, ელიფსოიდის ზედაპირის სიმაღლეების გადახრის კვადრატების ჯამი მინიმალურია. საერთო დედამიწის ელიფსოიდი მიახლოებულია მთლიანად დედამიწის ზედაპირთან.

ელიფსოიდს, რომლის ზედაპირზეც აისახება ასტრონომიულ-გეოდეზიული სამუშაოების და ტოპოგრაფიული აგეგმვის მასა-

ლები, და რომელიც მაქსიმალურად არის მიახლოებული გეოიდის ზედაპირთან დედამიწის ზედაპირის გარკვეულ ნაწილზე, რეფერენც-ელიფსოიდს უწოდებენ.



ნახ. 6. გეოდის, საერთო დედამიწის ელიფსოიდის და რეფერენც-ელიფსოიდის პრინციპული სქემა. [31]-ის მიხედვით, გვ. 198.

მსოფლიო ქვეყნების უმეტესობა იყენებს საერთო დედამიწის ელიფსოიდს WGS-84 (World Geodetic System), ხოლო რუსეთში – ПЗ 90 (Параметри Земли 1990 года).

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ფართოდ გავრცელებასთან ერთად, უცხოენოვანი ლიტერატურის გავლენით ზოგიერთი ახალი ტერმინი დამკვიდრდა. მათ შორისაა „დატუმი". დატუმი გის არასპეციალისტი მომხმარებლისთვის (სამწუხაროდ ზოგჯერ სპეციალისტისთვისაც) საკმაოდ რთული თემაა და ხშირად იწვევს დაბნეულობას. ინგლისური დასახელების Datum - ქართული თარგმანი გეოდეზიური დანიშნულებით იქნება - საკოორდინატო სისტემების საფუძველი, ხოლო ზოგადად გეოგრაფიაში კი დონებრივ ზედაპირს ან ნულოვან ზედაპირის აღნიშნავს. ([34], გვ. 77) როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სფეროიდი (ელიფსოიდი) აღწერს დედამიწის მათემატიკურად გამოსაყე-

ნებელ ფიგურას. დატუმი კი განსაზღვრავს თავად ამ სფეროიდის (ელიფსოიდის) მდებარეობას დედამიწის ცენტრის მიმართ. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, **დატუმი** წარმოადგენს ღეღამიწის ზედაპირზე ობიექტების მდებარეობის განსაზღვრის სისტემას. იგი ერთდროულად აღწერს სფეროიდს (ელიფსოიდს), მის მდებარეობას დედამიწის ცენტრის მიმართ და საკოორდინატო სისტემის ათვლის წერტილებს (**ჰორიზონტალური დატუმი** (horizontal ან geodetic datum). სიმაღლეების ასათვლელად კი იყენებენ **ვერტიკალურ დატუმს** (vertical datum). ვერტიკალური დატუმია მაგ. ზემოთნახსენები ბალტიის ზღვიდან სიმაღლეების ათვლის სისტემა. გამოთვლილია დატუმები გლობალური და ლოკალური გამოყენებისთვის. ერთ-ერთი გლობალური დატუმი ცნობილია WGS 84 სახელით და მისი გამოყენება შესაძლებელია მთელს მსოფლიოში. ლოკალური დატუმები (მაგ. NAD 83 ჩრდ. ამერიკისთვის) განსაზღვრულია კონკრეტული ტერიტორიისთვის და მისი სხვა რეგიონისთვის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი. [1] [35].

გეოინფორმაციული პროექტების განხორციელებისას ელიფსოიდის ამორჩევა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული (მაგ. სხვა სისტემებთან, თუნდაც გლობალურ პოზიციონირების სისტემასთან ერთად მოხერხებული გამოყენება). თუმცა მთავარი ფაქტორი მაინც დედამიწის არარეგულარული ფორმის - გეოიდის - კონკრეტული ამოცანების გადაჭრის ფარგლებში შესაბამისი სიზუსტით გამოსახვაა.

1942 წლის საკოორდინატო სისტემა(დატუმი)

საქართველოში სხვადასხვა დროს, სხვადასხვა საკოორდინატო სისტემები იყო გავრცელებული. საბჭოთა პერიოდში მთელ ქვეყანაში სავალდებულოდ გამოიყენებოდა **1942 წელს დამტკიცებული საკოორდინატო სისტემა**, რომელიც ეფუძნებოდა კრასოვსკის რეფერენც-ელიფსოიდს და გაუს-კრიუგერის ბრტყელ

მართკუთხა კოორდინატების სისტემას (ამ უკანასკნელის გამო ზოგჯერ მათ აიგივებენ ერთმანეთთან). საკოორდინატო სისტემის საწყისად განსაზღვრული იყო პულკოვოს ობსერვატორიის (დღევანდელი ქ. სანკტ-პეტერბურგი, რუსეთის ფედერაცია) მრგვალი დარბაზის ცენტრი (+30°19'42''1), ხოლო სიმაღლეების ათვლის წერტილად კრონშტადტის ფუტშტოკის (ბალტიის ზღვა) ნული.

1942 წლის საკოორდინატო სისტემაში დედამიწის სფერული ზედაპირი დაყოფილია 60 დანომრილ 6°-იან ზონად. პირველი ზონა აითვლება ნულოვანი (გრინვიჩის) მერიდიანიდან, ანუ მისი დასავლეთ მერიდიანის გრძედია 0°, ხოლო აღმოსავლეთის - 6°, მეორე ზონის: 6°-9° და ა.შ. ზონების ათვლა ნულოვანი მერიდიანიდან აღმოსავლეთის მიმართულებით მიმდინარეობს. აღსანიშნავია, რომ ამ საკოორდინატო სისტემის 6°-იანი დაყოფა ემთხვევა დედამიწის ზედაპირის დაყოფის საერთაშორისო სისტემას, მაგრამ ნომრები განსხვავდება 30-ით (საერთაშორისო სისტემაში ზონების ათვლა არა 0°-ზე არამედ 180°-ზე მდებარე გრძედიდან მიმდინარეობს).

ანალოგიური პრინციპი გამოიყენება პარალელებისთვის, ოღონდ ამ შემთხვევაში დაყოფა ხდება 4°-იან სარტყლებად. მოკლედ რომ შევაჯამოთ ზემოთაღნიშნული: მერიდიანებს შორის ინტერვალი წარმოადგენს 6-იან **ზონას**, რომლის ათვლა იწყება გრინვიჩის მერიდიანიდან აღმოსავლეთით და აღინიშნავენ არაბული ციფრებით 1-დან 60-მდე. პარალელებს შორის 4° ინტერვალს **სარტყლებს** უწოდებენ. მათი ათვლა იწყება ეკვატორიდან ჩრდილოეთისკენ და სამხრეთისკენ. სარტყლები აღინიშნება ლათუნური ანბანის დიდი ასოებით. 1942 წლის საკოორდინატო სისტემის მიხედვით საქართველო მდებარეობს ერთ სარტყელსა (K) და ორ (37, 38) ზონაში.

1942 წლის საკოორდინატო სისტემაში შედგენილია საბჭოთა პერიოდის საქართველოს ტოპოგრაფული და სხვა რუკები, რომლებიც დღემდე მონაცემების ერთ-ერთ ძირითად წყაროდ რჩებიან. [29] [36]

WGS 84 საკოორდინატო სისტემა (დატუმი)

1999 წლიდან საქართველოში გამოიყენება WGS 84 საკოორდინატო სისტემა, რომლის საფუძველია საერთო ღედამიწის ელიფსოიდი და მერკატორის უნივერსალური განივი პროექცია, სიმაღლეების ათვლის წერტილი კი - დედამიწის მასის ცენტრი. ამ საკოორდინატო სისტემაში დედამიწის ზედაპირის დაყოფის პრინციპი იგივეა, რაც 1942 წლის სისტემისთვის, ოღონდ რამდენადმე განსხვავებული: მასში დედამიწის ზედაპირი მერიდიანებით 6°-იან **სვეტებად** (იგივე ზონებად) არის დაყოფილი, ხოლო პარალელებით 8°-იან **სარტყლებად**. სვეტებად (ზონებად) დაყოფა ნულოვანი (გრინვინჩის) მერიდიანიდან აღმოსავლეთით მიმდინარეობს და არაბული ციფრებით აღინიშნება. ხოლო სარტყლებად დაყოფა ხდება სამხრეთის განედის 80°-იანი პარალელიდან ჩრდილოეთ განედის 80°-იან პარალელამდე. ასეთნაირად მიღებული სულ 20 სარტყელი აღინიშნება სამხრეთიდან ჩრდილოეთის მიმართულებით ლათინური ანბანის დიდი ასოებით თანამიმდევრულად, C-დან X-მდე, I და O სიმბოლოების გამოკლებით. საქართველო WGS 84 საკოორდინატო სისტემის მიხედვით მდებარეობს T სარტყელსა და ორ (37,38) სვეტში.

WGS 84 საკოორდინატო სისტემა საქართველოში გამოიყენებოდა როგორც ზოგადგეოგრაფიული, ისე თემატური რუკების საფუძვლად. თუმცა იგი უფრო მეტად წვრილმასშტაბიანი სამუშაოების უნდა იყოს განკუთვნილი. [35] [36]

დედამიწის ზომა და ფორმა
(რეზიუმე)

პლანეტა დედამიწის **მოცულობა** 1,08X10^{12} კმ, ხოლო **წონა** - 5,97X10^{24} კგ., ზედაპირის **ფართობი** ≈510 მლნ. კმ.^{2}. აქედან 361,1 მლნ. კმ.^{2} უკავია მსოფლიო ოკეანეს (70.8%), 149,1 მლნ. კმ.^{2} - ხმელეთს (29.9%). ხმელეთის **საშუალო სიმაღლეა** 875 მ., ოკეანის

საშუალო სიღრმე - 3800 მ. **უმაღლესი მწვერვალი**: ევერესტი (ჯომოლუნგმა)- 8848 მ. **ულრმესი წერტილი** მარიანის ღრმული - 11022 მ. **ეკვატორის** სიგრძე - 40075,696 კმ.

დედამიწას ურთულესი აგებულება აქვს. მისი შინაგანი სტრუქტურის შესახებ ინფორმაცია **პირდაპირი** (ბუნებრივი გამოშვლებები ან ხელოვნური დამუშავებები) და **ირიბი** (სეისმური, გრავიმეტრიული, გეოთერმული, ელექტრომაგნიტური და სხვ.) დაკვირვებების შედეგად მიიღება. თანამედროვე მეცნიერული შეხედულებით დედამიწა სამი მსხვილი სტრუქტურული ერთეულისგან შესდგება: დედამიწის **ქერქი** (სიღრმე 30 კმ-მდე), **მანტია** (30-2700 კმ. სიღრმე) და **ბირთვი** (2700-6731 კმ. სიღრმე).

დედამიწის სფერულობა პირველად ძველმა ბერძენმა მეცნიერებმა ივარაუდეს და შესაბამისი გაზომვებიც ჩაატარეს. შუა საუკუნეებიდან კი გეოდეზისტები ზუსტ გამოთვლებს შეუდგნენ. როგორც აღმოჩნდა, დედამიწის წიაღში ნივთიერებების არათანაბარი განაწილების და დედამიწის გლობალური ტექტონიკური დეფორმაციის გამო პლანეტას ახასიათებს გარკვეული ამოზნექილობა და ჩაზნექილობა. შედეგად დედამიწის რეალურ ფორმასთან მაქსიმალურად მიახლოებულ რთულ ფიგურას გეოიდი უწოდეს. **გეოიდი** - დედამიწის საერთო სახის გამომხატველი წარმოდგენითი ფიგურა, შემოსაზღვრულია დონებრივი ზედაპირით. **დონებრივი ზედაპირი** არის კონტინენტების ქვეშ ოკეანეების ურთიერთშერწყმამდე გაგრძელებული წყნარ მდგომარეობაში მყოფი წარმოსახვითი ზედაპირი, რომლის გასწვრივაც მიზიდულობის ძალა ყველგან ტოლია და რომლის მიმართაც მიზიდულობის ძალის მიმართულება ყოველთვის პერპენდიკულარულია. მოგვიანებით გეოიდის ზედაპირის მეტი სიზუსტით განსაზღვრისთვის **საშუალო დონებრივი ზედაპირის** ცნება შემოიტანეს, რომელიც გულისხმობს წყნარ მდგომარეობაში მყოფი მსოფლიო ოკეანის ზედაპირის დონეს. ხოლო მათემატიკურად გამო-

სადეგი სიზუსტის მისაღებად იყენებდნენ ხანგრძლივი დაკვირვებების შედეგად მიღებულ რაიმე საწყის წერტილს.

გეოიდი თავისი მეტად რთული ფიგურიდან გამომდინარე, ზუსტი მათემატიკური გამოთვლებისთვის არ გამოდგება. დედამიწის ფორმის უფრო მოხერხებულად წარმოდგენისთვის კვაზიგეოიდის იდეა წამოაყენეს. **კვაზიგეოიდი** განისაზღვრება დედამიწის აგებულების ჰიპოთეზების გათვალისწინების გარეშე და მცირედ სცდება გეოიდის ზედაპირს (0-2 მ.). მას შემდეგ რაც დამტკიცდა, რომ დედამიწა ოდნავ შებრტყელებულია პოლუსებთან და ამობერილი - სადღაც ეკვატორთან, პლანეტის ფორმის მათემატიკურ მოდელად მბრუნავი ელიფსოიდი მიიჩნიეს. **მბრუნავი ელიფსოიდი** არის სხეული, რომელიც მიიღება ელიფსოიდის მოკლე ღერძის გარშემო ბრუნვით. იგი ცალსახადაა განსაზღვრული ორი განზომილებით. (გეოდეზისტები შეთანხმებულები არიან გამოიყენონ გრძელი ნახევარღერძი და შეკუმშულობა). დედამიწის ზომა წარმოდგენილია ეკვატორული რადიუსით (გრძელი ნახევარღერძი), რომელიც a სიმბოლოთი აღინიშნება, ხოლო ელიფსოიდი - შეკუმშულობით f, რომელიც აჩვენებს რამდენად არის ელიფსოიდი მიახლოებული სფერულ ზედაპირთან.

შეკუმშულობის მაჩვენებელი შეიძლება იცვლებოდეს 0-დან 1-მდე. 0 ნიშნავს, რომ ორივე ღერძი ტოლია ანუ ფიგურა სფეროა. დედამიწის შეკუმშულობა დაახლოებით 0.003353-ის ტოლია. შეკუმშულობა მცირე პარამეტრია, ამიტომ პრაქტიკულ საქმიანობაში მისი გამოსახვისთვის იყენებენ 1/f სიდიდეს.

წვრილმასშტაბიანი რუკების შესადგენად (>1:1000000) ზოგჯერ სრულიად საკმარისია დედამიწის სფეროდ განხილვა. უფრო მსხვილი მასშტაბის რუკებისთვის საჭიროა, რომ დედამიწა განიხილებოდეს როგორც სფეროიდი ან ელიფსოიდი. გეოდეზიაში დამუშავებულია კიდევ **სამგანზომილებიანი ელიფსოიდის** მოდელი,

რომელიც გამოიყენება მხოლოდ ზეზუსტი გეოდეზიურ გამოთვლებისთვის. თანამედროვე ეპოქაში დედამიწის ფორმის და ზომის განსაზღვრის ამოცანები იჭრება თანამგზავრული გეოდეზიური სისტემების გამოყენებით. დედამიწის ახალი ფორმის შესახებ რაიმე ახალი ჰიპოთეზისა თუ თეორიის დამტკიცებამდე ან უარყოფამდე გამოიყენება ორი სახის მბრუნავი ელიფსოიდის საერთო დედამიწის - და რეფერენც-ელიფსოიდები.

საერთო დედამიწის ელიფსოიდი არის ელიფსოიდი, რომლის ცენტრი ემთხვევა დედამიწის სიმძიმის ცენტრს, ხოლო ეკვატორის სიბრტყე - დედამიწის ეკვატორის სიბრტყეს, ელიფსოიდის ზედაპირის სიმაღლეების გადახრის კვადრატების ჯამი მინიმალურია. საერთო დედამიწის ელიფსოიდი მიახლოებულია მთლიანად დედამიწის ზედაპირთან.

ელიფსოიდს, რომლის ზედაპირზეც აისახება ასტრონომიულ-გეოდეზიული სამუშაობის და ტოპოგრაფიული აგეგმვის მასალები, და რომელიც მაქსიმალურად არის მიახლოებული გეოიდის ზედაპირთან დედამიწის ზედაპირის გარკვეულ ნაწილზე, **რეფერენც-ელიფსოიდს** უწოდებენ.

დატუმი წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირზე ობიექტების მდებარეობის განსაზღვრის სისტემას. იგი ერთდროულად აღწერს სფეროიდს (ელიფსოიდს), მის მდებარეობას დედამიწის ცენტრის მიმართ და საკოორდინატო სისტემის ათვლის წერტილებს (ჰორიზონტალური დატუმი (horizontal ან geodetic datum). მის გარდა, სიმაღლეების ასათვლელად იყენებენ ვერტიკალურ დატუმს (vertical datum). გამოთვლილია დატუმები გლობალური და ლოკალური გამოყენებისთვის.

საკონტროლო შეკითხვები III თავისთვის

- რას უდრის დედამიწის მოცულობა და წონა?
- რამდენია დედამიწის ფართობი?

- როგორია მსოფლიო ოკეანის და ხმელეთის ფართობების შეფარდება?
- დაასახელეთ დედამიწის ყველაზე მაღალი და ყველაზე დაბალი წერტილები.
- რას უდრის ეკვატორის სიგრძე?
- დაასახელეთ დედამიწის შინაგანი აგებულების სამი ძირითადი ერთეული.
- რას უწოდებენ გეოიდს?
- განმარტეთ დონებრივი ზედაპირი.
- რა განსხვავებაა გეოიდს და კვაზიგეოიდს შორის?
- რომელია დედამიწის ფორმის საუკეთესოდ გამომხატველი მათემატიკური მოდელი?
- რას აჩვენებს შეკუმშულობა?
- რას უდრის დედამიწის შეკუმშულობა?
- რა დროსაა დედამიწის სფეროდ განხილვა დასაშვები და როდისაა საჭირო სფეროიდის ან ელიფსოიდის გამოყენება?
- როგორი ელიფსოიდია საერთო დედამიწის ელიფსოიდი?
- როგორი ელიფსოიდია რეფერენც-ელიფსოიდი?
- რა არის დატუმი?

IV თავი. გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები და მათი წარმოდგენის ფორმა

მონაცემთა ბაზისთვის გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების შეგროვება გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების პირველი ეტაპია. თავად მონაცემთა ბაზის შექმნა საპასუხისმგებლო და შრომატევადი საქმეა, რომლისთვისაც იხარჯება მთლიანად გის პროექტის რეალიზაციისთვის საჭირო დროის ¾ და ფინანსური ღირებულების 75-90%. [13]

გეოინფორმატიკაში გეოგრაფიულ ობიექტებს აქვთ სამი ძირითადი მახასიათებელი: სივრცითი, დროითი და თემატური.

სივრცითი მახასიათებელი განსაზღვრავს ობიექტის მდებარეობას რომელიმე საკოორდინატო სისტემის მიმართ. ამით უზრუნველყოფილია გეომეტრიული ობიექტების ურთიერთგანლაგება ბუნებაში მათ რეალურ მდებარეობასთან შესაბამისად. ძირითადი მოთხოვნა სივრცითი მახასიათებლების მიმართ არის **სიზუსტე** (სიზუსტე ნიშნავს ობიექტის კორექტულ მდებარეობას საკოორდინატო სისტემისა და სხვა ობიექტების მიმართ).

დროითი მახასიათებელი განსაზღვრავს ობიექტის კვლევის დროს და ზოგჯერ აჩვენებს ობიექტის თვისებების ცვალებადობის დამოკიდებულებას დროზე. ძირითადი მოთხოვნა დროის მიმართ **აქტუალობაა** (აქტუალური დროითი მახასიათებელი ნიშნავს, რომ მონაცემები დამუშავებისთვის ვარგისია. არააქტუალური მონაცემები მოძველებული მონაცემებია, რომელზეც სრულად დაყრდნობა ახალი, შეცვლილი გარემოს პირობებში არ შეიძლება).

თემატური მახასიათებელი აღწერს ობიექტის დანარჩენ იმ თვისებებს, რომლებიც სივრცით და დროით ნაწილს არ მიეკუთვნებიან. ასეთები შეიძლება იყოს: ეკონომიკური, სტატისტიკური, ტექნიკური, ორგანიზაციული და სხვ. ძირითადი მოთხოვნა თემატური მახასიათებლების მიმართ არის **სისრულე** (მონაცემის

სისრულე ნიშნავს, რომ ისინი საკმარისია დასმული ამოცანის გადასაჭრელად და არ არის საჭირო მონაცემების დამატებითი შეგროვება).

გეოგრაფიული ობიექტების თვისებების და მახასიათებლების შესახებ ინფორმაციის შეგროვება სხვადასხვა ტექნოლოგიით ხდება. განსხვავებული ტექნოლოგიით შეგროვებული მონაცემები ერთმანეთისგან ფორმატით განსხვავდება. კომპიუტერული დამუშავებისთვის მონაცემების კოდირების ხერხს **ფორმატს** უწოდებენ და იგი ძირითადად გამოყენებული პროგრამული პროდუქტის მიხედვით განისაზღვრება. როგორც წესი, ერთი ფორმატიდან მეორეში გადაყვანა უპრობლემოდ ხდება, მაგრამ ზოგჯერ მონაცემების ნაწილობრივი დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად სპეციალური პროგრამის, **კონვერტორის** გამოყენებაა საჭირო.

მონაცემები სხვა მახასიათებლების მიხედვითაც განსხვავდება. განსხვავებული მონაცემების დამუშავება კი მოუხერხებელი და არაეფექტურია. [12] ამიტომ საჭიროა მათი ერთ დონემდე მიყვანა. ზოგადად სხვადასხვა სახის და სტრუქტურის მონაცემებიდან ერთიანი ინფორმაციული მოდელის შექმნის პროცესს **უნიფიკაციას**, ხოლო თავად ასეთ მონაცემებს - **უნიფიცირებულს** უწოდებენ. [1]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზისთვის გამიზნული მონაცემები ორ ტიპად: პირველადად და მეორეულად იყოფა.

პირველად მონაცემებს უწოდებენ საკვლევ ობიექტზე უშუალო დაკვირვებით ან/და გაზომვებით მიღებულ მონაცემებს. ხოლო **მეორადი მონაცემები** - არის მონაცემები, მიღებული პირველადი ინფორმაციის დამუშავების შედეგად.

პირველად მონაცემებს მიეკუთვნება მაგალითად დისტანციური ზონდირების მასალები: აერო ან კოსმოსური სურათები,

მათი დამუშავებით (ტრანსფორმირებული აეროფოტო ან დეშიფრირებული კოსმოსური ფოტო) კი მიიღება მეორადი მონაცემები.

გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას პირველად და მეორეულ მონაცემებს შორის განსხვავება ტექნოლოგიური თვალსაზრისით უმნიშვნელოა. ასეთ დროს მთავარი საკითხი საიმედოობა და სიზუსტეა. როდესაც საჭიროა მაღალი სიზუსტე, პრიორიტეტს პირველად მონაცემებს ანიჭებენ, რადგანი ისინი დიდი ალბათობით გაცილებით ნაკლებ შეცდომებს შეიცავენ მეორეულთან შედარებით (ინფორმაციის დამუშავებისას შესაძლოა ტექნოლოგიური ან/და მეთოდოლოგიური ნაკლოვანებების გამო შეცდომების დაშვება).

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემების მრავალი წყარო არსებობს, მათგან ძირითადები მოყვანილია შემდეგ თავში.

სივრცითი მონაცემების ორგანიზაცია

თანამედროვე გეოგრაფიულ ინფორმაციული სისტემებში გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების წარმოდგენის ორი ძირითადი პრინციპი არსებობს: თემატური ფენები და ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომა.

პირველი მათგანი საფუძველს ტრადიციული კარტოგრაფიიდან იღებს, ამიტომ ფართოდაა გავრცელებული. გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების **ფენას** უწოდებენ ერთი ტიპის სივრცითი ობიექტების ნაკრებს, რომელიც მიეკუთვნება ერთ თემას, ერთ რაიმე ტერიტორიას და ერთ საკოორდინატო სისტემას. მაგ. ჰიდროლოგიის ფენაზე შეიძლება გამოსახული იყო ყველა მდინარე, ტბა და წყალსაცავი. ფენებად ორგანიზაცია მოსახერხებელია ერთი მთლიანი ობიექტის სახით წარმოდგენილი მონაცემების დიდი რაოდენობის ჯგუფების მართვისთვის. მაგ. ზოგიერთი

ფენის ჩართვა-გამორთვით მომხმარებელს შეუძლია იმუშაოს მონაცემების სასურველი ნაკრებთან. ამასთან, ფენებს გააჩნიათ ანალიზის დიდი პოტენციალი, ამიტომ იგი ყველაზე ხშირად გამოიყენება გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების ორგანიზაციისთვის.

მონაცემების **ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომის** პრინციპი გულისხმობს მონაცემების გაერთიანებას არა მათი ტიპის -, არამედ კლასიფიკაციის რაიმე რთული იერარქიული სისტემის მიხედვით. ასეთი სისტემის დროს გათვალისწინებულია ობიექტების გენეტიკური, მომიჯნავე და სხვა სახის ურთიერთობა, რაც თავად ობიექტურ-ორიენტირებულ მიდგომას მეტად რთულ სისტემად აქცევს, ამიტომ იგი გაცილებით ნაკლებად გამოიყენება მონაცემების ფენებად ორგანიზაციის ხერხთან შედარებით. [17]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზაში გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტები შეიძლება შემდეგი ტიპითა და განზომილებით იყოს წარმოდგენილი:

წერტილი - ობიექტი, რომელსაც აქვს სივრცეში მდებარეობა, მაგრამ არ გააჩნია სიგრძე (0 განზომილების ობიექტი). წერტილოვანი ობიექტის მაგალითია სათვალთვალო კოშკურა, ჭა, ცალკეული შენობა-ნაგებობა და სხვა ობიექტები, რომელთა აღნიშვნაც საჭიროა, მაგრამ მის ზომები ან ვერ გამოისახება მოცემულ მასშტაბში ან არარელევანტურია.

ხაზი - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე. იგი შედგება ორი ან მეტი წერტილისგან და მათი შემაერთებელი მონაკვეთისგან (1 განზომილებიანი ობიექტი). ხაზოვან ობიექტებად შეიძლება წარმოდგენილი იყო რელიეფის ჰორიზონტალები, ჰიდროგრაფიული ქსელი, საზღვრები, გზები და სხვა ობიექტები, რომელთა ზომები ვერ გამოისახება მოცემულ მასშტაბში ან არარელევანტურია.

პოლიგონი - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე და სიგანე. იგი შემოფარგლულია სულ მცირე სამი ხაზისგან (2 განზომილებიანი

ობიექტი). პოლიგონურ ობიექტებად წარმოდგენილია მიწის ნაკვეთები, წყალსაცავები, მწვანე საფარი და სხვ.

მოცულობითი ფიგურა - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე (ან სიღრმე). იგი შემოფარგლულია სულ მცირე ოთხი 2 განზომილებიანი ობიექტით (3 განზომილებიანი ობიექტი). [5]

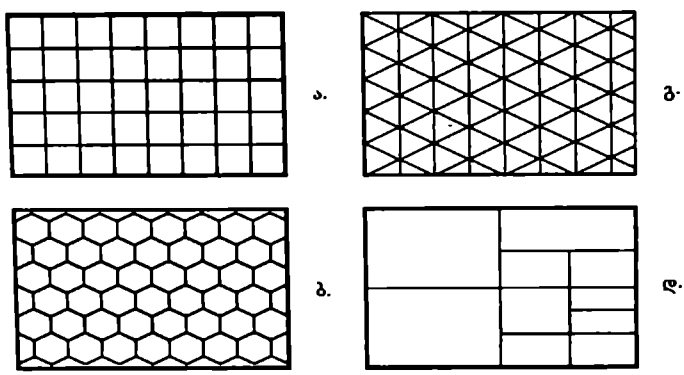
გეოგრაფიული მონაცემების წარმოდგენის ფორმა

გეოინფორმაციულ მონაცემთა ბაზაში გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაცია ზოგადად სხვადასხვა სახით შეიძლება იყოს წარმოდგენილი. მონაცემების წარმოდგენის ფორმა განისაზღვრება მათი ვიზუალური გამოსახვის ხერხის მიხედვით. მაგ. გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების **გრაფიკული წარმოდგენა** გულისხმობს, რომ ობიექტური სინამდვილის საგნები მოცემულია კომპიუტერული გრაფიკის სახით, რომლებიც ტექნიკური საშუალებით გამოისახება ეკრანზე ან შესაძლებელია მათი დაბეჭდვა ქაღალდზე. [12]

გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემაში წარმოდგენილი ინფორმაცია გაცილებით რთულია, ვიდრე სხვა პროგრამული უზრუნველყოფისთვის განკუთვნილი ინფორმაცია. ძირითადი მიზეზი ისაა, რომ უმეტეს შემთხვევაში საჭიროა სივრცით და ატრიბუტულ ინფორმაციას შორის კავშირის დამყარება. გეოგრაფიულ ობიექტებს ახასიათებთ მაღალი ინდივიდუალიზმი, რომელთა ანალიზიც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისთვის მონაცემების დამუშავების მხრივ დამატებით სირთულეებს ქმნის.

თანამედროვე გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში გრაფიკული ინფორმაციის წარმოდგენის შემდეგი ფორმები (მოდელები) გამოიყენება:

- რასტრული მოდელი, რომლიდანაც გამოიყოფა ორი ტიპი:
  - რეგულარულ ქსელზე დაფუძნებული რასტრული გამოსახულება (ერთი ზომის უჯრედები);
  - „კვადროხის“ ტიპის მოდელი (სხვადასხვა ზომის უჯრედები).
- ვექტორული მოდელი, რომლიდანაც გამოიყოფა ასევე ორი ტიპი:
  - ვექტორულ-არატოპოლოგიური, (ობიექტები არ გადმოსცემენ ერთმანეთის მიმართ ურთიერთკავშირს);
  - ვექტორულ-ტოპოლოგიური (ობიექტები ინახებიან ერთმანეთთან ურთიერთკავშირის გათვალისწინებით).
- არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი (ატქ).



ნახ. 7. სხვადასხვა ფორმის უჯრედებით შედგენილი რასტრული გამოსახულების პრინციპული სქემა: ა.-კვადრატი; ბ.-ექვსკუთხედი; გ.-სამკუთხედი; დ.-„კვადროხე“ (QuadTree).

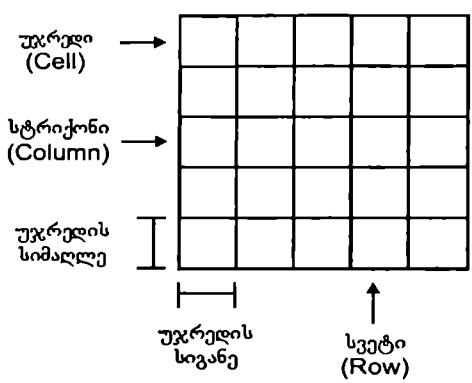
რასტრული მოდელი

მონაცემების რასტრული მოდელით გამოსახული გეოგრაფიული სივრცე წარმოდგენილია კვანტირებული მთლიანი ობიექტის სახით,

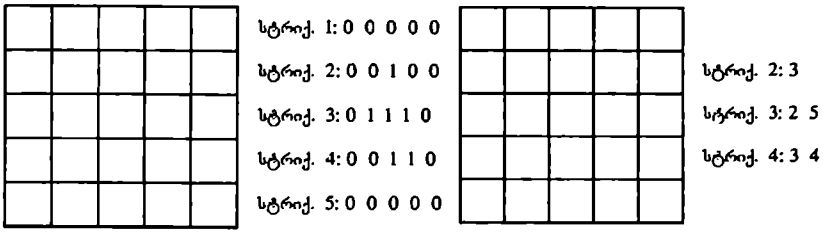
ანუ გამოსახულება დაყოფილია უჯრედებად, რომელნიც აყალიბებენ რეგულარულ ქსელს. **რეგულარულ ქსელს** უწოდებენ სწორი გეომეტრიული ფიგურების (სწორკუთხედების, კვადრატების და სხვ.) ერთობლიობას. რასტრული გამოსახულების თითოეული უჯრედი შეიძლება განსხვავებული იყოს როგორც ზომით, ისე სხვადასხვა მახასიათებლების (ფერი და სხვ. მნიშვნელობა) მხრივ. რასტრული გამოსახულება შეიძლება შედგებოდეს სამკუთხედებისგან ან სხვა მრავალკუთხედებისგან, მაგრამ ყველაზე ხშირად იყენებენ ოთხკუთხედებს, კიდევ უფრო ხშირად კი კვადრატებს.

რასტრულ გამოსახულებაში განასხვავებენ საკუთრივ რასტრულ გამოსახულებას, რომლის შემადგენელ უჯრედებს ერთნაირი ზომა აქვთ და „კვადროხის" ტიპის (Quadtree) რასტრულ გამოსახულებას, რომლის შემადგენელი უჯრედებს სხვადასხვა ზომა აქვთ.

ყველაზე გავრცელებულია თანაბარი ზომის უჯრედების ქსელით წარმოდგენილი რასტრული გამოსახულება. გამოყოფენ უჯრედების ერთობლიობით შექმნილ **სტრიქონებს, სვეტებს** და **ზონებს**. (ნახ. 8, 10)



ნახ. 8. რასტრული გამოსახულების პრინციპული სქემა



ნახ. 9. რასტრის უჯრედების მნიშვნელობების ჩაწერის პრინციპული სქემა: ა.-„უჯრა-უჯრა“ (Cell by Cell); „სერიული სიგრძე“ (Run Lenght).

რასტრულ გამოსახულებას აქვს შემდეგი თვისებები:

გარჩევადობა – რეალური ზედაპირის მინიმალური ხაზოვანი ზომა, რომელიც გამოისახება ერთ უჯრედში. რაც უფრო მაღალი გარჩევადობისაა რასტრი, მით უფრო მცირეა უჯრედის ზომა (ფართობი);

მნიშვნელობა – ინფორმაციის ელემენტი, რომელიც ინახება უჯრედში. სხვადასხვა სისტემაში გამოიყენება უჯრედის სხვადასხვა მნიშვნელობა (მთელი, მეათედი რიცხვი ან ანბანური სიმბოლო). თუმცა გის უმეტესობა იყენებს მხოლოდ მთელ რიცხვებს.

ორიენტაცია – ნამდვილ გეოგრაფიულ ჩრდილოეთსა და რასტრის სვეტებს შორის კუთხე.

ზონა – რასტრის მომიჯნავე უჯრედები, რომელთაც აქვთ ერთნაირი მნიშვნელობა და გამოსახავენ ერთ ობიექტს ან/და მოვლენას.

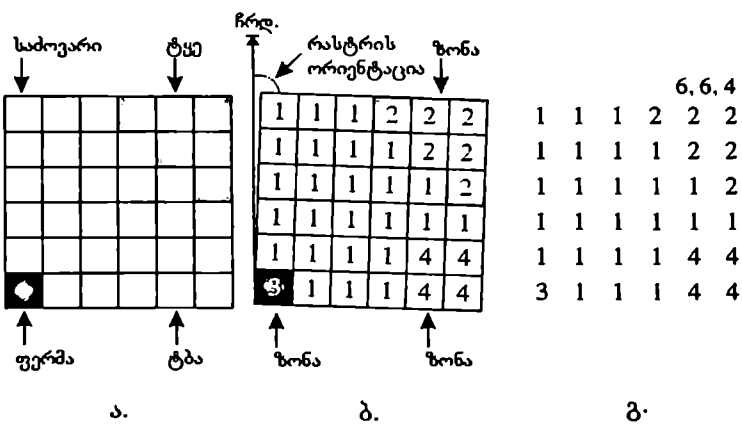
მდებარეობა – ჩვეულებრივ განისაზღვრება წყვილი კოორდინატებით (სვეტის და სტრიქონის ნომერი) რომელიც ცალსახად განსაზღვრავს გამოსახული სივრცის თითოეული ელემენტის მდებარეობას რასტრში. [1]

რასტრულ გამოსახულებებში ობიექტების კოდირებისას გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი. მათ შორის ყველაზე მარტივი ხერხია რასტრის უჯრედის მნიშვნელობების ცალკე ფაილად ჩაწერა.

რასტრის უჯრედების მნიშვნელობების ჩაწერის ორი ხერხი მოცემულია მე-9 ნახაზზე.

მე-10 ნახაზზე წარმოდგენილია ოთხი კატეგორიის ტერიტორია: საძოვარი, ტბა, ტყე და ფერმა. ფაილის სტრუქტურა ამ მაგალითისთვის ნაჩვენებია მე-10 გ. ნახაზზე: პირველ სტრიქონში მითითებული მნიშვნელობები 6, 6, 4 ნიშნავს, რომ გამოსახულება შესდგება 6 სტრიქონისაგან, 6 სვეტისგან და მათში 4 განსხვავებული კატეგორიის ობიექტია.

რასტრული გამოსახულების უპირატესობა გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას მონაცემთა შეგროვების სიმარტივეა. ანალოგიური რუკების და სხვა მასალების სკანირება (უფრო ფართოდ განხილულია ოდნავ ქვემოთ), მზა რასტრული გამოსახულებების მიღება დისტანციური ზონდირების საშუალებებიდან და სხვა წყაროები მნიშვნელოვნად ამცირებს მონაცემების შეგროვების დროს. რასტრული გამოსახულება ასევე ამარტივებს ზედაპირთან დაკავშირებულ ანალიზის ოპერაციებს.



ნახ. 10. რასტრის კოდირების პრინციპული სქემა: ა.–ობიექტის მოდელი; ბ.– უჯრედების მნიშვნელობა; გ. ფაილის სტრუქტურა.

რასტრული გამოსახულების ნაკლია გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების მდებარეობის გადმოცემის და გაზომვების დაბალი სიზუსტე (იხ. X თავი, გვ. 234-235) ასევე თავად გამოსახულების შედარებით დიდი მოცულობა. თანამედროვე კომპიუტერული პროგრესის შედეგად სულ უფრო მეტი მოცულობის მეხსიერებაა ხელმისაწვდომი მომხმარებლისთვის, მაგრამ დიდი რაოდენობის რასტრული გამოსახულების დაგროვების შემთხვევაში საჭირო იქნება დამატებითი ფინანსური რესურსის დახარჯვა შესაბამისი მოცულობის შემნახველი კომპონენტების შეძენისთვის. [17]

ცხრილი 2.

რასტრული მონაცემების გავრცელებული ფორმატები [5]-ის მიხედვით, გვ. 83.

ფორმატის დასახელება	აღწერა
BMP	მრავალმხრივი გამოყენების ორობითი ფორმატი.
TIFF	გამოსახულების მაღალი ხარისხით შენახვის და გაცვლის ფორმატი. უზრუნველყოფს ფერადი (24 ბიტამდე), შავ-თეთრი და რუხის სხვადასხვა გრადაციის გადაცემას. იყენებს მონაცემების სხვადასხვა ტიპის შეკუმშვას გამოსახულების ფოტომეტრიული მახასიათებლების მიხედვით.
GEOTIFF	TIFF გაფართოების ფორმატი სივრცითი მიბმის გამოსახულების გადაცემისთვის, მოიცავს ინფორმაციას საკოორდინატო სისტემის და პროექციის შესახებ, გეომეტრიული კორექციის პარამეტრებს.
JPEG	შეკუმშული BMP ფაილი, შეუძლია 16 მლნ-მდე ფერის გადმოცემა (32 ბიტი). განკუთვნილია გამოსახულების ინტერნეტით გავრცელებისთვის.
PCX	ფერადი გამოსახულება (24 ბიტამდე) არ ინახავს CMYK პალიტრას, ფერის კორექციის ცხრილს ან რუკის გრადაციას.
IMG	მრავალი გის პაკეტის რასტრული ფორმატი (მაგ. EDRAS)
GRID	ESRI-ს მიერ შემუშავებული ფორმატი ზედაპირის მოდელების შექმნისთვის.

ვექტორული მოდელი

გეოგრაფიული მონაცემების წარმოდგენის მეორე, ყველაზე ფართოდ გავრცელებული მოდელია ვექტორული (Vector). **ვექტორების** გამოყენება გულისხმობს, რომ ობიექტი იკავებს სივრცის ნაწილს, უწყვეტია და არა დისკრეტულ უჯრედებად კვანტირებული (როგორც რასტრულის შემთხვევაში). ამიტომ ვექტორული მოდელი გეომეტრიული პრიმიტივების საშუალებით აღწერს მხოლოდ ობიექტის ფორმას, ხოლო სხვა დანარჩენი ინფორმაცია ინახება ცალკე, მონაცემთა (ატრიბუტულ) ბაზაში.

ვექტორულ მოდელში ხაზოვანი ობიექტები იქმნება წყვილი კოორდინატების (x, y) მქონე წერტილების მონაკვეთებით შეერთებით, ხოლო ფართობული ობიექტები - ხაზების ნაკრებით (წყვილი კოორდინატების მქონე წერტილების თანამიმდევრული შეერთებით). ფართობული ობიექტის საწყისი და ბოლო წერტილი ერთიდაიგივეა.

ვექტორული მოდელის გამოყენებით შექმნილი გამოსახულება ძალიან ჰგავს ტრადიციული კარტოგრაფიული მეთოდით მომზადებულ რუკას, ამიტომ იგი უფრო პოპულარულია კარტოგრაფებს შორის. ყველაზე მარტივი ვექტორული სრუქტურა „სპაგეტი მოდელის" სახელითაა ცნობილი. „სპაგეტი მოდელი", მისი ავტორის, „ესრი" (ESRI) დამფუძნებელ დანჯერმონდის (Dangermond) წარმოსახვით, ობიექტური რეალობის სუბიექტური ანასახის მოდელირებას ახორციელებს მაკარონისმაგვარად: თითოეული ნაწილი არის დამოუკიდებელი პრიმიტივი (ძალიან მოკლე - წერტილი, უფრო გრძელი - მონაკვეთი, ნაწილები რომელთაც შეერთებული ბოლოები აქვთ - ტერიტორიის საზღვრები) თითოეული პრიმიტივი ერთი ლოგიკური ჩანაწერია კომპიუტერის მეხსიერებაში. „სპაგეტი მოდელში" მომიჯნავე ობიექტებს არ გააჩნიათ საერთო მონაკვეთები და არ არის აღ-

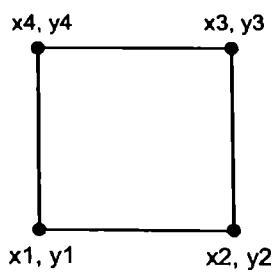
წერილი მათ შორის კავშირის კანონზომიერება. ამ უკანასკნელის გამო გართულებულია ანალიზის განხორციელება. „სპაგეტი მოდელი“ თანამედროვე გეოინფორმატიკაში უფრო ხშირად იმ შემთხვევაში გამოიყენება, როდესაც საჭიროა ტრადიციულ რუკასთან მაქსიმალურად მიახლოებული გამოსახულების შექმნა. [13] [17]

„სპაგეტი მოდელი“, როგორც აღნიშნეთ, ობიექტების გეომეტრიას გამოსახავს უფრო ზუსტად და პრაქტიკულად არ გამოდგება ანალიზისთვის. მისგან განსხვავებით ტოპოლოგიური მოდელი შეიცავს ობიექტებს შორის ურთიერთკავშირის შესახებ ინფორმაციას, ანუ ელექტრონული გამომთვლელი მანქანისთვის (კომპიუტერი) მანქანურ ენაზეა განსაზღვრული გრაფიკულ ობიექტებს შორის კავშირი.

ტოპოლოგიურად დაკავშირებულ ხაზოვანი ობიექტების ნაკრებს ხშირად **ქსელებს** უწოდებენ. მაგ. საგზაო ქსელი შეიცავს ინფორმაციას არა მარტო გზის ტიპის - არამედ შესაძლოა მოცემული იყოს სავალი ნაწილის სიგანე, საფარის ტიპი, მოძრაობის მიმართულება და სხვ. ქსელები იგივენაირად აიგება, როგორც ზოგადად ვექტორული მოდელი, ერთი პრინციპული განსხვავებით: ხაზების შემაერთებელ წყვილი კოორდინატებით წარმოდგენილ წერტილებს კვანძებს უწოდებენ. **კვანძი** (node) ეს არის მონაკვეთების შემაერთებელი წერტილი, რომელიც წყვილი კოორდინატების გარდა შეიცავს ატრიბუტულ ინფორმაციას მასთან დაკავშირებული ობიექტების თვისებების შესახებ. (ასეთი ატრიბუტული ინფორმაციის მაგალითია საგზაო ქსელის შემთხვევაში: მოძრაობის მიმართულება და მოცულობა, გადამკვეთი ქუჩების სახელები და სხვ.) კვანძებს განასხვავებენ ვალენტობის მიხედვით. **კვანძის ვალენტობა** ნიშნავს იმ ხაზოვანი ობიექტების რაოდენობას, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან კვანძთან. ასე მაგ. 1 ვალენტიანია ხაზოვანი ბოლო კვანძი, 3 ვალენტიანი შეიძლება იყოს მდინარეს შენაკადების აღმნიშვნელი კვანძი, ხოლო 4 ვალენტიანი - გზაჯვარედინი. [37]

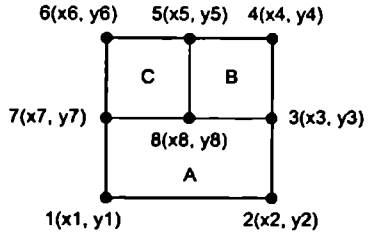
ვექტორული მოდელის გამოყენებით რთული სივრცითი ობიექტების დამუშავების თავს იჩენს მონაცემების სიჭარბე - დაკავშირებული მომიჯნავე პოლიგონების საერთო მონაკვეთების მეხსიერებაში ორჯერ შენახვასთან. მე-11.ა. ნახაზზე მოცემულია პირობითად მიწის ნაკვეთის აღმწერი ვექტორული პოლიგონი, რომელშიც კუთხის წერტილები წყვილი კოორდინატებით არის წარმოდგენილი.

თუ ნაკვეთი გაიყოფა უფრო მცირე ნაწილებად:. A, B და C ნაკვეთებად, მაშინ მათი წარმოდგენა მოხდება სამი მომიჯნავე პოლიგონის სახით. თითოეულ პოლიგონს თავის შემადგენელი გვერდები აქვს, რომელიც ემთხვევა მომიჯნავე პოლიგონის გვერდს ანუ მონაცემები დუბლირებულია. დიდი რაოდენობის ობიექტების შემთხვევაში ეს სერიოზული პრობლემაა. მის გადასაჭრელად გამოიყენება ე.წ. „გრაფები“. **გრაფი** არის ერთმანეთთან დაკავშირებული მრავალი ელემენტი, რომელთა მოსაზღვრე მონაკვეთების გადმოცემა ერთი ხაზის საშუალებით ხდება. მოცემულ ვექტორული მოდელის შემთხვევაში გამოყენებულია წერტილების ნუმერირებული კატალოგი, მათში კოორდინატების



კოორდინატების მნიშვნელობა	
X	Y
x1	y1
x2	y2
x3	y3
x4	y4
x1	y1

ნახ. 11. ა. ვექტორული მონაცემების გამოსახვის პრინციპული სქემა.



წერტილების კატალოგი	
1	x1, y1
2	x2, y2
3	x3, y3
...	...
...	...
...	...
8	x8, y8

პოლიგონების ფაილი	
იდენტიფიკატ.	წერტილი:
ნაკვეთი A	1. 2, 3, 7, 1
ნაკვეთი B	3, 4, 5, 8, 3
ნაკვეთი C	5, 6, 7, 8, 5

ნახ. 11. ბ. ვექტორული მონაცემების გამოსახვის პრინციპული სქემა.

მითითებით, ხოლო ობიექტებს ანიჭებენ წერტილის ნომრებს ამ კატალოგიდან. (ნახ. 11. ბ)

ვექტორული მონაცემების გავრცელებული ფორმატები მოყვანილია მე-3 ცხრილში. მათგან ცალკე აღნიშვნის ღირსია „შეიპ ფაილი" (Shape file) „შეიპ-ფაილი" არის გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის შემნახველი პოპულარული ვექტორული ფორმატი, რომელიც შექმნა კომპანიამ „ესრი" (ESRI) სპეციალურად საკუთარი პროდუქტებს და სხვა გის პროგრამულ უზრუნველყოფას შორის მონაცემთა მოხერხებული გაცვლისთვის. ფორმატი პირველად წარმოდგენილი იყო მე-20 საუკუნის 90-იანი წლებში Arcview GIS მეორე ვერსიისთვის. „შეიპ ფაილს" აქვს საშუალება შეინახოს შემდეგი ტიპის ობიექტები: წერტილები, ხაზოვანი და ფართობული ობიექტები (პოლიგონები). ცალკეულ ფაილში ინახება მხოლოდ ერთი ტიპის ობიექტები. თითოეულ გრაფიკულ ჩანაწერს შეიძლება გააჩნდეს რამდენიმე ატრიბუტული ჩანაწერი. „შეიპ ფაილში"

შეუძლებელია ტოპოლოგიური ინფორმაციის შენახვა. ფორმატის გაფართოებაა *.shp - პოზიციური მონაცემებისთვის, *.shx - სივრცითი მონაცემების ინდექს ფორმებისთვის, *.dbf - ატრიბუტული მონაცემებისთვის და სხვ.

მსოფლიო მასშტაბით „შეიპ ფაილის“ (Shape file) თავის ფართო გავრცელების გამო იგი ფაქტიურად არაოფიციალური სტანდარტია გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს შორის ინფორმაციის გაცვლისთვის.

ცხრილი 3

გავრცელებული ვექტორული ფორმატები
[5]-ის მიხედვით. გვ. 82.

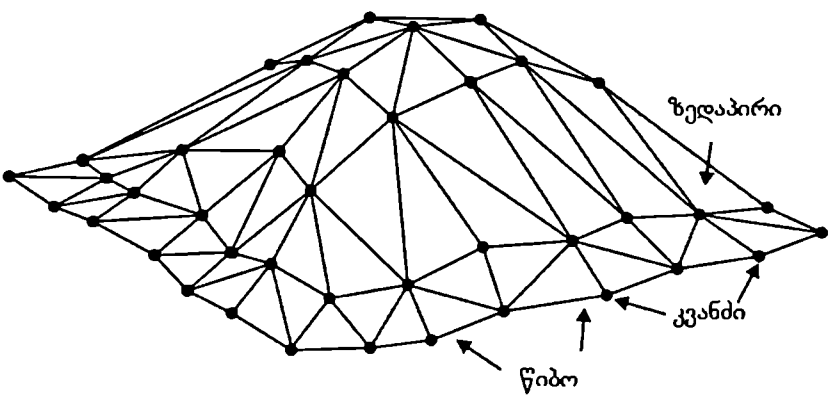
ფორმატის დასახელება	აღწერა
DXF DWG DGN	ავტომატიზირებული პროექტირების სისტემების (CAD) ფორმატი
DX90	სანავიგაციო რუკების ფორმატი
DLG	აშშ-ს გეოლოგიური აგეგმვის ფორმატი
DWF	გრაფიკული მონაცემების ინტერნეტით გადაცემის ფორმატი
GEN	გის პაკეტ ARC/INFO გაცვლითი ფორმატი.
SHP	გის პაკეტ ARCVIEW მონაცემების ფორმატი.
TAB	გის-ის MapInfo ფორმატი. აღწერს მონაცემებს სხვადასხვა გაფართოებით *.tab - ცხრილების სტუქტურის ასაღნერად; *.dat - ცხრილური მონაცემები; *.map -გრაფიკული ობიექტები; *.ID - ინდექსების ცხრილი
MIF/MID	გის-ის MapInfo გაცვლითი ფორმატი.
HPGL	პრინტერზე ან გრაფომგებზე ბეჭდვისთვის განკუთვნილი ფორმატი.

არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი

რასტრული და ვექტორული მოდელები გამოიყენება 2 განზომილებიანი სივრცის აღსაწერად. მაგრამ ზოგჯერ საჭიროა ისეთი ინფორმაციის გადმოცემა, რომლისთვისაც სამგანზომილებიანი მოდელს იყენებენ. რასტრის შემთხვევაში დისკრეტულ მო-

ნაცემს, უჯრედს, ენიჭება დამატებითი ატრიბუტი (Z), რომლის საშუალებითაც რასტრული გამოსახულებისთვის განისაზღვრება წერტილის სიმაღლე (სიღრმე).

რადგან ვექტორულ მოდელში გამოსახულება უწყვეტია ანუ არ არის კვანტირებული, მესამე განზომილების მისამატებლად ტრიანგულაციის ხერხს მიმართავენ. ტრიანგულაცია გეოდეზიის ტრადიციული მეთოდია და ზედაპირის მომიჯნავე სამკუთხედებით წარმოდგენას გულისხმობს. სამკუთხედის შემადგენელი კვანძებს ენიჭება სიმაღლის მნიშვნელობა. ასეთნაირად წარმოდგენილ სამგანზომილებიან გამოსახულებას **არარეგულარულ ტრიანგულაციურ ქსელს** (ატქ, TIN - Triangulated Irregular Network) უწოდებენ. ამასთან ხაზგასმელია, რომ წერტილები შეიძლება განლაგებული იყოს როგორც რეგულარულად, ისე არარეგულარულად. უფრო დეტალურად სამგანზომილებიანი მოდელები განხილულია ქვეთავში „რელიეფის ციფრული მოდელირება“ (გვ. 248).



ნახ. 12. არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელის პრინციპული სქემა.

გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები და მათი წარმოდგენის ფორმა
(რეზიუმე)

გეოინფორმატიკაში გეოგრაფიულ ობიექტებს აქვთ სამი ძირითადი მახასიათებელი: **1. სივრცითი მახასიათებელი** განსაზღვრავს ობიექტის მდებარეობას რომელიმე საკოორდინატო სისტემის მიმართ. ძირითადი მოთხოვნა სივრცითი მონაცემების მიმართ არის სიზუსტე. **2. დროითი მახასიათებელი** განსაზღვრავს ობიექტის კვლევის დროს და ზოგჯერ აჩვენებს ობიექტის თვისებების ცვალებადობის დამოკიდებულებას დროზე. ძირითადი მოთხოვნა დროის მიმართ აქტუალობაა. **3. თემატური მახასიათებელი** აღწერს ობიექტის დანარჩენ იმ თვისებებს, რომლებიც სივრცით და დროით ნაწილს არ მიეკუთვნებიან. ძირითადი მოთხოვნა თემატური მახასიათებლების მიმართ არის სისრულე.

გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის შეგროვება განსხვავებული ტექნოლოგებით ხდება. შესაბამისად ისინი ერთმანეთისგან ფორმატით განსხვავდება. კომპიუტერული დამუშავებისთვის მონაცემების კოდირების ხერხს **ფორმატს** უწოდებენ. როგორც წესი, ერთი ფორმატიდან მეორეში გადაყვანა გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით უპრობლემოდ ხდება, მაგრამ ზოგჯერ სპეციალური **კონვერტორის** გამოყენებაა საჭირო.

მონაცემები სხვა მახასიათებლების მიხედვითაც განსხვავდება. სხვადასხვა სახის და სტრუქტურის მონაცემებიდან ერთიანი ინფორმაციული მოდელის შექმნის პროცესს **უნიფიკაციას**, ხოლო თავად ასეთ მონაცემებს - **უნიფიცირებულს** უწოდებენ.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზისთვის გამიზნული მონაცემები ორ ტიპად იყოფა: **პირველად მონაცემებს** უწოდებენ საკვლევ ობიექტზე უშუალო დაკვირვებით ან/და გაზომვებით მიღებულ მონაცემებს. ხოლო **მეორადი მონაცემები -**

არის მონაცემები, მიღებული პირველადი ინფორმაციის დამუშავების შედეგად.

თანამედროვე გეოგრაფიულ ინფორმაციული სისტემებში გეოგრაფიული სივრცითი მონაცემების წარმოდგენის ორი ძირითადი პრინციპი არსებობს: 1. **თემატური ფენა** არის ერთი ტიპის სივრცითი ობიექტების ნაკრები, რომელიც მიეკუთვნება ერთ თემას, ერთ რაიმე ტერიტორიას და ერთ საკოორდინატო სისტემას, 2. მონაცემების **ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომის** პრინციპი გულისხმობს მონაცემების გაერთიანებას არა მათი ტიპის, არამედ კლასიფიკაციის რაიმე რთული იერარქიული სისტემის მიხედვით. თავად გეოგრაფიული ობიექტები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს შემდეგი სახით და ფორმით: **წერტილი** - ობიექტი, რომელსაც აქვს სივრცეში მდებარეობა, მაგრამ არ გააჩნია სიგრძე, **ხაზი** - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე. შედგება ორი ან მეტი წერტილისგან და მათი შემაერთებელი მონაკვეთისგან, **პოლიგონი** - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე და სიგანე. იგი შემოფარგლულია სულ მცირე სამი ხაზისგან. **მოცულობითი ფიგურა** - ობიექტი, რომელსაც აქვს სიგრძე, სიგანე და სიმაღლე (ან სიღრმე).

გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების **გრაფიკული წარმოდგენა** გულისხმობს, რომ ობიექტური სინამდვილის საგნები გამოსახულია კომპიუტერული გრაფიკის სახით, რომლებიც ტექნიკური საშუალებით გამოისახება ეკრანზე ან შესაძლებელია მათი დაბეჭდვა ქაღალდზე. თანამედროვე გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში გრაფიკული ინფორმაციის წარმოდგენის შემდეგი ფორმები (მოდელები) გამოიყენება:

მონაცემების **რასტრული მოდელით** გამოსახული გეოგრაფიული სივრცე წარმოდგენილია კვანტირებული მთლიანი ობიექტის სახით, ანუ გამოსახულება დაყოფილია უჯრედებად, რომელნიც აყალიბებენ რეგულარულ ქსელს. **რეგულარულ ქსელს** უწოდებენ

სწორი გეომეტრიული ფიგურების (სწორკუთხედების, კვადრატების და სხვ.) ერთობლიობას. რასტრული გამოსახულების თითოეული უჯრედი შეიძლება განსხვავებული იყოს როგორც ზომით, ისე სხვადასხვა მახასიათებლების (ფერი და სხვ. მნიშვნელობა) მხრივ. რასტრული გამოსახულება შეიძლება შედგებოდეს სამკუთხედებისგან ან სხვა მრავალკუთხედებისგან, მაგრამ ყველაზე ხშირად იყენებენ ოთხკუთხედებს და კიდევ უფრო ხშირად კვადრატებს. რასტრულ გამოსახულებას ახასიათებს შემდეგი თვისებები: **გარჩევადობა, მნიშვნელობა, ორიენტაცია, ზონა და მდებარეობა.**

რასტრული გამოსახულების უპირატესობა გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას მონაცემთა შეგროვების სიმარტივეა, ნაკლი - გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების მდებარეობის გადმოცემის და გაზომვების დაბალი სიზუსტე.

ვექტორულ მოდელში ხაზოვანი ობიექტები იქმნება წყვილი კოორდინატების (x, y) მქონე წერტილების მონაკვეთების შეერთებით, ხოლო ფართობული ობიექტები - ხაზების ნაკრებით: წყვილი კოორდინატების მქონე წერტილების თანამიმდევრობით შეერთებით. ყველაზე მარტივი ვექტორული სტრუქტურა „სპაგეტი მოდელია“ იგი ობიექტური რეალობის სუბიექტური ანასახის მოდელირებას ახორციელებს წარმოსახვითი მაკარონის ნაწილებით: თითოეული ნაწილი არის დამოუკიდებელი პრიმიტივი (ძალიან მოკლე - წერტილი, უფრო გრძელი - მონაკვეთი, ნაწილები რომელთაც შეერთებული ბოლოები აქვთ - ტერიტორიის საზღვრები). თითოეული მათგანი ერთი ლოგიკური ჩანაწერია კომპიუტერის მეხსიერებაში. „სპაგეტი მოდელში“ მომიჯნავე ობიექტებს არ გააჩნიათ საერთო მონაკვეთები და არ არის აღწერილი მათ შორის კავშირის კანონზომიერება. ამ უკანასკნელის გამო გართულებულია ანალიზის განხორციელება. „სპაგეტი მოდელი“ თანამედროვე გეოინფორმატიკაში უფრო ხშირად იმ შემთხვევაში გამოიყენება,

როდესაც საჭიროა ტრადიციულ რუკასთან მაქსიმალურად მიახლოებული გამოსახულების შექმნა. მისგან განსხვავებით **ტოპოლოგიური მოდელი** შეიცავს ობიექტებს შორის ურთიერთკავშირის შესახებ ინფორმაციას, ანუ ელექტრონული გამომთვლელი მანქანისთვის (კომპიუტერი) მანქანურ ენაზეა განსაზღვრული გრაფიკულ ობიექტებს შორის კავშირი.

ტოპოლოგიურად დაკავშირებულ ხაზოვანი ობიექტების ნაკრებს ხშირად **ქსელებს** უწოდებენ. ქსელის ხაზების შემაერთებელ წყვილი კოორდინატებით წარმოდგენილ წერტილებს კვანძებს უწოდებენ. **კვანძი** (node) ეს არის მონაკვეთების შემაერთებელი წერტილი, რომელიც წყვილი კოორდინატების გარდა შეიცავს ატრიბუტულ ინფორმაციას მასთან დაკავშირებული ობიექტების თვისებების შესახებ. **კვანძის ვალენტობა** ნიშნავს იმ ხაზოვანი ობიექტების რაოდენობას, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან კვანძთან. ვექტორული მოდელის უპირატესობაა გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების უფრო ზუსტად გამოსახვა, ნაკლი - მონაცემების სიჭარბე.

არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი არის არაურთიერთგადამკვეთი სამკუთხედებით წარმოდგენილი სამგანზომილებიანი გამოსახულება, რომლის წერტილები შეიძლება განლაგებული იყოს როგორც რეგულარულად, ისე არარეგულარულად.

საკონტროლო შეკითხვები IV თავისთვის

- რას განსაზღვრავს სივრცითი მახასიათებელი გეოინფორმატიკაში და რა ძირითადი მოთხოვნაა მის მიმართ?
- რას განსაზღვრავს დროითი მახასიათებელი გეოინფორმატიკაში და რა ძირითადი მოთხოვნაა მის მიმართ?
- რას განსაზღვრავს თემატური მახასიათებელი გეოინფორმატიკაში და რა ძირითადი მოთხოვნაა მის მიმართ?

- რა არის ფორმატი და რა მიზეზითაა გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები განსხვავებული?
- რას ნიშნავს უნიფიკაცია და როგორ მონაცემებს უწოდებენ უნიფიცირებულს?
- რა პრინციპული განსხვავებაა პირველად და მეორეულ მონაცემებს შორის?
- რას ნიშნავს ობიექტების გრაფიკული წარმოდგენა გეოინფორმატიკაში?
- ჩამოთვალეთ გრაფიკული ინფორმაციის წარმოდგენის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ფორმები (მოდელები).
- როგორი სახითაა გეოგრაფიული ობიექტები წარმოდგენილი მონაცემების რასტრული ხერხით გამოსახვისას?
- რას ნიშნავს რეგულარული ქსელი რასტრულ მოდელთან მიმართებაში?
- ჩამოთვალეთ და მოკლედ აღწერეთ რასტრული გამოსახულების თვისებები.
- რა უპირატესობა და ნაკლი აქვს რასტრულ გამოსახულებას?
- როგორაა წარმოდგენილი გეოგრაფიული ობიექტები ვექტორულ მოდელში?
- რას ნიშნავს „სპაგეტი მოდელი“, რა ძირითადი უპირატესობა და ნაკლი აქვს მას?
- რა პრინციპული განსხვავებაა „სპაგეტი მოდელსა“ და ტოპოლოგიურ მოდელს შორის?
- რას უწოდებენ ქსელებს გეოინფორმატიკაში?
- რა არის კვანძი და კვანძის ვალენტობა?
- რა უპირატესობა და რა ნაკლი აქვს ვექტორულ მოდელს?
- რა ხერხითაა სამგანზომილებიანი მოდელი წარმოდგენილი რასტრულ გამოსახულების შემთხვევაში?

- რას ნიშნავს ტრიანგულია?
- როგორია არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელის აგების პრინციპი?

V თავი. მონაცემების ძირითადი წყაროები და მათი შეგროვება

რუკები

დედამიწის სფერული ფორმიდან გამომდინარე, მის ზედაპირზე მდებარე ობიექტების შემცირებული მასშტაბით გადმოცემის ყველაზე საუკეთესო ხერხი გლობუსია. გლობუსის საშუალებით თვალნათელი ხდება გეოგრაფიული ობიექტების ზუსტი ურთიერთგანლაგება დედამიწის ფორმის გათვალისწინებით და მათ შორის არსებული კავშირები. თუმცა დეტალური კვლევებისას გლობუსის გამოყენება შეუძლებელია. მიზეზებიდან უპირველესად უნდა აღინიშნოს მასშტაბის სიმცირე: მაგალითად საქართველოს ტერიტორიის 1:1 000 000 მასშტაბით გამოსახვისთვის საჭირო იქნებოდა 12,7 მ. დიამეტრის გლობუსის დამზადება. [32] ამ ზომის მასალასთან მუშაობა პრაქტიკული გამოყენებისთვის ძალიან რთულია, ხოლო მისი თან ტარება - პრაქტიკულად წარმოუდგენელი. გამოსავალი ასეთ შემთხვევაში ორგანზომილებიანი, ქაღალდზე გადატანილი გეოგრაფიული გამოსახულების, რუკის გამოყენებაა.

გეოგრაფიული **რუკა** ჩვენი პლანეტის - დედამიწის - სინამდვილეში არსებული საგნებისა და მოვლენების სუბიექტური გამოსახულებაა, რომელიც სპეციფიკური საშუალებით - **რუკის ენით** აისახება სიბრტყეზე. [38] სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, რუკით ხდება ნებისმიერი მოცულობის გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის კომპაქტურად შენახვა და გადმოცემა. მისი საშუალებით შესაძლებელია გეოგრაფიული სივრცის და ობიექტების შესწავლა, მათი ურთიერთკავშირის, თავისებურებების, კანონზომიერების და სხვა მახასიათებლების მიხედვით - მთლიანად პლანეტის მასშტაბიდან მცირე დასახლებული პუნქტის დონემდე.

კაცობრიობის განვითარების მთელი პერიოდის მანძილზე რუკას უდიდესი პრაქტიკული მნიშვნელობა ჰქონდა. რუკები გამოიყენებოდა და ეხლაც გამოიყენება ორიენტაციისა და გადაადგილებისთვის ხმელეთზე და წყალზე, მიმართულებების და მდებარეობის ზუსტად განსაზღვრის, ტერიტორიის შესწავლისთვის, სასწავლო მიზნებით, საინჟინრო-საძიებო დანიშნულებით. ცალკე აღსანიშნავია რუკების როლი ქვეყნის თავდაცვის უნარიანობის უზრუნველყოფაში.

რუკების მნიშვნელობა გაცილებით გაიზარდა გეოგრაფიასა და კარტოგრაფიაში მოდელირების მეთოდების ფართოდ დანერგვის შემდეგ. მოდელირების საშუალებით რუკები არა მარტო გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების მდებარეობას და სხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებს გადმოსცემენ, არამედ სხვადასხვა ბუნებრივი თუ საზოგადოებრივი პროცესის შესწავლის და პროგნოზირების მძლავრ საშუალებად გადაიქცნენ.

მოკლედ რომ ვთქვათ, რუკა გეოგრაფიის ძირითადი ენაა. შესაბამისად მას გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემისთვისაც საკვანძო მნიშვნელობა ენიჭება. როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები არის გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების შეგროვების შენახვის, ანალიზის და გამოსახვის საშუალება. თითოეული ეს კომპონენტი გეოინფორმაციული სისტემების გაჩენამდე ანუ მეოცე საუკუნის მეორე ნახევრამდე გაცილებით ადრე არსებობდა და რუკის საშუალებით გადმოიცემოდა. შესაბამისად რუკაა გის-ის მთავარი კომპონენტი. უფრო მეტიც, ზოგიერთი სპეციალისტი გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს რუკებზე დაფუძნებულ ინფორმაციულ სისტემებს უწოდებს. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით განხორციელებული ნებისმიერი ქმედების საბოლოო შედეგი უმეტეს შემთხვევაში რუკის სახით არის წარმოდგენილი. ამიტომ

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მომხმარებლისთვის აუცილებელია რუკის და მისი ყველა თვისების სრულფასოვანი ცოდნა მონაცემების კორექტული ინტერპრეტაციის, დამუშავებისა და ანალიზისთვის.

რუკათა კლასიფიკაცია

რუკების რაოდენობა, მათი მრავალ სფეროში ინტესიური გამოყენების გამო სულ უფრო მატულობს და დღემდე უამრავი რაოდენობა დაგროვდა. ამიტომ საჭირო გახდა მათი მოწესრიგება გარკვეული ნიშნების მიხედვით. კარტოგრაფიაში რუკათა კლასიფიკაცია ხდება:

- **მასშტაბის მიხედვით:**
  - გეგმები (1:5000 და უფრო მსხვილი);
  - მსხვილმასშტაბიანი (1:10 000 – 1: 200 000);
  - საშუალომასშტაბიანი (1:200 000 – 1: 1 000 000);
  - წვრილმასშტაბიანი (1: 1 000 000-ზე წვრილი).

მასშტაბის მიხედვით ხდება ზოგადგეოგრაფიული რუკების დამატებითი კლასიფიკაცია: 1:100 000 და უფრო მსხვილი მასშტაბის ზოგადგეოგრაფიულ რუკას **ტოპოგრაფიულს** უწოდებენ, 1:200 000-1:1 000 000 - **სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიულს**, ხოლო 1:1 000 000-ზე უფრო წვრილს - **სამიმოხილვოს.**[1]

- **შინაარსის მიხედვით:**
  - ზოგადგეოგრაფიული რუკები;
  - თემატური რუკები;
  - სპეციალური რუკები;
- **ტერიტორიის მომცველობის** მიხედვით:
  - მზის სისტემის;
  - პლანეტების;

1 სხვა ქვეყნებში გავრცელებულია რამდენადმე განსხვავებული კლასიფიკაცია. საილუსტრაციოდ იხილეთ დანართი (გვ. 294)

- ნახევარსფეროების;
- კონტინენტების და ოკეანეების;
- ქვეყნების;
- ადმინისტრაციული და სამხარეო დაყოფის;
- სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო რაიონების;
- ცალკეული ტერიტორიების (კურორტები, ნაკრძალები, სხვ.);
- სხვა.

განსაკუთრებით რთული საკითხია თემატური რუკების კლასიფიკაცია. **თემატური რუკები** გამოსახავენ ყველა მომიჯნავე დარგების თემატიკას, რომელთაც ემსახურება თემატური კარტოგრაფია. გარდა ტრადიციული გეოგრაფიული ერთეულებისა (ლითოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო, პედოსფერო და ბიოსფერო) თანამედროვე ეპოქაში ჩნდება საზოგადოებრივი ინტერესების ახალი თემები, რომელთა გამოსახვაც ხდება თემატური რუკების სახით. თემატური რუკების კლასიფიკაციის სქემა ღიაა და ყოველი ახალი თემატიკა ემატება საკლასიფიკაციო ნუსხას [1] თემატური რუკების კლასიფიკაციას სხვადასხვა ავტორი სხვადასხვანაირად ახდენს. ერთ-ერთი ასეთ ნიმუში მოყვანილია დანართში. (გვ. 295)

სპეციალური ანუ გარკვეული ტექნიკური ამოცანის გადასაჭრელად ან მომხმარებელთა გარკვეული წრისთვის განკუთვნილი რუკების კლასიფიკაცია შემდეგნაირია:

- **სანავიგაციო რუკები:**
  - აერო- და კოსმოსური სანავიგაციო;
  - საზღვაო-სანავიგაციო;
  - ლოცმანების;
  - საგზაო.
- **საკადასტრო რუკები:**
  - მიწის კადასტრის;

- წყლის კადასტრის;
- საქალაქო კადასტრის
- სატყეო კადასტრის.

- **ტექნიკური რუკები:**
  - მიწისქვეშა კომუნიკაციების;
  - საინჟინრო-სამშენებლო.
- **საპროექტო რუკები:**
  - სამელიორაციო;
  - ტყეთმოწყობის;
  - მიწათმოწყობის. [9]

ჩამოთვლილი რუკების გარდა მნიშვნელოვანია შემდეგი კარტოგრაფიული გამოსახულებანი:

ატლასები – რუკების სისტემატური ნაკრები, შესრულებული ერთიანი პროგრამის მიხედვით, როგორც ერთი მთლიანი ნაწარმოები. ატლასში რუკები თემატურად ურთიერთდაკავშირებული, ურთიერთშეთანხმებული და ურთიერთშემავსებელია. რუკები, რომლებიც შეადგენენ ატლასს, სპეციალურად არის შექმნილი შედარებისთვის და ერთობლივი ანალიზისთვის. ატლასების კლასიფიკაცია ხდება სივრცითი მომცველობის, დანიშნულების, ფორმატის და სხვ. ნიშნების მიხედვით. ატლასები გამოიცემა წიგნის ან ალბომის სახით, აკინძული, საქაღალდებში ან ყუთში მოთავსებული ცალ-ცალკე ფურცლებად. ატლასებს ხშირად ახლავს განმარტებითი ტექსტები, საძიებო მასალა, გრაფიკები, ფოტოგრაფიები და სხვ.

ბლოკ-დიაგრამები – სამგანზომილებიანი ბრტყელი კარტოგრაფიული გამოსახულება, რომელიც ითავსებს რაიმე ზედაპირის გამოსახულებას, გრძივი და განივი ვერტიკალური კვეთებით. ბლოკ-დიაგრამის დანიშნულებაა გადმოსცეს ძირითადი მორფოლოგიური თავისებურებები მისი განვითარების გარკვეულ

ეტაპზე და მომხმარებელს უქმნის წარმოდგენას გეოლოგიური აღნაგობასა და სტრუქტურაზე.

რელიეფური რუკები – რომლებიც გარემოს გამოსახავენ მოცულობითი, სამგანზომილებიანი გამოსახულებით. ხშირად, უფრო მეტი თვალსაჩინოებისთვის, ვერტიკალური მასშტაბი რამდენჯერმე გადაჭარბებულია ჰორიზონტალურთან შედარებით. რელიეფურ რუკებში მთელი შინაარსი გადმოცემულია ჩვეულებრივი პირობითი ნიშნებით.

ფოტორუკები – ფოტორუკებს უწოდებენ ისეთ რუკებს, რომელზეც კარტოგრაფიული გამოსახულება შეთავსებულია ფოტოგამოსახულებასთან. ფოტორუკის დამზადებისთვის ფოტოგეგმებს უთავსებენ კარტოგრაფიული გამოსახულების ცალკეულ ელემენტებს (საკოორდინატო ბადეს, ჰორიზონტალებს, წარწერებს და აშ) ან თემატურ შინაარსს (გეოლოგიური აგებულება, ლანდშაფტი და ა.შ.). ფოტორუკები იქმნება ჩვეულებრივი რუკების პროექციაში, აქვთ მათნაირი საფუძველი და სიზუსტე. ამის გამო ფოტორუკაში გარემოს დეტალური სურათის უპირატესობა გაერთიანებულია რუკის ტრადიციულ, განზოგადებულ გამოსახულებასთან, რაც ძალიან მოსახერხებელია ადგილზე ორიენტაციის, სამეცნიერო გამოკვლევების, საინჟინრო და საინჟინრო-საპროექტო სამუშაობის დროს. ზოგჯერ ასეთ რუკებს **ორთოფოტორუკებს** უწოდებენ. რითაც ხაზს უსვამენ, რომ ასეთი რუკის შედგენისას გამოყენებულია პროექციაში მოქცეული ფოტოგამოსახულება. თუ ფოტოსაფუძვლად გამოყენებულია კოსმოსური სურათი, მაშინ რუკას **კოსმოფოტორუკასაც** უწოდებენ.

რუკები-მიკროფირები–რუკისანსხვაკარტოგრაფიულინანარმოებების მინი ფოტო ან ვიდეო ასლი. რუკა-მიკროფირებს ხშირად იყენებენ დიდი მოცულობის რუკების კომპაქტურად შესანახად. რუკები-მიკროფირების საშუალებით მოხერხებულად ინახავენ

ორიგინალი რუკების (განსაკუთრებით იშვიათი და ძველი) ასლებს, კარტოგრაფიულ საწარმოებში, ბიბლიოთეკებში და სხვა ისეთ დაწესებულებებში, სადაც საჭიროა რუკების სწრაფად მონახვა და დემონსტრაცია. აღსანიშნავია, რომ რუკები-მიკროფირების გადატანა იოლად ხდება კომპიუტერული ტექნიკის მეხსიერებაში.

ანაგლიფური რუკები (ანაგლიფები) – რუკები, რომლებიც იბეჭდება ორი ურთიერთშემავსებელი ფერებიანი გამოსახულებით, ისეთნაირად, რომ ორივე მათგანმა შეადგინოს ერთი სტერეოწყვილი. ასეთ რუკებს ათვალიერებენ სპეციალური (სლენგზე 3d) სათვალეებით. მისი დახმარებით მომხმარებელი ხედავს სამგანზომილებიან მოცულობით გამოსახულებას. არსებობს კომპიუტერული გრაფიკის მეთოდები, რომელთა დახმარებითაც ასეთი გამოსახულების ჩვენება ხდება ეკრანზე.

ციფრული რუკები – ასეთ რუკებზე ობიექტების ციფრული მოდელი მიღებულია, ან საწყისი ზოგადგეოგრაფიული, ან თემატური რუკების აციფვრით, ან უშუალოდ სტერეოფოტოგრამმეტრიულ მოდელზე გაზომვებით. ციფრულ რუკებს ინახავენ სხვადასხვა ტექნიკურ შემნახავ მოწყობილობებზე; პრაქტიკულად წარმოადგენს კარტოგრაფიული გამოსახულების ლოგიკურ-მათემატიკურ აღწერას. ციფრული რუკის ძირითადი დანიშნულებაა რუკის მონაცემთა ბაზის შედგენის, ანალიზის და სხვ. ინფორმაციული უზრუნველყოფა.

ელექტრონული რუკები – ციფრული რუკები, რომლის ვიზუალიზაციაც ხდება კომპიუტერულ გარემოში, შესაბამისი პროგრამული და ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით სათანადო პროექციაში, პირობებითი ნიშნების და გაფორმების წესის გათვალისწინებით. ელექტრონულ რუკების პარალელურად არსებობს ელექტრონული ატლასები, ჩვეულებრივი ატლასების კომპიუტერული

ანალოგი. ტელეკომუნიკაციის განვითარების პარალელურად მზარდი მიმართულებაა ინტერნეტ-რუკები და ინტერნეტ-ატლასები.

კარტოგრაფიული ანიმაცია – ელექტრონული რუკების დინამიური თანამიმდევრობა, რომელიც ქმნის გამოსახული ობიექტების და მოვლენების დროსა და სივრცეში ცვალებად დინამიკურ გამოსახულებას (მაგ. ატმოსფერული ფრონტის ცვალებადობა და სხვ.). ანიმაცია შეიძლება იყოს ბრტყელი (2 განზომილებიანი) ან მოცულობითი (3 განზომილებიანი). ამ უკანასკნელის გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია რეალური სამყაროს ობიექტების სრული ილუზიის შექმნა. ასეთ რუკებს ზოგჯერ **ვირტუალურ რუკებსაც** უწოდებენ.

რუკების გამოყენება გის მონაცემთა ბაზაში

რუკები გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზებისთვის უპირველესი წყაროა. გეოინფორმატიკის თვალსაზრისით რუკა წარმოადგენს ობიექტური სინამდვილის საგნების და მოვლენების ხატოვან-ნიშნოვან გეოინფორმაციულ მოდელს. გის მონაცემთა ბაზის ფორმირებისთვის ხაზგასასმელია ზოგადგეოგრაფიული რუკები და ატლასები. ტოპოგრაფიულ რუკებს ხშირად იყენებენ საკოორდინატო საფუძვლის შედგენის, პროექციის შერჩევის, თემატური მონაცემების სივრცითი მიბმისთვის, რელიეფის, ჰიდროგრაფიის, დასახლებული პუნქტების, გზების, ადმინისტრაციული ერთეულების და სხვ. გამოყოფისთვის. რაც შეეხება ატლასებს: მათი უპირატესობა სხვა წყაროებთან შედარებით სივრცითი ინფორმაციის სისტემატიზირებულად და კომპლექსურად გადმოცემაა. უფრო მეტიც, კომპლექსურ ატლასებს ზოგი „ქაღალდის გის“ უწოდებს. [5]

ანალოგური (ქაღალდის) რუკა მონაცემთა ბაზების ძირითად წყაროდ რჩება საქართველოში. განვითარებულ ქვეყნებში მათი

გამოყენების წილი შემცირებულია. ოღონდ არა იმ მიზეზით, რომ ქაღალდის რუკებმა დაკარგეს თავიანთი აქტუალობა. უბრალოდ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ფართო და გაცილებით ადრე გავრცელების გამო მრავალი რუკა უკვე ტრანსფორმირებულია გის მონაცემთა ბაზებისთვის მოხერხებულ ციფრულ ფორმატში. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მათ უკვე გავლილი აქვთ ქაღალდის რუკების ციფრულ ფორმატში გადაყვანის პროცესის დიდი ნაწილი. რუკის ციფრული ანალოგების შექმნა (რუკების აციფვრა) საქართველოში ინტენსიურად ახლა მიმდინარეობს.

გეოინფორმატიკაში ქაღალდის (ანალოგიური) რუკების გამოყენებისთვის საჭიროა მათი ციფრულ ფორმატში გადაყვანა. რუკის ციფრული ვერსიის მომზადებას სლენგზე „აციფვრას" უწოდებენ. რუკების აციფვრა – შედარებით იაფი ხერხია ციფრული ინფორმაციის მისაღებად. ამასთან ერთად იგი არ მოითხოვს დიდ დროით დანახარჯებს სხვა მეთოდოლოგიებთან შედარებით.

რუკების აციფვრისთვის გამოიყენება დიგიტაიზერი (digitizer) და სკანერი (scanner). **დიგიტაიზერი** წარმოადგენს რუკის დასამაგრებელ მაგიდას, რომელთანაც მიერთებულია სტანდარტული მანიპულატორის („თაგვი" „მაუსი") მსგავსი კურსორი. კურსორს ჩვეულებრივ გააჩნია გამჭვირვალე პლასტიკზე გამოსახული ჯვარედინი ნიშნული, რომელიც საშუალებას აძლევს ოპერატორს უფრო ზუსტად გადააადგილოს იგი რუკაზე. კურსორზე მოთავსებული ღილაკებით უთითებენ ხაზის ან სხვა ობიექტის აციფვრის დაწყება-დასრულებას.

დიგიტაიზერები განსხვავდებიან თავიანთი ზომებით და გარჩევადობის შესაძლებლობებით, რომელიც ჩვეულებრივ შეადგენს 0.025 მმ-ს. შედარებით ძვირადღირებულ ავტომატურ დიგიტაიზერებს გააჩნიათ კომპაქტ-დისკების წამკითხი მოწყობილობის მსგავსი თავაკი. ამ თავაკს აფიქსირებენ ასაციფრი ხაზის

საწყის წერტილში, რის შემდეგაც მოწყობილობა თავად ახდენს ობიექტის ციფრულ ფორმატში გადაყვანას. დასახელების მიუხედავად აუტომატურ დიგიტაიზერებს მაინც სჭირდება ოპერატორის მომსახურება, რადგან ყოველი ახალი ობიექტის საწყისი წერტილი ხელით უნდა მიეთითოს. გარდა ამისა, მოწყობილობა შეცდომებს უშვებს რთული რუკების ან დაბალი გარჩევადობის წყაროებს დამუშავებისას.

ბოლო დროს დიგიტაიზერების როლი თანდათან შემცირდა სკანერებისა და მზა ციფრული მონაცემების სულ უფრო მზარდი გამოყენების გამო.

რუკების ციფრულ ფორმატში გადაყვანის უფრო ფართოდ გავრცელებული ხერხია სკანერის გამოყენება მიღებული მონაცემების შემდგომი ვექტორიზაციით. **სკანერს** უწოდებენ მოწყობილობას, რომლითაც შესაძლებელია გამოსახულების ანალოგურიდან ციფრულ გამოსახულებად გარდაქმნა და კომპიუტერის მეხსიერებაში განთავსება. სკანერის გამოყენებით შეიძლება გაკეთდეს დიდი რაოდენობის რუკების ციფრულ ფორმატში გადაყვანა შედარებით მოკლე დროში. ამასთან მისი ღირებულება ტოლი იქნება სხვა ხერხებით აციფვრისა.

სკანერები იყოფა ხელის, გორგოლაჭებიან, დისკიან და პლანშეტურ სკანერებად. **ხელის სკანერი** წარმოადგენს ოპტიკურ წამკითხველს, რომელსაც ოპერატორი გადაადგილებს ორიგინალის ზედაპირზე. ასეთი სკანირებით მიღებული ციფრული მასალა დაბალი ხარისხისაა, ამიტომ გის მონაცემთა შეგროვებისთვის თითქმის არ გამოიყენება.

გორგოლაჭებიან სკანერში წამკითხავი მოწყობილობა ფიქსირებულია და მასზე მოძრაობს ორიგინალი. ასეთი მოწყობილობით მიღებული ციფრული გამოსახულება პლანშეტურ სკანერით მიღებულ გამოსახულებასთან შედარებით დაბალი

ხარისხისა, მაგრამ შეუძლია დაასკანეროს ნებისმიერი სიგრძის ორიგინალი.

დოლურ სკანერში ორიგინალი მაგრდება მრგვალ დოლურაზე, რომლის გასწვრივაც მოძრაობს წამკითხავი მოწყობილობა. დოლური სკანერი ძირითადად დიდ ფორმატის ორიგინალის სკანირებისთვის გამოიყენება.

ყველაზე ფართოდ გავრცელებული **პლანშეტური სკანერია**. იგი წარმოადგენს გამჭვირვალე ზედაპირს, რომელზეც ზემოდან იდება ორიგინალი, ხოლო ქვემოდან მოძრაობს სინათლის წყარო და წამკითხავი მოწყობილობა.

გის მონაცემთა შეგროვებისთვის ყველაზე მოსახერხებელი ე. წ. ფოტოგრამმეტრიული - სპეციალიზირებული დიდი ფორმატის სკანერებია, რომელთათვისაც დამახასიათებელია მაღალი სიზუსტე და სტაბილურობა. (მაგ. ფოტოგრამმეტრიული სკანერის Photoscan 2001 ინსტრუმენტული საშუალოკვადრატული შეცდომა მხოლოდ 2 მკმ-ა). ასეთი სკანერები შედარებით მაღალი ღირებულებისაა, ვიდრე სხვა ტიპის სკანერები, ამიტომ მათ ძირითადად ციფრული მონაცემების შეგროვებაზე სპეციალიზირებული ორგანიზაციები იყენებენ .

დიგიტაიზერებიც და სკანერებიც უნდა შეესაბამებოდეს გარკვეულ ტექნიკურ მოთხოვნებს გარჩევადობის, სიზუსტის, დასასკანერებელი ველის ზომით, გამომავალი ფაილების ფორმატით და პროგრამული უზრუნველყოფის შესაძლებლობებით.

რუკის ელემენტები

რუკა სხვადასხვა ელემენტებისგან შედგება (ნახ. 13) **რუკის ელემენტებს** უწოდებენ შემადგენელ ნაწილებს, რომლებიც მოიცავს თავად კარტოგრაფიულ გამოსახულებას და ჩარჩოსმიღმა გაფორმებას. [9] **კარტოგრაფიული გამოსახულება** ანუ რუკის შინაარსი

ღ ე ქ ა
დამხმარე ნივთიერებანი.
ტექსტილი და ტექნიკური ძაფები.
დამატ. რეაქტივები და ხსნარები.
დაფარვის საშუალებანი, გრუნტები, პრაიმერები.
ლაბორატორიული ანალიზები.
ტესტები.
კონტროლი.
საკონტროლო ნიმუშები.
ნედლეულის, მასალების და ნახევარფაბრიკატების ხარისხის კონტროლი.
ტექნოლოგიური პროცესის კონტროლი.
მზა პროდუქციის ხარისხის კონტროლი.
ტექნოლოგიური პროცესის ავტომატიზაცია.
ტექნოლოგიური პროცესის ინტენსიფიკაცია.
ტექნოლოგიური პროცესის რაციონალიზაცია.
ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმიზაცია.
ტექნოლოგიური პროცესის ანალიზი.
ტექნოლოგიური პროცესის სინთეზი.
ტექნოლოგიური პროცესის სტრუქტურა.
ტექნოლოგიური პროცესის ორგანიზაცია.
ტექნოლოგიური პროცესის მართვა

რუკის მთავარი ელემენტია. მაგ. ზოგადგეოგრაფიული რუკის შინაარსია რელიეფი, ჰიდროგრაფია, მცენარეული საფარი, დასახლებული პუნქტები, სოციალურ.ი, სამეურნეო, კულტურული და სხვა ობიექტები.

თემატური რუკებისთვის განასხვავებენ თემატურ შინაარსს (გამოსასახი თემის შესაბამის ინფორმაციას) და გეოგრაფიულ საფუძველს (ზოგადგეოგრაფიულ ნაწილს, რომელიც გამოიყენება ორიენტაციისთვის და თემატური ინფორმაციის კორექტული სივრცითი განთავსებისთვის).

კარტოგრაფიული გამოსახულების გარდა, ნებისმიერი რუკის აუცილებელი ელემენტებია: მათემატიკური საფუძველი (პროექცია, საკოორდინატო სისტემა და საყრდენი გეოზედიური ქსელი), მასშტაბი, ლეგენდა.

კარტოგრაფიული პროექციები

დედამიწის ზედაპირის ორგანზომილებიან გამოსახულებად - რუკად გამოსახვა სერიოზული პრობლემაა: სფერო ისეთი სხეულია, რომლის მრუდი ზედაპირიც სიბრტყეზე არ იშლება. შესაბამისად გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების გამოსახვისას ადგილი ექნება გამოსახულების გახლეჩვას ან გადაფარვას. კარტოგრაფიაში გეოგრაფიული რუკის მიმართ ორი მოთხოვნა არსებობს: რუკაზე გამოსახულება უნდა იყოს **უწყვეტი** და **ერთნიშნოვანი** (ანუ დედამიწის ზედაპირის თითოეულ წერტილს უნდა შეესაბამებოდეს მხოლოდ ერთი წერტილი). ამ მოთხოვნების დაკმაყოფილებისთვის კარტოგრაფებმა შეიმუშავეს მეთოდი, რომელსაც კარტოგრაფიული პროექცია ეწოდება. **კარტოგრაფიული პროექცია** არის სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე გაშლის მათემატიკური ხერხი და მისი რეალიზაცია ხდება ისეთი გეომეტრიული სხეულების საშუალებით, რომელთა მრუდი ზედაპირებიც თავისუფლად

იშლება სიბრტყეზე. კარტოგრაფიაში გამოყენებული ასეთი სხეულებია **ცილინდრი** და **კონუსი**. პროექციის გამოყენება დედამიწის სფერულობით წარმოქმნილ ყველა პრობლემას ვერ აგვარებს. რადგან ყველა შემთხვევაში, გამოსახულებას ზუსტად ის სახე არა აქვს, რაც მას სფერულ ზედაპირზე ჰქონდა ანუ გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტები **დამახინჯებულია**. ეს დამახინჯება სფეროს ზედაპირის „ძალდატანებით" გაშლითაა მიღებული და სწორად ვერ გადმოსცემს სიგრძეთა ყველა შეფარდებას, ე. ი. ვერ ინარჩუნებს ერთიან მასშტაბს რუკის ყველა ადგილას და მიმართულებაზე. გამონაკლისს წარმოდგენს მხოლოდ ტოპოგრაფიული გეგმები და რუკები. ტოპოგეგმებზე და რუკებზე დედამიწის ზედაპირის მეტად მცირე ნაწილის გამოსახვის გამო მას პრაქტიკულად სიბრტყედ თვლიან. [40] „პრაქტიკულად სიბრტყე" ნიშნავს: ასეთ გამოსახულება დამახინჯებულია კი არის, მაგრამ თავის სიმცირის გამო მხედველობაში არ მიიღება.

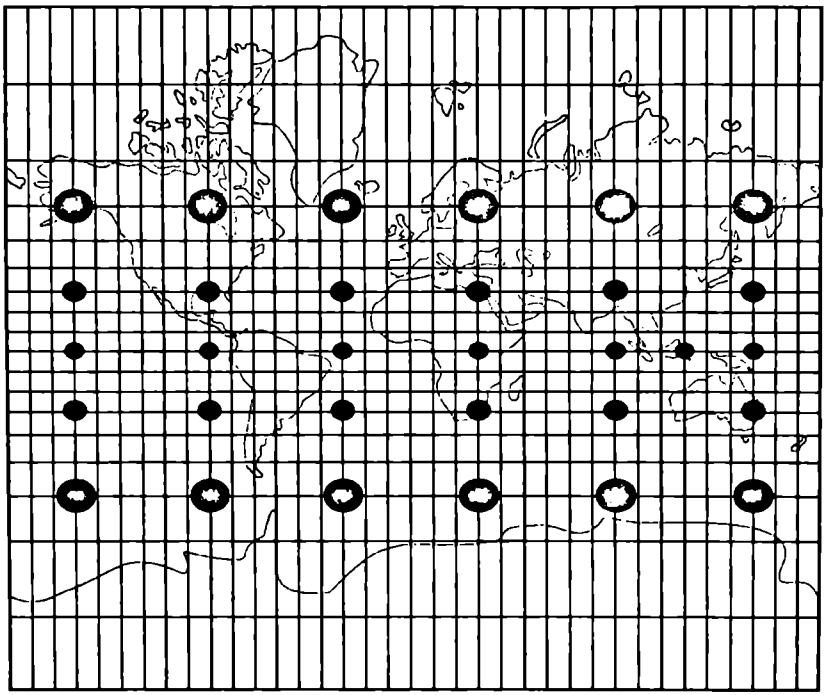
კარტოგრაფიულ პროექციებს ახასიათებთ შემდეგი დამახინჯებანი:

სიგრძის დამახინჯება. სიგრძის დამახინჯების შედეგად რუკის მასშტაბი სხვადასხვა წერტილსა და მიმართულებით მუდმივი არ არის. ხოლო სიგრძეები და მანძილები არ შეეფერება სინამდვილეს.

ფართობების დამახინჯება. ფართობების მასშტაბი რუკის სხვადასხვა წერტილში სხვადასხვაა, რაც სიგრძეების დამახინჯებით არის გამოწვეული. შესაბამისად გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების ფართობები არ შეესაბამება სინამდვილეს.

კუთხეების დამახინჯება. რუკაზე მიმართულებებს შორის კუთხეები დამახინჯებულია ადგილმდებარეობაზე მათ შორის არსებულ კუთხეებთან შედარებით.

ფორმების დამახინჯება. კუთხეების დამახინჯების გამო რუკაზე გამოსახული ფიგურები დეფორმირებულია რეალურ გარემოში მდებარე ფიგურებთან შედარებით. [9]



ნახ. 14. პროექციით გამოწვეული ფართობების დამახინჯების პრინციპული სქემა: თვალნათლივ ჩანს ფართობების ზრდა მაღალი განედების მიმართულებით.

კარტოგრაფიული პროექციებიც სათავეს ანტიკური სამყაროდან იღებს და დღემდე უამრავი პროექციაა შემუშავებული. მათი კლასიფიკაცია ხდება დამახინჯების და გამოსახვის საშუალების მიხედვით.

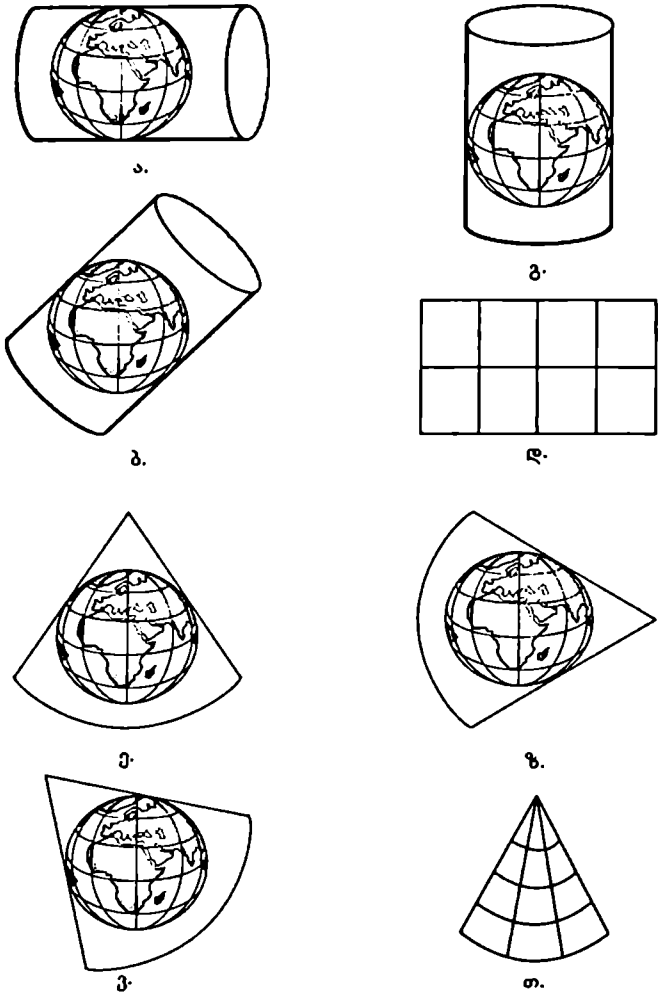
დამახინჯების მიხედვით გამოყოფენ 3 ძირითად ჯგუფს:

- **ტოლკუთხა**, რომელშიც მოცემულ წერტილში ყველა მიმართულებით შენარჩუნებულია კუთხეები, სიგრძის მასშტაბი და უსასრულოდ მცირე ფიგურების ფორმები;

- **ტოლდიდი,** ყველგან შენარჩუნებულია ფართობების მასშტაბი და ამდენად ფიგურათა ფართობების თანაფარდობა გადმოცემულია სწორად;
- **ტოლშორისული** - მისი გამოყენებისას დამახინჯების გარეშე რჩება ერთ-ერთი რომელიმე ძირითადი მიმართულება. ასეთ პროექციებში მახინჯდება ფართობები და მიმართულებები.
- **ნებისმიერი,** რომელშიც ამა თუ იმ სიდიდით მახინჯდება ფართობებიც და კუთხეებიც. ასეთ პროექციების გამოყენებისას ერთი ტერიტორია სხვა ტერიტორიებთან შედარებით გამოსახულია ნაკლები დამახინჯებით.

გამოსახვის ხერხის მიხედვით კლასიფიკაცია გულისხმობს პროექციების კლასიფიკაციას დამხმარე ზედაპირის მიხედვით, რომელიც გამოიყენება სფეროს (სფეროიდის) სიბრტყედ გაშლისას. ამ კრიტერიუმის მიხედვით განასხვავებენ შემდეგ პროექციებს:

ცილინდრული: სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე პროეცირება ხორციელდება ცილინდრის საშუალებით. ნორმალური ბადის მერიდიანები თანაბრად დაშორებული და პარალელურნი არიან. ხოლო პარალელები - სწორი და მათი პერპენდიკულარია, მათ შორის არ არის დაცული თანაბარი მანძილი. თუ მხები ცილინდრის ღერძი ემთხვევა დედამინის ბრუნვის ღერძს, პროექციას უწოდებენ **ნორმალურ ცილინდრულ** პროექციას. თუ მხები ცილინდრის ღერძი ემთხვევა ეკვატორის, ასეთ პროექციას **განივ ცილინდრულ** პროექციას უწოდებენ, ხოლო თუ მხები ცილინდრის ღერძი ეკვატორის სიბრტყის მიმართ დახრილია, მაშინ მას **ირიბი ცილინდრული** პროექცია ეწოდება. **ფსევდოცილინდრული** პროექციის ნორმალური ბადის პარალელები სწორი ხაზებია, მაგრამ არათანაბრადაა დაშორებული. შუა მერიდიანი მათი პერპენდიკულარულია და სწორი. დანარჩენი მერიდიანები კი მრუდებია.



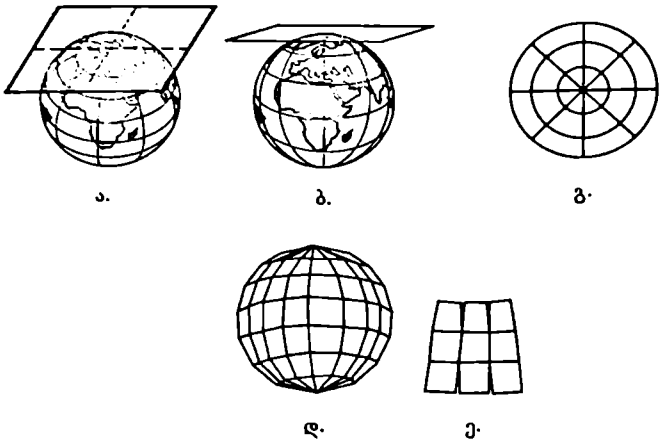
ნახ. 15. ცილინდრული (ა.-განივი, ბ.-ირიბი, გ.-ნორმალური, დ.-ცილინდრული პროექციის საკოორდინატო ბადე) და აზიმუტური (ე.-პირდაპირი, ვ.-ირიბი, ზ.-განივი, თ.-აზიმუტური პროექციის ბადე) პროექციის პრინციპული სქემა.

კონუსური: სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე პროეციება ხდება კონუსის საშუალებით. კონუსური პროექციის ნორმალური ბადის პარალელები კონცენტრული წრეების რკალებია, ხოლო მერიდიანები - პარალელების საერთო ცენტრიდან გარკვეული კუთხით (ირიბად) გამავალი სწორი ხაზებია. კუთხეები პროპორციულია გრძედთა სხვაობისა; აქაც ცილინდრული პროექციის ანალოგიურად გამოიყოფა **პირდაპირი კონუსური, განივი კონუსური** და **ირიბი კონუსური** პროექციები. ფსევდოკონუსური პროქციის ნორმალური ბადის პარალელები კონცენტრირებული წრეებია, მერიდიანი სწორეა, იგი გადის პარალელების ცენტრში, დანარჩენი მერიდიანები მრუდეა.

აზიმუტური: დედამიწის ზედაპირის პროეცირება ხდება მხებ ან მკვეთ სიბრტყეზე. ნორმალური ბადის პარალელები სრული კონცენტრირებული წრეებია. ხოლო მერიდიანები პარალელების საერთო ცენტრიდან გარკვეული კუთხით გამავალი სწორი ხაზებია. კუთხეები პროპორციულია გრძედთა სხვაობების. თუ მხები სიბრტყე დედამიწის ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულია, ასეთ პროექციას **პოლარულ (ნორმალურ) აზიმუტურ** პროექციას უწოდებენ, თუ მხები სიბრტყე ეკვატორის პერპენდიკულარულია, ასეთ პროექციას **ეკვატორულ (განივ) აზიმუტურ** პროექციას უწოდებენ, ხოლო თუ პროეცირება ხდება დამხმარე ზედაპირზე, რომელსაც ეკვატორის მიმართ შეიძლება ნებისმიერი კუთხე გააჩნდეს, ასეთ პროექციას **ირიბ აზიმუტურ** პროექციას უწოდებენ.

მრავალწახნაგოვანი: განსაკუთრებული პროექციები, რომელიც მიიღება ზედაპირზე მხები მრავალწახნაგოვანი ფიგურით. ეს ფიგურა ყველაზე ხშირად ტრაპეციაა, თუმცა შესაძლებელია კვადრატის, რუმბის ან სხვა ფიგურის გამოყენებაც.

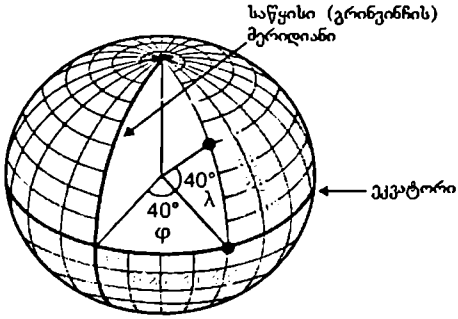
პირობითი: რომელიც არც ერთ ზემოთ ჩამოთვლილში არ ერთიანდება და შეიძლება ქონდეს სხვადასხვა პარალელები და მერიდიანები. [1] [9] [32]



ნახ. 16. აზიმუტური (ა.-პოლარული (ნორმალური), ბ.-ეკვატორული (განივი), გ.-აზიმუტური პროექციის საკოორდინატო ბადე) და მრავალწახნაგოვანი (დ., ე. - მრავალწახნაგოვანი პროექციის საკოორდინატო ბადეები) პროექციის პრინციპული სქემა.

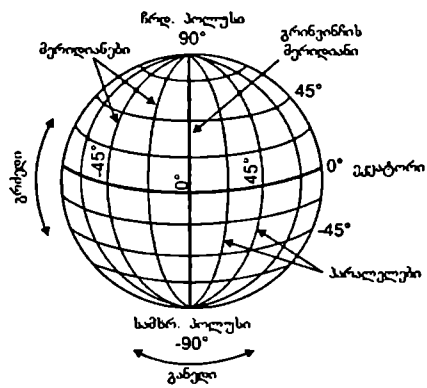
საკოორდინატო სისტემა

კარტოგრაფიულ პროექციას მეორენაირად კარტოგრაფიულ ბადეს უწოდებენ. **კარტოგრაფიული ბადე** შედგება პარალელებისა და მერიდიანებისგან, რომელთაც, როგორც ზემოთ ვნახეთ, სხვადასხვა პროექციაში სხვადასხვა სახე აქვთ. მერიდიანების და პარალელების გადაკვეთის წერტილებს კარტოგრაფიული ბადის საკვანძო ნერტილებს უწოდებენ და მათ იდენტური წერტილები გააჩნიათ დედამინის ზედაპირზე. **გეოგრაფიული კოორდინატები** (გრძედი და განედი) არის კუთხური სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ნებისმიერი წერტილის მდებარეობას საწყისი მერიდიანის და ეკვატორის მიმართ. **წერტილის განედი** არის კუთხე ეკვატორის სიბრტყესა და მოცემული წერტილის მართობს შორის, ხოლო **გრძედი** - კუთხე, რომელიც წარმოიქმნება საწყის მერიდიანის



ნახ. 17. წერტილის კოორდინატების განსაზღვრა გრადუსებით.

სიბრტყესა და მოცემული წერტილის სიბრტყეს შორის. (ნახ. 17) **პარალელი** არის ნებისმიერი ხაზი, რომლის ყველა წერტილს აქვს ერთნაირი განედი, ხოლო **მერიდიანი** - ხაზი, რომლის ყველა წერტილი მდებარეობს ერთ გეოგრაფიულ გრძედზე. **ნულოვან მერიდიანს** უწოდებენ დიდ ბრიტანეთში მდებარე გრინვინჩის ობსერვატორიაზე გამავალ მერიდიანს, ხოლო **ეკვატორი** არის წირი, რომელიც წარმოიქმნება ბრუნვის ღერძის მართობული და დედამიწის ცენტრზე გამავალი სფეროს გადაკვეთით. (ნახ. 18)

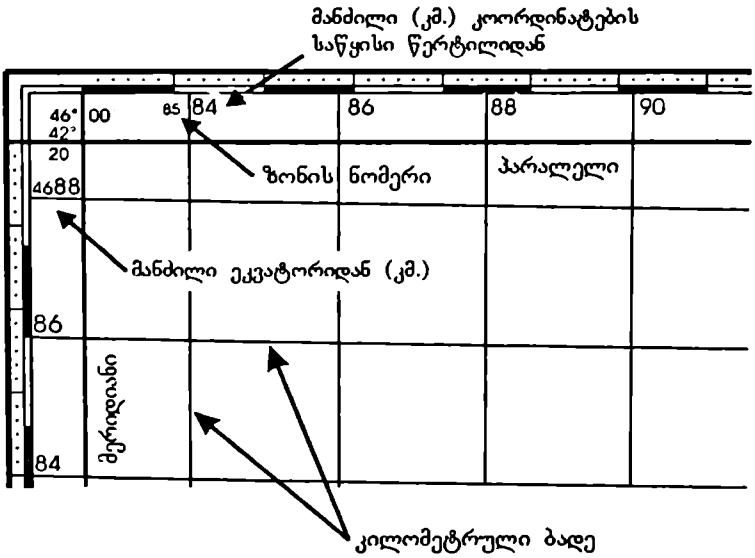


ნახ. 18. დედამიწის კარტოგრაფიული ბადე.

საკოორდინატო ბადე რუკის მნიშვნელოვანი მათემატიკური საფუძველია. მისი საშუალებით ხდება ორიენტირება რუკაზე, მიმართულებების, აზიმუტების, რუმბების, დირექციული კუთხეების გაზომვა, კოორდინატების განსაზღვრა ან ახალი ობიექტების დატანა. საკოორდინატო ბადეების მიხედვით შესაძლებელია რუკის მასშტაბის, პროექციის და დამახინჯების დადგენა.

კარტოგრაფიული ბადე, რომელსაც **გეოგრაფიულ ბადესაც** უწოდებენ, წარმოადგენს რუკაზე გამოსახულ მერიდიანებს და პარალელებს, ათვლილს საწყისი, გრინვინჩის მერიდიანიდან (მერიდიანებისთვის) და ეკვატორიდან (პარალელებისთვის). კარტოგრაფიული ბადის მიხედვით განისაზღვრება რუკაზე მიმართულებები: "ჩრდილოეთი-სამხრეთი" და „დასავლეთი-აღმოსავლეთი", მერიდიანის ჩრდილოეთ მიმართულებიდან საათის ისრის მიმართულებით აითვლება გეოგრაფიული **აზიმუტი** და ა.შ. რუკებზე გეოგრაფიული ბადის გამომსახველი ხაზები დაიტანება, როგორც წესი, თანაბარი ინტერვალით, რამდენიმე ათეული გრადუსიდან რამდენიმე მინუტამდე ან სეკუნდამდე – რუკის მასშტაბის მიხედვით.

სწორკუთხა საკოორდინატო ბადეს მეორენაირად **კილომეტრულ ბადეს** უწოდებენ და წარმოადგენს სტანდარტულ, თანაბარი ინტერვალით გატარებულ ურთიერთპერპენდიკულარულ ხაზს. (ნახ. 19) უფრო ხშირად ასეთი ბადე დაიტანება ტოპოგრაფიულ რუკებსა და გეგმებზე. სწორკუთხა საკოორდინატო ბადის ვერტიკალურ ხაზს გამოსახავენ გეოდეზიური ზონის ღერძულა მერიდიანის პარალელურად (აბსცისათა ღერძი), ხოლო ჰორიზონტალურს ეკვატორის პარალელურად (ორდინატთა ღერძი). ხაზები გატარებულია კილომეტრის დაშორებით. ასეთი ბადე მოსახერხებელია გეოდეზიური გამოთვლების ჩასატარებლად: სწორკუთხა კოორდინატების, მანძილების, დირექციული კუთხეების და სხვ. განსაზღვრისთვის.



ნახ. 19. ზოგადგეოგრაფიული რუკის საკოორდინატო ბადე.

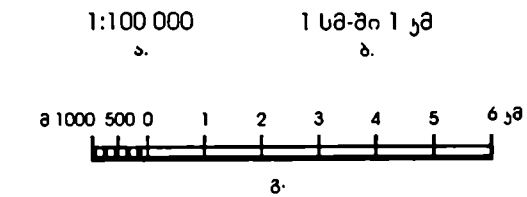
მასშტაბი

რუკაზე დედამიწის ზედაპირის საგნები გამოისახება რომელიმე მასშტაბში ანუ შემცირებულად. რუკის **მასშტაბი** არის რუკაზე ობიექტების შემცირების ხარისხი დედამიწის (უფრო ზუსტად კი ელიფსოიდის) ზედაპირზე მათ ზომებთან შედარებით.

მასშტაბი მუდმივი სიდიდეა მხოლოდ გეგმებზე (მცირე ტერიტორიის მომცველ უბნებზე) სხვა ყველა შემთხვევაში, სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე გადატანის გამო მასშტაბი იცვლება. საზოგადოდ ამა თუ იმ რუკისთვის კარტოგრაფიული პროექციის გამოთელისას ყოველთვის მოცემულია მასშტაბი, რომელიც უცვლელად უნდა დარჩეს პროექციის გარკვეულ წერტილებში ან გარკვეულ ხაზებში. ამგვარ მასშტაბს, რომელიც რუკის საერთო შემცირებას ახასიათებს **მთავარი მასშტაბი** ეწოდება. ყველა დანარჩენი მასშტაბები,

მთავარ მასშტაბზე მსხვილი ან წვრილი იწოდება **კერძო მასშტაბად**. რუკაზე აწერენ მხოლოდ მთავარ მასშტაბს. ადგილის ხაზის სიგრძეს, რომელიც მოცემული მასშტაბის რუკაზე შეესაბამება 0,1 მმ - ამ მასშტაბის **ზღვრულ სიზუსტედ** იწოდება.

რუკის მასშტაბი ყოველთვის წილადია, რომლის მრიცხველი არის რუკაზე აღებული მანძილი 1 სმ, ხოლო მნიშვნელი – მანძილი, რომელიც სინამდვილეში შეესაბამება 1 სმ-ს. რუკაზე მასშტაბი შეიძლება გრაფიკულად სხვადასხვაგვარად იყოს გამოსახული. განასხვავებენ **ხაზოვან, რიცხვით** და **სახელდებულ** მასშტაბს. (ნახ. 20)



ნახ. 20. მასშტაბის გრაფიკული გამოსახულება: ა. რიცხვითი; ბ. სახელდებული; გ. ხაზოვანი.

რუკის ლეგენდა

რუკის მნიშვნელოვანი ელემენტია ლეგენდა, რომლის საშუალებითაც ახსნილია რუკაზე გადმოცემული ინფორმაციის პირობითი აღნიშვნები (შრაფირება, ფერები, სხვა ხერხით განსხვავებულად გამოსახული ობიექტები), რიცხვითი მნიშვნელობები და სხვ. ტოპოგრაფიული რუკებისთვის არსებობს უნიფიცირებული ლეგენდა, რომელიც როგორც წესი ცალკე ცნობარად გამოიცემა ხოლმე. თემატური რუკის ლეგენდა თავად რუკაზე უნდა იყოს გამოსახული. ზოგჯერ ლეგენდას ცხრილის ფორმით ადგენენ, რითაც უზრუნველყოფენ უფრო მაღალ თვალსაჩინოებას. რუკის ლეგენდა

უნდა იყოს ლოგიკური და გასაგები, რათა მომხმარებელმა სწორად აღიქვას რუკის საშუალებით გადმოცემული ინფორმაცია.

საყრდენი გეოდეზიული ქსელი, რომლის დანიშნულებაც ტრადიციულ კარტოგრაფიაში დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის ელიფსოიდის ზედაპირზე გადასვლას და გეოგრაფიული ელემენტების საკოორდინატო სისტემის მიმართ სწორ განლაგებას უზრუნველყოფს, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემისთვის დატუმის სახელით არის ცნობილი და განხილულია შესაბამის თავში (გვ. 67).

პროექციის შერჩევა

პროექციის შერჩევა კარტოგრაფიული გამოსახულების დანიშნულების, ტერიტორიის სიდიდის, გეოგრაფიული მდებარეობის და კონფიგურაციის მიხედვით ხდება. დედამიწის სხვადასხვა ნაწილისთვის ზოგადი მიმოხილვის მიზნით შექმნილი რუკები ხშირად იყენებენ შემდეგ პროექციებს:

- **მსოფლიო რუკებისთვის** უმეტეს შემთხვევაში იხმარება ტოლდიდი (ექვივალენტური) და ნებისმიერი პროექციები. ხშირად გამოყენებული პროექციებია: მოლვეიდის, აიტოვის, ეკერტის და ეკერტ-გუდის განყვეტილი პროექცია. მსოფლიოს ტოლკუთხა (მსგავსი) გამოსახულებისთვის კი ყველაზე ხშირად - მერკატორის პროექცია.
- **ნახევარსფეროების რუკებისთვის** უმეტეს შემთხვევაში აზიმუტური პროექციები გამოიყენება. აღმოსავლეთ და დასავლეთ ნახევარსფეროების გამოსახვისთვის ხშირად ხმარობენ ლამბერტის ტოლდიდ ეკვატორულ აზიმუტურ პროექციას, ზოგჯერ - მოლვეიდის ტოლდიდ პროექციას. ასევე ტოლკუთხა ეკვატორულ სტერეოგრაფიულ და პოსტელის ეკვატორულ (ნებისმიერ) აზიმუტურ პროექციას. ჩრდილოეთ და სამხრეთ

ნახევარსფეროებისთვის: ლამბერტის ტოლდიდ პოლარულ აზიმუტურ პროექციას, პოლარულ აზიმუტურ პროექციას და პოსტელის ნებისმიერ პოლარულ აზიმუტურ პროქციას.

- **ცალკეული კონტინენტების** (ევროპის, აზიის ჩრდ. და სამხრ. ამერიკის, აფრიკის და ავსტრალიის) გამოსახვისთვის რეკომენდირებულია ლამბერტის ტოლდიდი ირიბი და გარდიგარდმო აზიმუტური პროექცია. ანტარქტიკისთვის - აზიმუტური პირდაპირი ტოლშორისული პროექცია. ცალკეული ქვეყნების რუკებისთვის გამოიყენება ნორმალური კონუსური პროექციები - ტოლკუთხა, ტოლდიდი და ტოლშორისული.

მსხვილმასშტაბიანი რუკების შედგენისას ძირითადად ეროვნული სახელმწიფო ნორმატიული აქტებით ხელმძღვანელობენ. საქართველოში 1999 წლამდე ძირითადად გაუს-კრიუგერის პროექცია გამოიყენებოდა, 1999 წელს შემდეგ - მერკატორის პროექცია. შემდგომ, მსხვილმასშტაბიან რუკებსა და გეგმებზე დამახინჯების მაქსიმალურად შემცირების მიზნით სსიპ-მა „საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტო“ უცხოელ პარტნიორებთან კონსულტაციის შედეგად შეარჩია ლამბერტის ტოლკუთხა კონუსური პროექცია. საქართველოს ტერიტორიის კარტოგრაფირებისას, აღნიშნულმა პროექციამ GRS 80 ელიფსოიდსა და IGS 08 საკოორდინატო სისტემასთან ერთად უნდა უზრუნველყოს გამოსასახი ტერიტორიის რეალურ გარემოსთან საუკეთესო მათემატიკური მისადაგება. [41]

პროექციის ამოცნობა

პროექციას დიდი მნიშვნელობა აქვს რუკის პრაქტიკული გამოყენების დროს, რადგან მისი საშუალებით განისაზღვრება რიგი მახასიათებლები და დამახინჯების სიდიდე. გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას რუკის პროექციის ცოდნა აუცილებელია მისი სწორი პოზიცირებისთვის (მიბმისთვის).

ზოგიერთი ნორმალური პროექცია იოლად ამოსაცნობია მერიდიანების და პარალელების მიხედვით (მაგ. ნორმალური, ცილინდრული, ფსევდოცილინდრული და სხვ.). მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში გამოცდილი კარტოგრაფისთვისაც კი ძნელია განსაზღვროს პროექცია. საქმე გაცილებით რთულადაა მსხვილმასშტაბიანი რუკების შესწავლისას. რაც უფრო მსხვილმასშტაბიანია რუკა და შესაბამისად უფრო მცირეა გამოსახული ფართობი, ანუ ნაკლებია ყველა სახის დამახინჯების სიდიდე მით უფრო რთულიაპროექციებს შორის სხვაობის დადგენა.

პროექციის ამოცნობაში გულისხმობენ განისაზღვროს მისი სახეობა, კლასი და დასახელება. ამისთვის საჭიროა რუკაზე სპეციალური გაზომვების გაკეთება, რათა ერთ-ერთი მიმართულების მიხედვით გამოვლინდეს მათი ტოლკუთხობა, ტოლდიდობა თუ ტოლშორისობა.

პირველად ადგენენ ჩარჩოს ფორმას: სწორკუთხაა, წრიული თუ ელიფსი. განსაზღვრავენ როგორ არის გამოსახული პოლუსები, შემდეგ ზომავენ მერიდიანის გასწვრივ პარალელებს შორის მანძილებს, ბადის მომიჯნავე უჯრედების ფართობებს, მერიდიანის და პარალელების გადაკვეთის კუთხეს და სხვ.

არსებობს სპეციალური ცხრილები-პროექციის განმსაზღვრელები, რომელთა საშუალებითაც საჭირო გაზომვების შემდეგ შესაძლებელია მოიძებნოს პროექციის დასახელება. პროექციის ამოცნობის შემდეგ, რუკის გის-ში გამოყენებისას, საჭიროების შემთხვევაში, შეაქვთ შესაბამისი შესწორებები. [42] [43]

დისტანციური ზონდირება

დისტანციური ზონდირება შეიძლება განიმარტოს, როგორც დედამიწის ზედაპირის, მასზე მიმდინარე პროცესების და მოვლენების, ობიექტების ან მისი წიაღის შესახებ ინფორმაციის მიღების მეთოდი, რომლისთვისაც ძირითადად გამოიყენება საჰაერო ან

კოსმოსური საფრენი აპარატებიდან შეგროვებული მონაცემები. განსაზღვრება მიანიშნებს, რომ ინფორმაციის შეგროვება ხდება დისტანციურად, მოშორებული ადგილიდან, საკვლევ ობიექტთან ფიზიკური კონტაქტის გარეშე. ამ შემთხვევაში მოქხმარებელი კმაყოფილდება იმ ინფორმაციით, რომელსაც შეიცავს **რეგისტრირებული სიგნალი** (მაგ. ოპტიკური, აკუსტიკური თუ მიკროტალღური). ჩამოთვლილთაგან ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ოპტიკური სიგნალის მეთოდი. ასევე, მიუხედავად იმისა, რომ დისტანციური ზონდირების მონაცემები შეიძლება შეესაბამებოდეს დედამიწის ზედაპირის ცალკეულ წერტილს, ან ხაზოვან პროფილს, ყველაზე ხშირად იყენებენ სურათის სახით წარმოდგენილ ორგანზომილებიან სივრცით ბადეზე ჩატარებულ გაზომვებს.

სახმელეთო მეთოდებით ჩატარებული გაზომვებისგან განსხვავებით დისტანციური ზონდირების აპარატურა (განსაკუთრებით კოსმოსურ საფრენ აპარატებზე განთავსებული) იძლევა დედამიწის ზედაპირის პერიოდულად გადაღების საშუალებას. დროში განსხვავებული ერთიდაიგივე ტერიტორიის დისტანციური ზონდირების მასალის დამუშავებით ახდენენ გარემოს და მასზე ადამიანის ზემოქმედების მონიტორინგს.

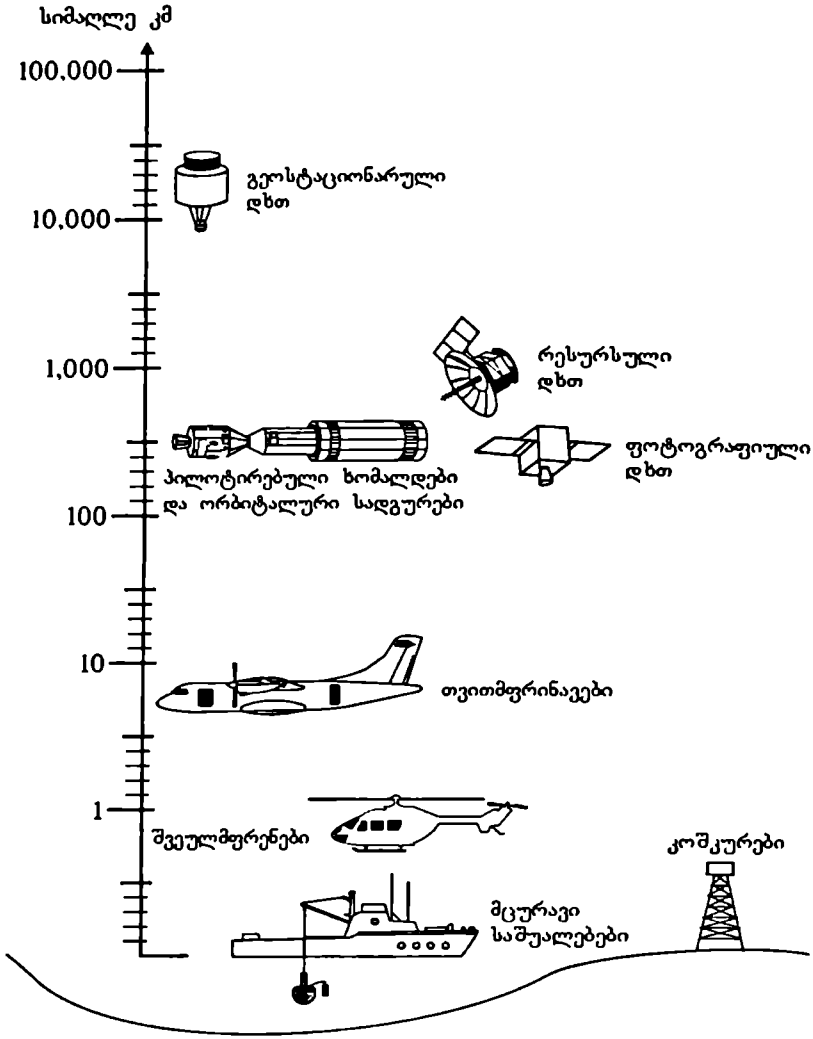
გარემოს მონიტორინგი ცხადია არ არის დისტანციური ზონდირების გამოყენების ერთადერთი სფერო. დისტანციური ზონდირება გამოიყენება:

- გარემოს მდგომარეობის მონიტორინგისა და შეფასებისთვის (საქალაქო ინფრასტრუქტურის განვითარების ანალიზი, წარმოების სახიფათო ნარჩენების კონტროლი);
- გლობალური ცვილებების მონიტორინგისთვის (ატმოსფეროს ოზონის ფენის შეთხელება, ტყის საფარის დაკარგვა, გლობალური დათბობა);
- სოფლის მეურნეობაში (სასოფლო-სამეურნეო კულტურების

მდგომარეობის ანალიზი, მოსავლის პროგნოზი, ნიადაგის ეროზიის კვლევა);

- სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებაში (მინერალები, ნავთობი, ბუნებრივი აირი);
- განახლებად ბუნებრივ რესურსებზე დაკვირვებისთვის (დაჭაობებული ტერიტორიები, ნიადაგები, ტყეები, ოკეანეები);
- მეტეოროლოგია (ატმოსფეროს დინამიკის კვლევა, ამინდის პროგნოზი);
- კარტოგრაფიაში (ტოპოგრაფია, მიწათსარგებლობა, სამოქალაქო მშენებლობა);
- სამხედრო სფეროში (დაზვერვა და რეკოგნოსცირება, სტრატეგიული ამოცანები, ტაქტიკური ანალიზი);
- მასობრივი საინფორმაციო საშუალებებში (ანალიზი).

მოცემული ჩამონათვალიდანაც სჩანს, რომ დისტანციური ზონდირება გამოიყენება განსხვავებული შინაარსის ობიექტების სივრცითი, სპექტრული და დროითი პარამეტრების ანალიზისთვის. ასეთი მოცულობითი ამოცანების გადასაჭრელად შემუშავებულია დისტანციური ზონდირების მრავალი სისტემა, თითოეული მათგანი ორიენტირებულია გარკვეული ამოცანის გადაჭრაზე და აქვს თავისი სპეციფიკა. მაგ. მეტეოროლოგიაში საჭიროა ტერიტორიის ხშირი გადაღება ნაკლები გარჩევადობით, ხოლო კარტოგრაფიაში - პირიქით: მნიშვნელოვანია მაღალი რეზოლუციის გამოსახულება. ხოლო გადაღების სიხშირე ნაკლებად რელევანტურია. [44] შესაბამისად დისტანციურ ზონდირებას შევეხებით ზოგადად, გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემების ბაზების ფორმირების კუთხით, რადგან დისტანციური ზონდირება მოცულობითი დისციპლინაა და მისი ნიუანსების ამოწურვა თუნდაც ერთი თავის ფარგლებში შეუძლებელია.



ნახ. 21. დისტანციური ზონდირების განხორციელების საშუალებები. [46]-ის მიხედვით. გვ. 17.

მე-20 საუკუნის ბოლოდან შეინიშნება კარტოგრაფიის, გეოინფორმატიკის და დისტანციური ზონდირების ინტეგრაციის პროცესი, რომელსაც კანადელი კარტოგრაფების გავლენით დასავლურ ლიტერატურაში „გეომატიკად" მოიხსენიებენ. ინტეგრაციის პროცესის შედეგად ყალიბდება ახალი, სინთეტიკური სამეცნიერო მიმართულებები, მიმდინარეობს თეორიული კონცეფციების გამრავალფეროვნება, ტრადიციული და ელექტრონული კარტოგრაფიის, დისტანციური ზონდირების, ფოტოგრამმეტრიის და დეშიფრირების (უფრო თანამედროვე ტერმინით ინტერპრეტაციის), თანამგზავრული პოზიციონირების და სხვა მომიჯნავე დისციპლინების მეთოდების დაახლოება ან სულაც შერწყმა. ძირითადი იმპულსი, რომელმაც ბიძგი მისცა ასეთ პროცესებს, სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესია, რომლის საშუალებითაც ტრადიციული კარტოგრაფიის ინტერესების სფეროში სულ უფრო მეტი დისციპლინა ექცევა. ასე მაგ. სივრცით კარტოგრაფიულ ანალიზში რიცხვითი მათემატიკის, ალბათობით-სტატისტიკური თუ ელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანების ფართოდ გამოყენების პარალელურად დისტანციური ზონდირება დინამურად მზარდი დისციპლინაა, რომელიც სულ უფრო მეტ ადგილს იკავებს გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების შეგროვების სფეროში. უფრო მეტიც, ხშირად აეროკოსმოსური სურათები განიხილება როგორც რუკის ანალოგი, პრერუკა და ავტომატიზირებული კარტოგრაფიის პირველი რგოლი. დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებებში რუკების და აეროკოსმოსური სურათების კომპლექსირება კარგა ხანია გარდაიქმნა ერთიან კარტოგრაფიულ-აეროკოსმოსურ მეთოდათ. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარება გაცილებით უფრო მოთხოვნადს ხდის ასეთ ინტეგრაციას. [45]

დისტანციური ზონდირების განხორციელების მრავალი გზა არსებობს (ნახ. 21) მაგრამ ბოლო პერიოდში დისტანციური

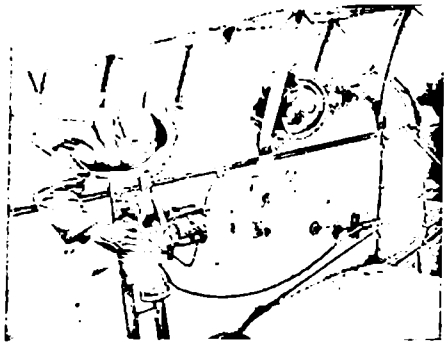
ზონდირების მონაცემების დიდი ნაწილი მიიღება დედამიწის ხელოვნური აპარატებიდან. კოსმოსური სურათების გამოყენების ინტენსიური ზრდა მის თვისებებს უკავშირდება (მაგ. გადამღები მოწყობილობის დიდ სიმაღლეზე მდებარეობის გამო შესაძლებელია დიდი ფართობების დაფარვა, რამდენიმე სპექტრალურ ზონაში რეგისტრირებული სიგნალები შეიცავს ინფორმაციის დიდ მოცულობას და სხვ.) [47] ამიტომ თანამედროვე ლიტერატურაში დისტანციური ზონდირება ყველაზე ხშირად გულისხმობს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებიდან მიღებული ინფორმაციის დამუშავებას. ამ ფაქტს თავის ობიექტური ახსნა აქვს. გარდა ზემოთნახსენები უპირატესობებისა, ტექნიკური პროგრესიდან გამომდინარე, თანამგზავრული სურათების ხარისხი, (გარჩევადობა და სხვა პარამეტრები) მატულობს, ხოლო ფასი - კლებულობს, რაც პროდუქციას მიმზიდველს ხდის. აეროფოტოგადაღებაც დისტანციური ზონდირების ერთ-ერთი სახეა, იმ პრინციპული განსხვავებით, რომ აეროფოტოგადამღები მოწყობილობა (მოძველებულ ტექნოლოგიაში ფოტოლენტის ემულსირებული ფენა ან თანამედროვე ციფრული სენსორი) აფიქსირებს ელექტრომაგნიტური სპექტრის მხოლოდ ხილულ ან მასთან მიახლოებულ სპექტრს. [44] აღნიშნული თვისების ცალსახა ნაკლად მიჩნევა არ შეიძლება.

დისტანციურ ზონდირებაზე საუბრისას მხედველობაში აუცილებლად მისაღებია აეროფოტოსურათებიც. მცდარია მტკიცება, რომ აეროფოტოსურათებმა ამოწურა თავისი თავი და მან ადგილი კოსმოსურ ტექნოლოგიებს უნდა დაუთმონ. მომავალში ეს შეიძლება ასეც მოხდეს, მაგრამ ჯერჯერობით აეროგადაღებით მიღებული მასალა გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების მნიშვნელოვანი წყაროა. მას, რა თქმა უნდა, ისევე როგორც კოსმოსურათებს, აქვთ თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რომელთა მოკლე ანალიზს ოდნავ ქვემოთ მოვიყვანთ.

დისტანციური ზონდირების განვითარების მოკლე ისტორია

დისტანციური ზონდირების ტექნოლოგია სათავეს XIX საუკუნიდან იღებს. მის სამშობლოდ შეიძლება საფრანგეთი ჩაითვალოს, რადგან კაცობრიობის ისტორიაში პირველი წარმატებული გაფრენა საფრანგეთში შედგა. 1783 წელს ფრანგი ჟ. და ე. მონგოლფეების მიერ დამუშავებული საჰაერო ბურთის კონცეფციის საფუძველზე პ. დე როზიმ და დარლანდმა განახორციელეს 25 წუთიანი მოგზაურობა პარიზის თავზე, ხოლო 1858 წელს, ასევე ფრანგმა კ. ნადარმა პირველმა გადაიღო დედამიწის ზედაპირის სურათი 80 მ-ს სიმაღლიდან. ამ საინტერესო მეთოდმა სამხედროების ცხოველი ინტერესი გამოიწვია. მაგ. აშშ-ში სამოქალაქო ომის დროს უმართავი საფრენი აპარატებიდან გადაღებულ სურათებს ჯარების გადაადგილების, ფორტიფიკაციული სამუშაოების წარმოების, მატერიალური მომარაგების და საარტილერიო დაბომბვის ეფექტის შეფასებისთვის იყენებდნენ. [48]]47]

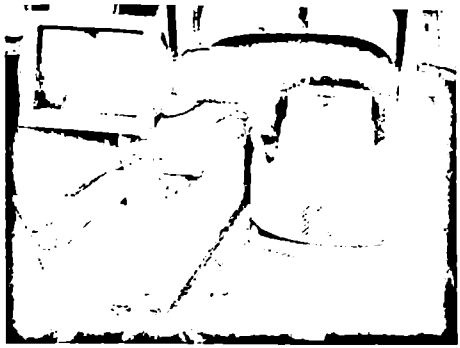
ტექნოლოგიური პროგრესის მომდევნო ეტაპი თვითმფრინავების ფართო გავრცელებას უკავშირდება. თვითმფრინავიდან პირველი აეროფოტოგადაღება 1909 წელს განხორციელდა. I მსოფლიო ომის დროს სადაზვერვო მიზნებით ჩატარებულმა აეროფოტოგადაღებებმა მნიშვნელოვნად განავითარა ტექნიკური საშუალებები. XX საუკუნის 20-30 იანი წლებიდან აეროგადაღება სამოქალაქო სექტორში გადადის და მყარად იკიდებს ფეხს კარტოგრაფიაში: აეროფოტოსურათები ხდება ძირითადი საფუძველი ტოპოგრაფიული გეგმების და რუკების შედგენის პროცესში. II მსოფლიო ომის მიმდინარეობისას სამხედრო მიზნებით ჩატარებული ექსპერიმენტები (ინფრაწითელი სპექტრის და რადიოტალღების რეგისტრაცია, მანძილის დისტანციურად გაზომვა და სხვ.) ომის შემდგომ პერიოდში რიგი ტექნოლოგიური ნოვაციების



ნახ. 22. აეროფოტოგადაღება მეოცე საუკუნის დასაწყისში. [49]

საფუძველი გახდა. 1950 წლიდან ფერადი ინფრანითელი ფოტოლენტი მცენარეულობის გადასაღებად გამოიყენეს. იხვეწებოდა აეროგადაღების აპარატურა და მეთოდები. [47] გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის მონაცემებით XX საუკუნის 80-იანი წლებისთვის აეროფოტოგადაღებით დაფარული იყო დედამიწის ხმელეთის 90% და მსოფლიო ოკეანის შელფური ზონის დიდი ნაწილი, ხოლო აეროფოტოგადაღების სამუშაოების მოცულობა ყოველწლიურად 5%-ით იზრდებოდა. [51]

დისტანციური ზონდირების განვითარების ყველაზე მნიშვნელოვანი ეტაპი ადამიანის მიერ კოსმოსის ათვისებას უკავშირდება. დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრი 1957 წლის 4 ოქტომბერს პირველად სსრ კავშირმა გაუშვა. [28] 60-იან წლებში მანვე განახორციელა სამხედრო მიზნებისთვის დედამიწის ზედაპირის გადაღება „ზენიტის" (Зенит) სერიის თანამგზავრებიდან, ხოლო აშშ-მა - პირველი მულტისპექტრული გადაღება „აპოლონის" (Apollo) სერიის კოსმოსური აპარატებიდან (ასევე სამხედრო მიზნებისთვის). პირველმა მეტეოროლოგიურმა სადგურმა სტარტი 1960 წლის 1 აპრილს აშშ-დან აიღო. იგი ამინდის პროგნოზირების, ციკლონების გადაადგილების



ნახ. 23. თანამედროვე აეროფოტოაპარატი [50]

კონტროლის და სხვა მიზნებისთვის გამოიყენებოდა. პირველი თანამგზავრები ორბიტაზე 7-8 დღის განმავლობაში მუშაობდნენ, მომდევნო თაობების ექსპლუატაციის ვადამ კი თვეებს გადააჭარბა. [3]

სამხედრო დანიშნულების და მეტეოროლოგიურ სადგურებს კოსმოსური აპარატების ახალი თაობის თანამგზავრების სერია მოჰყვა. გადაღებული მასალის გაზრდილი სივრცითი გარჩევადობის (სამხედრო-სადაზვერვო პროგრამების შედეგად თანამგზავრებიდან მიღებულმა სტარეოწყვილების გარჩევადობამ 2 მეტრს მიაღწია) და რეგისტრირებული სპექტრის გამრავალფეროვნების საშუალებით შესაძლებელი გახდა გლობალური და ლოკალური მასშტაბის ეკოლოგიური მონიტორინგის წარმოება. სხვადასხვა ხელოვნური თანამგზავრების და დისტანციური ზონდირების მიღების პროექტებმა 1000 ერთეულს მნიშვნელოვნად გადააჭარბა: 1977 წლისთვის შემუშავებული იყო სხვადასხვა ტიპის 1800-მდე დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრი. (სსრ კავშირი: 900, აშშ: 800, დანარჩენი - სხვა ქვეყნებზე) [28] სსრ კავშირის პროექტთაგან აღსანიშნავია: კოსმოსური ხომალდების სერია „ვოსტოკი“ («Восток», 1961-1963 წ.წ.), „ვოსხოდი“ («Восход», 1964-1965 წ.წ.) [3] „სოიუზი“ («Союз» 1962 -) [52]

ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პილოტირებული თანამგზავრული სადგური „სალიუტი" («Салют» 1971 წ-). [53]

დისტანციური ზონდირების თანამედროვე ერის დასაწყისად 1972 წ. მიიჩნევა, როდესაც აშშ-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური სივრცის კვლევის ეროვნულმა სააგენტომ (National Aeronautics and Space Administration – NASA) დედამიწის რესურსების შესასწავლად მაღალტექნოლოგიური თანამგზავრის (ERTS – Earth Resourses Technology Sattelite) გამოყენება დაიწყო. ოდნავ მოგვიანებით ამ თანამგზავრებმა „ლენდსატ -1" (Landsat 1) სახელი მიიღო და სათავე დაუდო დედამიწის ზედაპირის შესახებ უზარმაზარი მოცულობის მონაცემების არქივის შექმნას. [47] პირველი თანამგზავრი, რომელიც გამოიყენებოდა დედამიწის ზედაპირის დიდი ნაწილების გადაღებისთვის გახდა „ტიროსი" (TIROS – Television and Infrared Observation Satellite). ამერიკული კოსმოსური პროგრამებიდან გარდა ზემოთნახსენები „აპოლონისა" (Apollo, 1968-1975 წ.წ.) აღსანიშნავია „ჟემინი" (Gemini 1965-1966 წ.წ.) და „სქაილაბი" (Skylab, 1973-1974 წ.წ.).

თანამგზავრული პროგრამებით სსრ კავშირის (მისი დაშლის შემდეგ რუსეთის ფედერაციის) და აშშ-ს გარდა სხვა ქვეყნებით იყვნენ დაკავებული. იაპონური პროექტებია „ტერსი" და „მოსი" (TERS, MOS, 1975 წლიდან) „სპოტ" სერიის ფრანგული თანამგზავრები (SPOT, 1985 წ.), ინდური „აი ერ ეს" (IRS – Indian Remote Sensing, 1988 წ.) ევროპის კოსმოსური კონსორციუმის პროექტი „ი ერ ესი" (ERS, 1991 წლიდან), კანადური „რადარსატი" (RADARSAT, 1995 წ.) ჩინეთის სახალხო რესპუბლიკა პერიოდულად უშვებს ორბიტაზე სხვადასხვა დანიშნულების თანამგზავრებს, მაგრამ მათ შესახებ ინფორმაციას საგულდაგულოდ ასაიდუმლოებს. [3]

თანამედროვე ეპოქაში, დისტანციური ზონდირების მონაცემები მხოლოდ სამხედროებისთვის და მსხვილი სამეცნიერო ორ-

განიზაციებისთვის როდია ხელმისაწვდომი. მსოფლიო მასშტაბით არსებობენ სპეციალური ორგანიზაციები, რომლებიც კომერციულ საფუძველზე ახდენენ დისტანციური ზონდირების მასალების დისტრიბუციას. ბაზარზე სხვადასხვა გარჩევადობის აეროკოსმოსური სურათებია ხელმისაწვდომი. უახლესი ტექნოლოგიებით მიღწეული გარჩევადობა აეროფოტოსურათებისთვის 5 სმ-ს აღწევს, ხოლო კოსმოსური სურათებისთვის - თითქმის 50 სმ-ს. [54] რეალიზირებული პროდუქციის უმეტესობას გააჩნია გეოგრაფიული მიბმა. [3] ზოგჯერ აეროფოტო და კოსმოსურ სურათებს ურთიერთშემცვლელ მასალებად განიხილავენ და განსხვავებას მხოლოდ მაქსიმალურ გარჩევადობაში ხედავენ. ეს არასწორი მიდგომაა. თითოეულს მათგანს გააჩნია თავისი სპეციფიკა. სპეციალისტები კი კონკრეტული ამოცანის შესაბამისად განსაზღვრავენ, თუ რომელი მათგანი გამოიყენონ.

აეროფოტოგადაღება

აეროფოტოსურათი არის ადგილმდებარეობის ფოტოგრაფიული გამოსახულება, მიღებული თვითმფრინავიდან, შვეულმფრენიდან ან სხვა საფრენი აპარატიდან. [9] აეროფოტოგადაღების ტექნოლოგია რამდენიმე ათეული წლით უსწრებს კოსმოსურს და ამ პერიოდის განმავლობაში გაცილებით უფრო საფუძვლიანი ტექნოლოგიური ტრანსფორმაცია განიცადა. თანამედროვე კამერებისა და ფოტოგრამმეტრიული სკანერებისთვის (Vexcel Ultracam, Leica ADC და სხვ.) სრულიად ნორმალურია 15-20 სმ გარჩევადობის სურათები. ასეთი მასალის ფოტოგრამმეტრიული დამუშავებით მიიღება რელიეფის ზუსტი სამგანზომილებიანი მოდელები [54]. გადაღება წარმოებს სპეციალური ფოტოაპარატების საშუალებით სხვადასხვა (რამდენიმე ათეული მეტრიდან ათეულ კმ-მდე) სიმაღლეზე. შესაბამისად აეროფოტოსურათები განსხვავდება მასშტაბის,

გარჩევადობის და დეტალურობის მხრივ. [9] აეროფოტოგადაღებისას გამოყენებული თანამედროვე სანავიგაციო სისტემები, ინტეგრირებადი ინერციული სისტემები და პირდაპირი გეოპოზიონირება იძლევა საშუალებას განისაზღვროს პროექტირებული კოორდინატების ცენტრები 10-15 სმ-ის სიზუსტით. [54]

ტექნოლოგიური განვითარების წყალობით აეროფოტოგადაღება შესაძლებელია მსუბუქი თვითმფრინავებითაც კი: სერვოპლათფორმების გამოყენებით ხდება კამერის რყევით გამოწვეული დამახინჯებების კომპენსაცია. თავად აეროფოტოგადაღების პროცესი ნაკლებადაა დამოკიდებული გადაღების პირობებზე, მასალების ხარისხი უფრო მეტად კამერალური დამუშავებით განისაზღვრება.

აეროფოტოსურათს **გეგმიურს** უწოდებენ თუ ფოტოგრაფირების ღერძი გადასაღები ზედაპირის მიმართ შვეულად მდებარეობს და **პერსპექტიულს** - თუ ეს ღერძი დახრილია. სპეციალური მეთოდოლოგიით დამუშავებულ (ტრანსფორმირებულ) სურათებს, რომლებზეც აღმოფხვრილია რელიეფის და რადიალური დამახინჯება - **ორთოფოტოსურათებია**. ასეთი სურათები გეომეტრიულად რუკების ექვივალენტია და გეოგრაფიულ ობიექტებს ასახავენ მათ ჭეშმარიტ ორთოგრაფიულ მდგომარეობაში. ტრანსფორმაციის წყალობით ორთოფოსურათები გამოიყენება მანძილების, კუთხეების და ფართობების გასაზომად. თუმცა რუკებისგან განსხვავებით შეიცავენ მონაცემების ჭარბ რაოდენობას. ამიტომ ხშირად საჭიროა მათი თემატურ ფენებად გარდაქმნა. ციფრული ორთოფოტოსურათების გამოყენება გეოინფორმაციული სისტემებში მარტივად ხდება და განსაკუთრებით ეფექტურია ვექტორულ რუკებთან კომბინაციისთვის. [1]

აეროფოტოსურათებს ძირითადად იყენებენ მიწების ინვენტარიზაციის, ტყეთმოწყობის, მსხვილმასშტაბიანი გეგმების და სხვ მიწათმოწყობა-საკადასტრო სამუშოების შესასრულებლად.

აეროფოტოსურათები ასევე ხშირად გამოიყენება თანამედროვე მაღლივშენობებიანი დასახლებული პუნქტების გადასაღებად. აეროფოტოსურათი, გარჩევადობის მხრივ (იმ შემთხვევაშიც კი თუ აეროფოტოგადაღება შესრულდება დიდ სიმაღლეზე, გავლენა ექნება ატმოსფერულ ეფექტებს, კამერის „ხმაურს“ და სხვა ნეგატიურ მოვლენებს), ყოველთვის სჯობს კოსმოსურ სურათებს: მათთან შედარებით ბევრად უფრო დეტალურია. ამიტომ მჭიდროდ განაშენიანებული დასახლებული პუნქტების, მცენარული საფარის ქვეშ მდებარე რელიეფის, დიდი რაოდენობით წვრილი ობიექტების შემცველი (მაგ. სამრეწველო) ობიექტების დეშიფრირება-კარტოგრაფიება შესაძლებელია მხოლოდ აეროფოტოგადაღების საფუძველზე. მსხვილმასშტაბიანი ტოპოგეგმების შედგენისას მხოლოდ თვითმფრინავიდან გადაღებული სურათებია სახმელეთო აგეგმვის ხერხის ალტერნატივა.

აეროფოტოსურათების ნაკლი მისი შედარებით ძვირი ღირებულებაა. მისი გამოყენებისას მრავალი ოპერაცია სრულდება სტერეორეჟიმში, ციფრული ფოტოგრამმეტრიის სადგურების გამოყენებით. ამიტომ რუკების და გეგმების შედგენა აეროფოტოსურათების მიხედვით მოითხოვს დამატებით შრომით და შესაბამისად მატერიალურ რესურსებს. ეკომონიკური ღირებულებიდან გამომდინარე აეროფოტოსურათების გამოყენება ვრცელი ტერიტორიების შესწავლისთვის ასევე არ არის მიზანშეწონილი.

ლაზერული ლოკაცია

ავიაგადაღების ახალი სახე - ლაზერული ლოკაცია არის სივრცითი მონაცემების შეგროვების თანამედროვე ხერხი, რომლის დროსაც ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური აგეგმვისთვის ე. წ. „ლიდარი“ („ლიდარული სკანერი“, „ლაზერული ლოკატორი“) გამოიყენება. იგი გეოინფორმაციული და ციფრული ფოტოგრამმეტრიის

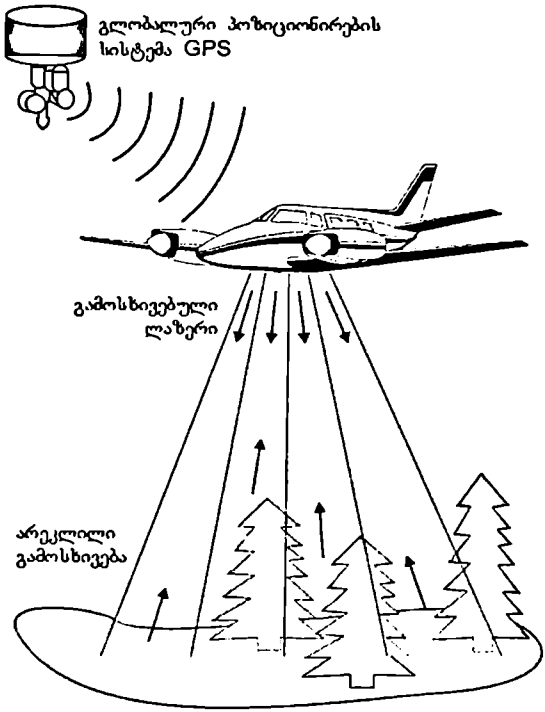
უახლესი მეთოდების შემადგენელი ნაწილია და გამოიყენება შემდეგ სფეროებში:

- ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური და მიწათმოწყობის სამუშაოები;
- საინჟინრო-საძიებო სამუშაოები;
- ტყეთმოწყობა;
- ეკოლოგია;
- სხვა.

ლაზერული ლოკაციის ძირითადი დანიშნულება დედამიწის რელიეფის შესახებ სივრცითი მონაცემების შეგროვებაა. ასეთი მონაცემების საფუძველზე ხდება გეგმების და რუკების შედგენა-განახლება, რელიეფის ციფრული მოდელების შექმნა და სხვა, რომელიც ეფუძნება ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიურ მონაცემებს.

ლაზერული ლოკაციის მუშაობის პრინციპია ოპტიკურ-ელექტრონული მოწყობილობიდან ლაზერის იმპულსური ან უწყვეტი გამოსხივების გენერაცია, რომელიც გამოიყენება დედამიწის ზედაპირზე ან ობიექტებამდე მანძილის გასაზომად. მეორე მთავარი კომპონენტია სანავიგაციო ბლოკი, დაფუძნებული - თანამგზავრულ ნავიგაციასა და ინერციალურ სისტემებზე. (ნახ. 24)

ლაზერული ლოკაციის უპირატესობაა მონაცემების წარმოდგენის შესაძლებლობა გადაღებიდან (აგეგმვიდან) მოკლე დროში - რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღეში. (მონაცემებში იგულისხმება ლაზერული წერტილების ერთობლიობა დაყოფილი მათი მორფოლოგიური კუთვნილების მხრივ: დედამიწა, მცენარეულობა, წყლის ზედაპირი, შენობა, ელექტროგადამცემი ხაზი და ა.შ. ასევე რელიეფის ციფრული მოდელები და სხვადასხვა ობიექტების სამგანზომილებიანი ციფრული მოდელები). ლაზერული ლოკაციის პრინციპული უპირატესობაა ასევე ის, რომ მთელი მასალა უკვე გადაღების პროცესშია მიბმული - მისთვის წინასწარ განსაზღვრუ-



ნახ. 24. ლაზერული ლოკაციის განხორციელების პრინციპული სქემა.

ლი გეოდეზიური ან გეოგრაფიული კოორდინატები და შემდგომში აღარ ესაჭიროება არავითარი საკოორდინატო კორექცია თუ გარდაქმნა. ასევე - მონაცემების შეგროვების ძირითადი პროცესი ველზევე სრულდება, კამერალურ დამუშავებას სჭირდება მინიმალური დრო.

ლაზერულ ლოკაციას ახასიათებს მაღალი აბსოლუტური გეოდეზიური სიზუსტე: გეგმიური და სიმაღლითი კოორდინატების მიხედვით 15 სმ-ის ფარგლებში. აღნიშნული პარამეტრი შეიძლება მაგ. სახმელეთო აგეგმვის ხერხებთან შედარებით დიდია, მაგრამ

დისტანციური ზონდირების მეთოდისთვის სრულიად დამაკმაყოფილებელია 1:1 000 მასშტაბის გეგმების შედგენისთვისაც კი.

სანავიგაციო ბლოკის წყალობით ლაზერული ლოკაციის დროს არ არის საჭირო ტრადიციულ აეროფოტოტოპოგრაფიაში გეგმიური სიმაღლითი საფუძვლის სახელით ცნობილი სახმელეთო გეოდეზიური სამუშაოს ჩატარება, რომლის დროსაც დეშიფრაციის (ინტერპრეტაციის) და მიბმის კორექტულად განხორციელებითვის კოორდინატების განსაზღვრასთან ერთად საჭიროა გარკვეული წერტილების გამოყოფა. აღნიშნული უპირატესობა უფრო საგრძნობია, როდესაც ხდება რთულად მისადგომი ადგილების აგეგმა.

ლაზერული ლოკაცია მაღალმწარმოებლური მეთოდიცაა. პრაქტიკაში ერთი გადასაღები დღის განმავლობში 500-600 კმ. ხაზოვანი, ან 500-1000 კვ. კმ-ის აგეგმაა შესაძლებელი. მონაცემების მიღება შემდგომი კამერალური დამუშავების გათვალისწინებით ძალიან სწრაფია. მაგ. იგივე ფართობის ტრადიციული ფოტოსურათების მეთოდით გადაღებას, შემდგომი დეშიფრაცია (ინტერპრეტაცია) და სხვა სამუშაოების გათვალისწინებით შესაძლოა თვეები დასჭირდეს.

ლიდარის მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე (აპარატი ახდენს თავისივე და არა მზის გამოსხივების რეგისტრაციას), აგეგმვის ჩატარება შესაძლებელია ღამით და წელიწადის ნებისმიერ სეზონზე. ნაკლოვანებებიდან უპირველეს ყოვლისა აღსანიშნავია ატმოსფეროს მდგომარეობაზე სერიოზულად დამოკიდებულება (თუმცა ასეთი პრობლემა: წვიმა, ნისლი, დაკვამლიანება და სხვა ხელისშემშლელი ფაქტორებია ელექტრომაგნიტური სპექტრის ოპტიკური დიაპაზონის რეგისტრაციის პრინციპით მომუშავე ყველა დისტანციური ზონდირების ხერხებისთვის). გარდა ამისა,. ლიდარული აგეგმვის ნაკლოვანებებია ზოგიერთი სახის ტოპოგეოდეზიური საქმიანობისთვის არასაკმარისი სიზუსტე, მონაცე-

მების დისკრეტულობა, სიზუსტის შემცირება აგეგმვის სიმაღლის გაზრდისას, დამკვირვებლის მხედველობის ორგანოებზე ზემოქმედება. [55]

აეროკოსმოსური მონაცემები

თანამედროვე კოსმოსური სურათები მიიღება დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებზე განთავსებული სენსორების საშუალებით შემდგომი ციფრული დამუშავებისთვის მოსახერხებელ ფორმატში. კოსმოსური დისტანციური ზონდირების უმეტესობა ეფუძნება ელექტრომაგნიტური სპექტრის არეკლილ ინფრანითელ, სითბურ ინფრანითელ და რადიო დიაპაზონის რეგისტრაციას.

ელექტრომაგნიტური სპექტრის დიაპაზონის რეგისტრაციაზე დაფუძნებული დისტანციური ზონდირების პრინციპული სქემა შემდეგნაირია: ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროდან (ბუნებრივი წყარო - მზე) სხივები ეცემა დედამიწის ზედაპირს, ხოლო ზედაპირიდან არეკლილი გამოსხივების რეგისტრაცია ხდება სენსორით და რეგისტრირებული ინფორმაცია სათანადო ფორმატით მიეწოდება მომხმარებელს. შემდგომ ეტაპზე ხდება მიღებული ინფორმაციის დამუშავება - დეშიფრირება, რომლის დროსაც ხდება საკვლევი ტერიტორიის/ობიექტის ფიზიკური, ქიმიური და სხვ. თვისებების იდენტიფიკაცია. სპეციალურად უნდა აღვნიშნოთ, რომ ზოგადად დეშიფრაცია (ინტერპრეტაცია) რთული საქმეა, ამიტომ კორექტული შედეგების მიღება მოითხოვს დეშიფრატორის მაღალ კვალიფიკაციას. დეშიფრირებული (ინტერპრეტირებული) სურათების გამოყენება პირდაპირ შესაძლებელია გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზის შექმნის ან აქტუალიზაციისთვის. მრავალ სფეროში დისტანციური ზონდირება არის გადაწყვეტილებების მიღების საკვანძო კომპონენტი.

დისტანციური ზონდირების ზოგიერთი სახეა:

- **სტერეოფოტოგადაღება**: რამდენიმე, თანამიმდევრობით განლაგებული წერტილების გადაფარვით მიღებული სურათები იძლევა უფრო ზუსტ წარმოდგენას სამგანზომილებიან ობიექტებზე და ამაღლებს შეფარდებას სიგნალსა და ხმაურს შორის;
- **მრავალზონალური** გადაღება: მრავალზონალური სურათების გამოყენება დაფუძნებულია სხვადასხვა ობიექტის ტონური მახასიათებლების უნიკალურობაზე. მონაცემების სიმკვეთრის მიხედვით სხვადასხვა სპექტრული დიაპაზონში გაერთიანება საშუალებას იძლევა მინიმალური შეცდომებით გამოიყოს სივრცითი სტრუქტურები;
- **მრავალდროითი** გადაღება: გეგმიური გადაღება წინასწარ განსაზღვრული თარიღების მიხედვით იმ ობიექტების შედარებითი ანალიზისთვის, რომელთაც დროში ცვალებადობა ახასიათებთ.
- **მრავალტონიანი** გადაღება: დისკრეტიზაციის სხვადასხვა დონით შესრულებულ გადაღებას იყენებენ საკვლევი ტერიტორიის უფრო დეტალური შესწავლისას. ასეთი წესით მონაცემების შეგროვების პროცესი ხშირად სამი ნაწილისაგან (კოსმოგადაღება, აეროგადაღება და სახმელეთო კვლევები) შედგება.
- **მრავალპოლარიზებული** გადაღება: ასეთი მეთოდით გადაღებული სურათები გამოიყენება არეკლილი გამოსხივების სხვადასხვაგვარად პოლარიზაციის საფუძველზე ობიექტებს შორის საზღვრების გასავლებად (მაგ. წყლის ზედაპირიდან არეკლილი გამოსხივება უფრო ძლიერადაა პოლარიზებული, ვიდრე მცენარეული საფარიდან).

დისტანციურ ზონდირებაში **კომბინირებული მეთოდს** უწოდებენ მრავალდროთ, მრავალზონიან და მრავალპოლარიზებულ

გადაღებას. **დისციპლინათაშორისი** ანალიზის განხორციელება გულისხმობს მონაცემების დამუშავებას (ინტერპრეტაციის) რამდენიმე ადამიანის მიერ, რომლებიც სპეციალიზირებულნი არიან სხვადასხვა სფეროზე. ამ მეთოდის საშუალებით მიიღება უფრო სრული და საიმედო ინფორმაცია. ასეთი ანალიზის შედეგები ხშირად წარმოდგენილია თემატური რუკების სახით.

თანამგზავრული სურათები შეიცავენ სხვადასხვა სპექტრულ დიაპაზონში მიღებულ სასარგებლო ინფორმაციას. ამას გარდა ინახება ციფრულ ფორმატში. კოსმოსური სურათები ფარავენ დიდ არეს, ამის წყალობით შესაძლებელი მათი გამოყენება თემატური რეგიონალური გამოკვლევების და მსხვილი სივრცითი ობიექტების, კერძოდ რელიეფის სტრუქტურის იდენტიფიკაციისთვის. ტერიტორიის რეგულარული გადაღება საშუალებას იძლევა გაკეთდეს წყლის რესურსების, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების აგროტექნიკური მდგომარეობის, ნიადაგის ეროზიის, ქალაქების ინფრასტრუქტურის და სხვა პროცესების, ობიექტების და მოვლენების მონიტორინგი, რომლებიც იცვლებიან ბუნებრივი თუ ანთროპოგენული ფაქტორების ზემოქმედებით. კოსმოსური სურათების გამოყენებით საკმაოდ იოლია რთულად მისაღწევი ტერიტორების შესახებ ინფორმაციის მიღება. დისტანციური ზონდირების კიდევ ერთი უპირატესობაა განსხვავებული გარჩევადობის სურათების მიღება, რაც იძლევა დისტანციური ზონდირების მონაცემების სხვადასხვა ამოცანების და საგნობრივ სფეროებში გამოყენების საშუალებას. დისტანციური ზონდირების მასალების ანალიზი ხდება კამერალურად და მოითხოვს ნაკლებ საველე გამოკვლევებს, რაც თავის მხრივ აკომპენსირებს შეძენილი მასალების ღირებულებას. ეკონომიკურად ეფექტურია კოსმოსური სურათების გამოყენება საშუალო და წვრილმასშტაბიანი რუკების ოპერატიული განახლებისთვის.

დისტანციური ზონდირების მასალების საფუძველზე სამ სპექტრალურ არხად ფორმირებული ფერადი გამოსახულება შეიცავს დიდ ინფორმაციას, ვიდრე ცალკეული სახმელეთო თუ აერო ფოტოსურათები. ხოლო სტერეოწყვილები იძლევა საშუალებას გაკეთდეს სივრცითი ობიექტების სამგანზომილებიანი ანალიზი. დისტანციური ზონდირების მასალების ციფრული ფორმატი და კომპიუტერის საშუალებით მათი ანალიზის/დამუშავების შესაძლებლობა უზრუნველყოფს შედეგების სწრაფ მიღებას.

დისტანციური ზონდირების მონაცემებს ცხადია აქვს ნაკლოვანებანიც. მათი დამუშავებისა და ანალიზისთვის საჭიროა ძალიან მაღალი კვალიფიკაცია და დიდ პრაქტიკული გამოცდილება. ასეთი მონაცემების გამოყენება ეკონომიკურად არაეფექტურია მომცრო ტერიტორიების ერთჯერადი გამოკვლევისთვის. კოსმოსური სურათების გამოყენება შეუძლებელია საინჟინრო მიზნებისთვის (მაგ. გეგმების შესადგენად). ციფრული სურათების დამუშავებისთვის საჭირო პროგრამული უზრუნველყოფა ძვირად ღირებულია.

ამასთან ერთად, თუ დისტანციური ზონდირების მასალების დეშიფრირებული შედეგები არ არის დადასტურებული საველე გამოკვლევებით, გამოყენებისას დიდი სიფრთხილეა საჭირო. [3]

ფოტოგრამმეტრია

ფოტოგრამმეტრია არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების ფორმის, ზომის და სივრცითი მდებარეობის განსაზღვრის ხერხებს ფოტოგრაფიულ გამოსახულებაზე განხორციელებული გაზომვების მიხედვით. უფრო ზუსტად ფოტოგრამმეტრიის შესწავლის საგანია დისტანციური ზონდირების მასალებზე გამოსახული ობიექტების გეომეტრიული და ფიზიკური თვისებები, გადაღებული ობიექტების

რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების დასადგენი ხერხები, ასევე იმ ხელსაწყოების და მეთოდოლოგიის დამუშავება, რომელთაც ფოტოგრამმეტრია იყენებს დასახული ამოცანების შესასრულებლად. [56] [57]

თანამედროვე ფოტოგრამმეტრიაში გამოიყოფა სამი ძირითადი მიმართულება:

- დისტანციური ზონდირების მასალების მიხედვით გეგმების და რუკების შედგენა;
- ფოტოგრამმეტრიის გამოყენება სხვადასხვა მეცნიერული და პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად;
- ფოტოგრამმეტრიის გამოყენება დედამიწის, მთვარის და სხვა პლანეტების ობიექტების შესწავლისთვის კოსმოსურ საფრენ აპარატებზე განთავსებული აპარატურის საშუალებით (დისტანციური ზონდირების მასალების გამოყენება პლანეტების ზედაპირის კარტოგრაფირებისა და ბუნებრივი რესურსების შესწავლისთვის). [56]

თანამედროვე ფოტოგრამმეტრია შემდეგი ძირითადი დისციპლინებისაგან შედგება:

ფოტოტოპოგრაფიული აგეგმვა, რომელიც ეწოდება ტოპოგრაფიული ან სპეციალური რუკების და გეგმების შექმნის პროცესების კომპლექსს (ადგილმდებარეობის გადაღება, საველე გეოდეზიური სამუშაოები, კამერალური სამუშაოები);

სახმელეთო ფოტოტოპოგრაფიული აგეგმა, რომელიც დაფუძნებულია საკვლევი ტერიტორიის სახმელეთო ფოტოგადაღებაზე, მიღებულს ფოტოთეოდოლიტის დახმარებით რაიმე ბაზისიდან. ამ შემთხვევაში ფოტოსურათების დამუშავება ხდება სტერეოფოტოგრამმეტრიული მეთოდებით და სპეციალური ხელსაწყოების გამოყენებით. ასეთ მეთოდს ზოგჯერ **ფოტოთეოდოლიტურ** ან **სახმელეთო სტერეოფოტოგრამმეტრიულ აგეგმვას** უწოდებენ.

ფოტოთეოდოლიტურ აგეგმას უფრო ხშირად არქიტექტურული გაზომვების, მინის სამუშაობის მოცულობის, საინჟინრო ნაგებობის დეფორმაციის განსაზღვის და სხვა მსგავსი სამუშაოებისთვის იყენებენ.

აეროფოტოტოპოგრაფიული აგეგმვა გულისხმობს ადგილმდებარეობის გადაღებას საფრენ აპარატებზე (თვითმფრინავი, კოსმოსური საფრენი აპარატი და სხვ.) განთავსებული აეროფოტოაპარატებით და ასეთი გზით მიღებული შედეგების დამუშავებას. შედეგების დამუშავების მიხედვით გამოიყენება აეროფოტოტოპოგრაფიის ორი მეთოდი: კომბინირებული და სტერეოფოტოტოპოგრაფიული.

აეროფოტოპოტოგრაფული აგეგმვის **კომბინირებული მეთოდს**, რომელიც გულისხმობს რუკის გეგმიური (კონტურული) ნაწილის მიღებას კამერალურ -, ხოლო მაღლივი ნაწილის - საველე პირობებში, თავისი აქტუალობა პრაქტიკულად დაკარგული აქვს.

რაც შეეხება **სტერეოფოტოტოპოგრაფიულ მეთოდს**, მისი გამოყენება გულისხმობს როგორც გეგმიური (კონტურული), ისე მაღლივი ნაწილის კამერელურ პირობებში მიღებას, რის გამოც თანამედროვე პირობებში კარტოგრაფირების ძირითადი მეთოდია. [58]

ფოტოგრამმეტრიულ მეთოდს ძირითადად მიმართავენ საკვლევი ტერიტორიის დიდი ფართობების ან არასწორი რელიეფის შემთხვევაში. მონაცემების ამ ხერხით შეგროვებისას გამოიყენება ისეთი ინსტრუმენტები, როგორიცაა ანალიტიკური და ანალოგიური სტერეოპლოტერები, კოდირების მოწყობილობითა და ციფრული ფოტოგრამმეტრიული სადგურით.

ანალოგიური სტერეოპლოტერი - ეს არის მოწყობილობა, განკუთვნილი აეროფოტოსურათიდან სამგანზომილებიანი მონაცემების მისაღებად. სტერეოპლოტერები აღჭურვილნი არიან ხაზოვანი და როტაციული კოდირების მოწყობილობებით, რომელთა ელექტრო-

ნული სიგნალი გარდაიქმნება საკოორდინატო წერტილებად სხვადასხვა ციფრატორის საშუალებით. ფოტოგრამმეტრიის ამ მეთოდში ოპერაციების დიდი ნაწილი, განზომილების წერტილების ამორჩევის ჩათვლით სრულდება ოპერატორის მიერ, ხელით. ანალიტიკური პლოტერის გამოყენებისას ოპერატორის მიერ გაზომილი წერტილების კოორდინატები გამოიყენება შესაბამისი ფოტოგრამმეტრიული კოორდინატების ავტომატური გამოთვლებისთვის თითოეულ სტერეოწყვილზე. ეს პროცედურა სრულდება რეალური დროის რეჟიმში სტერეოწყვილის კომპიუტერული სისტემის საშუალებით. შემდეგ ხდება ფოტოსურათების მდებარეობის კორექცია ისე, რომ მიიღონ ერთიან სტერეოსკოპული გამოსახულება. ანალოგიურ პლოტერზე კოორდინატების შეცვლის პროცედურა შეიძლება დაპროგრამდეს შესაბამისი სახით. მაგ. შეიძლება მიეთითოს არარეგულარული ბადე გაზომვის ისეთი ცვლადი სიმჭიდროვით, რაც ყველაზე უკედ შეესაბამება მოცემული ტერიტორიის თავისებურებებს.

ციფრულ ფოტოგრამმეტრიაში ანალოგიური სტერეოწყვილების ნაცვლად გამოიყენება ციფრული გამოსახულება, რომლის მიღებაც შეიძლება აეროფოტოსურათის ძალიან მაღალი გარჩევადობით სკანირებისა ან დისტანციური ზონდირების მეთოდების გამოყენებით.

ციფრული **ფოტოგრამმეტრიული სამუშაო სადგური** წარმოადგენს განსაკუთრებულ კომპლექსს, რომელიც შედგება ძირითადი მოწყობილობისაგან, პროგრამული უზრუნველყოფისა და პერიფერიული მოწყობილებისგან (ციფრული კამერის, ლენტური სკანერის და პლოტერებისგან). ციფრული ფოტოგრამმეტრიული სამუშაო სადგური განკუთვნილია ინტერაქტიური სტერეოგაზომვებისთვის და აღჭურვილია პროგრამების მაკეტით, რომელიც იძლევა უმეტესი ფოტოგრამმეტრიული ოპერაციების ავტომატიზაციის

საშუალებას. ასეთი სადგურის საშუალებით ოპერატორს შეუძლია დაათვალიეროს, შეამოწმოს და რედაქტირება გაუკეთოს მიღებულ მონაცემებს. ციფრული ფოტოგრამმეტრიის წყალობით პირველად გაჩნდა მაღალი გარჩევადობის კოსმოსური სტერეოსურათებიდან რელიეფის ციფრული მონაცემების მიღების შესაძლებლობა.

ფოტოგრამმეტრიული და სტერეოფოტოგრამმეტრიული მეთოდების გამოყენების ძირითადი უპირატესობანია: შედეგების მაღალი სიზუსტე, მაღალი მწარმოებლურობა, მიღებული ინფორმაციის ობიექტურობა, საჭიროების შემთხვევაში გაზომვების გამეორების შესაძლებლობა, მთლიანად ობიექტის ან მისი ნაწილების შესახებ ინფორმაციის მიღების მოკლე დრო, სამუშაოების წარმოების უსაფრთხოება (მაგ. როდესაც საკვლევი ობიექტი რთულად მისადგომია ან მასთან მჭიდრო კონტაქტი საშიშია ადამიანის ჯანმრთელობისთვის), ასევე მოძრავი ობიექტების და სწრაფად მიმდინარე პროცესების შესწავლის შესაძლებლობა.

ფოტოგრამმეტრიული მეთოდების გამოყენების ნაკლოვანებანია საერთოდ დისტანციური ზონდირებისთვის დამახასიათებელი პრობლემები: დამოკიდებულება მეტეოროლოგიური პირობებზე და შესრულებული სამუშაოს საველე კვლევებით კონტროლის აუცილებლობა არასწორი შედეგების აღმოჩენის მიზნით. თუმცა ფოტოგრამმეტრიის გამოყენება ინფორმაციის შეგროვების სხვა ხერხებთან ერთად იძლევა დასახული ამოცანების გადაჭრის საშუალებას მინიმალური დროისა და შრომითი რესურსების დანახარჯის პირობებში. [56]

გლობალური პოზიცირების სისტემა (GPS)

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისთვის მონაცემების შეგროვების ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური საშუალებაა გლობა-

ლური პოზიცირების სისტემების გამოყენება, რომელსაც ტრადიციულად „ჯიპიესად“ მოიხსენიებენ. ადგილმდებარეობის განსაზღვრის გლობალური პოზიცირების სისტემა არის თანამგზავრული დაკვირვების სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დედამიწის ზედაპირზე ნებისმიერი წერტილის x, y და z კოორინატების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრისთვის. ამ სისტემის ოფიციალური სახელწოდებაა „ნავსტარი“ (NAVSTAR), მაგრამ ფართო საზოგადოებისთვის უფრო ცნობილია როგორც GPS-Global Positioning System. სისტემის შემადგენელი თანამგზავრები მოძრაობენ დედამიწის გარშემო წრიულ ორბიტაზე. (ორბიტა მდებარეობს დაახლოებით 20000 კმ. სიმაღლეზე და დახრილია 55°). გპს-ით (GPS) ობიექტის კოორდინატების განსაზღვრა ხდება კონკრეტულ საკოორდინატო სისტემაში. [3] [37]

დედამიწის ზედაპირზე ობიექტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრა ხდება სპეციალური გპს (GPS) **მიმღების** საშუალებით, რომელიც თავის მხრივ სიგნალს იღებს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებიდან. თავდაპირველად აშშ სამხედრო საჭიროებისთვის შექმნილი ეს ტექნოლოგია დღეს ფართოდ გამოიყენება სამოქალაქო მიზნებისთვისაც. გპს-ის (GPS) საშუალებით აწარმოებენ გეოდეზიური გაზომვების მნიშვნელოვან ნაწილს (მაგ. საკადასტრო გეგმების გეოდეზიური საფუძვლის შექმნა და კონტურების წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა).

კოორდინატების განსაზღვის ორი მეთოდი არსებობს: აბსოლუტური და დიფერენცირებული. **აბსოლუტურში** გამოიყენება მხოლოდ ერთი მიმღები, ხოლო **დიფერენცირებულში** – ორი: ერთი სტაციონარული, მეორე მობილური. სტაციონარული მიმღები მოთავსებულია უძრავად ისეთ წერტილში, რომლის კოორდინატები წინასწარ არის განსაზღვრული და ახდენს ყველა „ხილული“თანამგზავრებთან სიშორის განსაზღვრას, ასევე აფიქსირებს ატმოსფეროს და იონოსფეროს მუდმივად ცვლად მახასიათებლებს. აღნიშნული ინფორმაციის

ნაკრების დამუშავების საფუძველზე სტაციონარული სადგური ითვლის დიფერენცირებულ შესწორებებს თანამგზავრების სიშორისა და სიჩქარისთვის.

მობილური გადამცემი თანამიმდევრობით თავსდება იმ წერტილებში, რომელთა კოორდინატებიც უნდა განისაზღვროს. კოორდინატების განსაზღვრა შესაძლებელია ორ რეჟიმში: რეალურ დროში (On-Line), ან შემდგომი დამუშავების დროს (Off-Line).

გპს (GPS) გამოიყენება არა მხოლოდ გეოდეზიასა და კარტოგრაფიაში, არამედ ეკოლოგიაში, საკადასტრო სამუშაოების წარმოებისთვის, ნავიგაციაში და სხვ. მრავალ დარგში. გპს (GPS) ინტენსიური გამოყენება განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით:

- წერტილის კოორდინატების განსაზღვრა შესაძლებელია უფრო მაღალი სიზუსტით, ვიდრე აგეგმვის სხვა, ტრადიციული მეთოდებით;
- კოორდინატების განსაზღვრისთვის საჭირო დრო გაცილებით ნაკლებია სხვა ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით;
- გპს-ით (GPS) აგეგმვისას აუცილებელი არ არის ასაგეგმი ობიექტებს შორის პირდაპირი ხედვის არსებობა;
- გპს (GPS) აგეგმა თავსებადია ტაქეომეტრიულ აგეგმვასთან;
- გპს (GPS) აგეგმვის დროს შესაძლებელია ხელსაწყოს მეხსიერებაში ნებისმიერი სემანტიკური ინფორმაციის ჩაწერა.
- შესაძლებელია აგეგმვის შედეგების მოსახერხებელ გის ფორმატში ექსპორტი. [1] [15]

მონაცემთა სხვა წყაროები და მათი შეგროვება

ციფრული ტოპოგრაფიული მონაცემების მიღება შეიძლება პირდაპირი გაზომვის მეთოდებითაც, მაგ. **ელექტრონული ტაქეომეტრით** გაზომილი მანძილების და კუთხეების საშუალებით ითვლიან კოორდინატებს და რელიეფის წერტილების სიმაღლეებს.

ასევე – სიმაღლეების და მანძილების სხვაობას ჰორიზონტალურად და პირდაპირის გასწვრივ. ეს ხელსაწყოები აღჭურვილია ჩამოინტაჟებული შიდა მეხსიერებით ან მონაცემთა გარე (მოსახსნელი) მოწყობილებით, რომელთა საშუალებითაც მონაცემები პირდაპირ გადადის კომპიუტერში.

გის მონაცემების ბაზის წყარო ყოველთვის არ არის გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემები. ინფორმაციის მნიშვნელოვანი წყარო შეიძლება იყოს **ტექსტური** ან **ცხრილური** მონაცემები. ცხრილი ან ნუსხა ზოგ შემთხვევაში სრულყოფილ ინფორმაციულ რესურსს წარმოადგენს. მონაცემთა ბაზაში ჩასართავ ცხრილებს უნდა ჰქონდეთ შესაბამის სტრუქტურა, სვეტების სათაურები, ტიპური ჩანაწერები და რესურსების წარმოშობის წყარო. ასე მომზადებული მონაცემები სრულიად გამოსადეგია ატრიბუტული მონაცემთა ბაზებისთვის და საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია პირდაპირ ჩაერთოს გის ბაზაში. ელექტრონული ცხრილები ყველაზე ხშირად წარმოადგენლია „ექსელის“ (MS Excel.xlsx), მონაცემთა ბაზები კი „ექსესის“ (MS Access.accdb) ფორმატით.

ტექსტურ დოკუმენტებში მოცემული საგნობრივი ან თემატური ინფორმაცია მიეკუთვნება ტექნიკურ, ეკონომიკურ, სტატისტიკურ, სოციოლოგიურ, დემოგრაფიულ და სხვ. მონაცემებს. ტექსტური ფაილები ძირითადად შემდეგი ფორმატითაა წარმოდგენილი: „პედეეფი“ (Adobe.pdf), „ვორდი“ (MS Word.doc) ან „ტექსტი“ (Text.txt).

თითქმის ყველა ქვეყანაში არსებობს სახელმწიფო ორგანიზაციები, რომლებიც აწარმოებენ გეოდეზიურ-კარტოგრაფიულ, სამეცნიერო-ტექნიკურ და ზედამხედველობით საქმიანობას. პარალელურად კი აგროვებენ ინფორმაციას ნიადაგის შემადგენლობის, რელიეფის, მოსახლეობის და ა.შ. შესახებ. მონაცემების კიდევ ერთი სასარგებლო წყაროა ინტერნეტი.

ინტერნეტი

ინტერნეტი მსოფლიო კომუნიკაციური ქსელია, რომელშიც ინფორმაციის გადაცემა ხდება თანამგზავრული და სხვა სახის რადიოარხებით, ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ქსელით, კაბელებითა და სატელეფონო ხაზებით. ინტერნეტის დანიშნულება მასში ვებ. გვერდების საშუალებით წარმოდგენილი ინფორმაციის ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფაა. მომხმარებლები მონაცემებს სპეციალური პროგრამების, **ბროუზერებს** საშუალებით უკავშირდებიან.

ინტერნეტის განვითარებით, შეიძლება ითქვას, შექმნა ერთგვარი გეოინფორმაციული გარემო:. მისი საშუალებით ხელმისაწვდომია ციფრული, კოორდინატულად მიბმული რესურსების (მაგ. wikimepia.org, Google Earth, Yandex map და სხვა წყაროები), რომელნიც თავიან ხარისხს და ფუნქციურ შესაძლებლობას წლიდან წლამდე აუმჯობესებენ.

გის მომხმარებელს ინტერნეტში შეუძლია ნახოს ელექტრონული ზოგადგეოგრაფიული და სხვა ტიპის რუკები, ატლასები. სკანირებული რუკები, აეროკოსმოსური სურათები, ვექტორული და თემატური მონაცემების მთელი ბიბლიოთეკები, სხვა მასალები, რომლების გამოყენება შესაძლებელია გეოინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზებისთვის. ინტერნეტის, როგორც მონაცემების წყაროს ნაკლოვანებებია:

- ინტერნეტქსელი საქართველოს რეგიონებში ჯერ კიდევ სუსტადაა განვითარებული და მომხმარებლებს შეზღუდვა აქვთ დიდი მოცულობის რესურსების გაცნობისას.
- ზოგიერთი მონაცემების ნაკრების ხარისხი ან სპეციალურად შემცირებულია ან საეჭვოა. [5] [9] [1]

მეტამონაცემები

გის მონაცემთა ბაზაში გამოსაყენებელი მონაცემების არასაიმედოობა მხოლოდ ინტერნეტ რესურსებს არ ახასიათებთ. ასეთი

პრობლემის თავიდან ასაცილებლად გის მონაცემთა ბაზისთვის მნიშვნელოვანი კომპონენტია მეტამონაცემები (MetaData). იგი, მარტივი ენით რომ ვთქვათ, წარმოადგენს „მონაცემებს მონაცემების შესახებ“. მეტამონაცემები გის-ში გამოყენებულ რესურსებს აღწერს ისეთნაირად, როგორც დავუშვათ ბიბლიოთეკაში კატალოგის ბარათი - წიგნს. მეტამონაცემების ფაილები, როგორც წესი, მონაცემთა ბაზების შექმნის პარალელურად იქმნება და მოიცავს ინფორმაციას მონაცემების ტერიტორიული მომცველობის, მასშტაბის, პროექციის, გეოგრაფიული საფუძვლის, გამოყენებული წყაროების, შექმნის თარიღის და სხვა ისეთ დეტალებს, რომლის მიხედვითაც მომხმარებელი მიიღებს ამომწურავ ცნობებს მონაცემების ბაზის შესახებ. თანამედროვე გის პროგრამულ უზრუნველყოფაში მეტამონაცემების შექმნა საკმაოდ მარტივი პროცედურაა. [5] [3]

მონაცემების ძირითადი წყაროები და მათი შეგროვება
(რეზიუმე)

გეოგრაფიული **რუკა** დედამიწის სინამდვილეში არსებული საგნებისა და მოვლენების სუბიექტური გამოსახულებაა, რომელიც სპეციფიკური საშუალებით - რუკის ენით აისახება სიბრტყეზე. მისი საშუალებით ხდება ნებისმიერი მოცულობის გეოგრაფიული (სივრცითი) ინფორმაციის კომპაქტურად შენახვა და გადმოცემა, გეოგრაფიული ობიექტების, მათი ურთიერთკავშირის, თავისებურებების, კანონზომიერების და სხვა მახასიათებლების შესწავლა. გეოგრაფიული და კარტოგრაფიული მოდელირების საშუალებით რუკები არა მარტო გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების მდებარეობას და სხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ მახასიათებლებს გადმოსცემენ, არამედ სხვადასხვა ბუნებრივი თუ საზოგადოებრივი პროცესის შესწავლის და პროგნოზირების მძლავრ საშუალებად გადაიქცნენ. კაცობრიობის განვითარების

მანძილზე დაგროვილი უამრავი განსხვავებული რუკის **კლასიფიკაცია** ხდება მასშტაბის, შინარსის და ტერიტორიის მომცველობის მიხედვით. რუკების გარდა **კარტოგრაფიული გამოსახულებებია**: ატლასები, ბლოკ-დიაგრამები, რელიეფური რუკები, ფოტორუკები, რუკები-მიკროფირები, ანაგლიფური რუკები, ციფრული რუკები, ელექტრონული რუკები და კარტოგრაფიული ანიმაცია.

რუკები გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემეთა ბაზებისთვის უპირველესი წყაროა. გის მონაცემთა ბაზის ფორმირებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზოგადგეოგრაფიული რუკები და ატლასები. გეოინფორმატიკაში ქაღალდის (ანალოგიური) რუკების გამოყენებისთვის საჭიროა მათი ციფრულ ფორმატში გადაყვანა - **აციფვრა**. ამისთვის გამოიყენება **დიგიტაიზერი** და **სკანერი**. გის მონაცემთა შეგროვებისთვის ყველაზე მოსახერხებელი ე. წ. ფოტოგრამმეტრიული: სპეციალიზირებული და დიდი ფორმატის სკანერები, რომელთათვისაც დამახასიათებელია მაღალი სიზუსტე და სტაბილურობა. ყველა მოწყობილობა უნდა შეესაბამებოდეს გარკვეულ ტექნიკურ მოთხოვნებს გარჩევადობის, სიზუსტის, დასასკანერებელი ველის ზომით, გამომავალი ფაილების ფორმატით და პროგრამული უზრუნველყოფის შესაძლებლობებით.

რუკა სხვადასხვა ელემენტებისგან შედგება. **რუკის ელემენტებს** უწოდებენ შემადგენელ ნაწილებს, რომლებიც მოიცავს თავად კარტოგრაფიულ გამოსახულებას და ჩარჩოსმიღმა გაფორმებას. **კარტოგრაფიული გამოსახულება** ანუ რუკის შინაარსი რუკის მთავარი ელემენტია. კარტოგრაფიული გამოსახულების გარდა, ნებისმიერი რუკის აუცილებელი ელემენტებია: **მათემატიკური საფუძველი** (პროექცია, საკოორდინატო სისტემა და საყრდენი გეოზედიური ქსელი), **მასშტაბი**, **ლეგენდა**.

კარტოგრაფული პროექცია არის სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე გაშლის მათემატიკური ხერხი. კარტოგრაფიულ პროექციებს

ახასიათებთ სიგრძის, კუთხეების და ფორმების დამახინჯებანი. **დამახინჯების** მიხედვით გამოყოფენ: ტოლკუთხა, ტოლდიდ და ნებისმიერ პროექციების ჯგუფებს. **გამოსახვის ხერხის** მიხედვით პროექციები იყოფა: ცილინდრულ, კონუსურ, აზიმუტურ, მრავალწახნაგოვან და პირობითად. კარტოგრაფიულ პროექციას მეორენაირად კარტოგრაფიულ ბადეს უწოდებენ. **კარტოგრაფიული ბადე** შედგება პარალელებისა და მერიდიანებისგან. **გეოგრაფიული კოორდინატები** (გრძედი და განედი) არის კუთხური სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავენ ნებისმიერი წერტილის მდებარეობას საწყისი მერიდიანის და ეკვატორის მიმართ. **წერტილის განედი** არის კუთხე ეკვატორის სიბრტყესა და მოცემული წერტილის მართობს შორის, ხოლო **გრძედი** - კუთხე რომელიც წარმოიქმნება საწყის მერიდიანის სიბრტყესა და მოცემულ წერტილის სიბრტყეს შორის. **პარალელი** არის ნებისმიერ ხაზი, რომლის ყველა წერტილს აქვს ერთნაირი განედი, ხოლო **მერიდიანი** - ხაზი, რომლის ყველა წერტილი მდებარეობს ერთ გეოგრაფიულ გრძედზე. **ნულოვან მერიდიანს** უწოდებენ დიდ ბრიტანეთში მდებარე გრინვიჩის ობსერვატორიაზე გამავალ მერიდიანს. **ეკვატორი** არის წირი, რომელიც წარმოიქმნება ბრუნვის ღერძის მართობული და დედამიწის ცენტრზე გამავალი სფეროს გადაკვეთით.

რუკის მასშტაბი არის რუკაზე ობიექტების შემცირების ხარისხი დედამიწის (უფრო ზუსტად კი ელიფსოიდის) ზედაპირზე მათ ზომებთან შედარებით. მასშტაბს, რომელიც რუკის საერთო შემცირებას ახასიათებს - **მთავარი მასშტაბი** ეწოდება. ადგილის ხაზის სიგრძეს, რომელიც მოცემული მასშტაბის რუკაზე შეესაბამება 0,1 მმ - ამ მასშტაბის **ზღვრულ სიზუსტედ** იწოდება. განასხვავებენ ხაზოვან, რიცხვით და სახელდებულ მასშტაბს. **რუკის ლეგენდის** საშუალებით ახსნილია რუკაზე გადმოცემული ინფორმაციის პირობითი აღნიშვნები (შრაფირება, ფერები, სხვა ხერხით განსხვავებულად

გამოსახული ობიექტები, რიცხვითი მნიშვნელობები და სხვ.). **საყრდენი გეოდეზიული ქსელი** უზრუნველყოფს დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის ელიფსოიდის ზედაპირზე გადასვლას და გეოგრაფიული ელემენტების საკოორდინატო სისტემის მიმართ სწორ განლაგებას.

დისტანციური ზონდირება შეიძლება განიმარტოს, როგორც დედამიწის ზედაპირის, მასზე მიმდინარე პროცესების და მოვლენების, ობიექტების ან მისი წიაღის შესახებ ინფორმაციის მიღების მეთოდი, რომლისთვისაც ძირითადად გამოიყენება საჰაერო ან კოსმოსური საფრენი აპარატებიდან შეგროვებული მონაცემები. დისტანციური ზონდირების ძირითადი საშუალებებია აეროფოტოგადაღება, ლაზერული ლოკაცია და კოსმოსური გადაღება. **აეროფოტოსურათი** არის ადგილმდებარეობის ფოტოგრაფიული გამოსახულება, მიღებული თვითმფრინავიდან, შვეულმფრენიდან ან სხვა საფრენი აპარატიდან. აეროფოტოსურათს **გეგმიურს** უწოდებენ თუ ფოტოგრაფირების ღერძი გადასაღები ზედაპირის მიმართ შვეულად მდებარეობს და **პერსპექტიულს** - თუ ეს ღერძი დახრილია. სპეციალური მეთოდოლოგიით დამუშავებულ (ტრანსფორმირებულ) სურათებს, რომლებზეც აღმოფხვრილია რელიეფის და რადიალური დამახინჯება - **ორთოფოტოსურათებს** უწოდებენ. ასეთი სურათები გეომეტრიულად რუკების ექვივალენტია ანუ გეოგრაფიულ ობიექტებს ასახავენ მათ ჭეშმარიტ ორთოგრაფიულ მდგომარეობაში. **ლაზერული ლოკაცია** არის სივრცითი მონაცემების შეგროვების თანამედროვე ხერხი, რომლის დროსაც ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური აგეგმვისთვის ე. წ. „ლიდარი“ („ლიდარული სკანერი“, „ლაზერული ლოკატორი“) გამოიყენება. მისი მუშაობის პრინციპია ოპტიკურ ელექტრონული მოწყობილობიდან ლაზერის იმპულსური ან უწყვეტი გამოსხივების გენერაცია, რომელიც გამოიყენება დედამიწის ზედაპირზე ან ობიექტებამდე მანძილის

გასაზომად. მეორე მთავარი კომპონენტია სანავიგაციო ბლოკი, რომელიც დაფუძნებული - თანამგზავრულ ნავიგაციასა და ინერციალურ სისტემებზე.

კოსმოსური სურათები მიიღება დედამიწის ხელოვნურ თანამგზავრებზე განთავსებული სენსორების საშუალებით შემდგომი ციფრული დამუშავებისთვის მოსახერხებელ ფორმატში. კოსმოსური დისტანციური ზონდირების უმეტესობა ეფუძნება არეკლილი ელექტრომაგნიტური სპექტრის ინფრაწითელ, სითბურ ინფრაწითელ და რადიო დიაპაზონის რეგისტრაციას. **კოსმოსური გადაღების** სახეებია: სტერეოფოტო-, მრავალზონალური, მრავალდროითი, მრავალტონიანი და მრავალპოლარიზებული გადაღება. დისტანციურ ზონდირებაში **კომბინირებულ მეთოდს** უწოდებენ მრავალდროთ, მრავალზონიან და მრავალპოლარიზებულ გადაღებას. **დისციპლინათაშორისი ანალიზის** განხორციელება გულისხმობს მონაცემების დამუშავებას (ინტერპრეტაციას) რამდენიმე ადამიანის მიერ, რომლებიც სპეციალიზირებულნი არიან სხვადასხვა სფეროზე.

ფოტოგრამმეტრია არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების ფორმის, ზომის და სივრცითი მდებარეობის განსაზღვრის ხერხებს ფოტოგრაფიულ გამოსახულებაზე განხორციელებული გაზომვების მიხედვით. თანამედროვე ფოტოგრამმეტრიაში გამოიყოფა სამი ძირითადი მიმართულება: დისტანციური ზონდირების მასალების მიხედვით გეგმების და რუკების შედგენა, ფოტოგრამმეტრიის გამოყენება სხვადასხვა მეცნიერული და პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად; ფოტოგრამმეტრიის გამოყენება დედამიწის, მთვარის და სხვა პლანეტების ობიექტების შესწავლისთვის კოსმოსურ საფრენ აპარატებზე განთავსებული აპარატურის საშუალებით.

თანამედროვე ფოტოგრამმეტრია შემდეგი ძირითადი დისციპლინებისაგან შედგება:**ფოტოტოპოგრაფიული აგეგმვა**, რომელიც

ეწოდება ტოპოგრაფიული ან სპეციალური რუკების და გეგმების შექმნის პროცესების კომპლექსს, **სახმელეთო ფოტოტოპოგრაფიული აგეგმა**, რომელიც დაფუძნებულია საკვლევი ტერიტორიის სახმელეთო ფოტოგადაღებაზე, მიღებულს ფოტოთეოდოლიტის დახმარებით რაიმე ბაზისიდან. ასეთ მეთოდს ზოგჯერ **ფოტოთეოდოლიტურ** ან **სახმელეთო სტერეოფოტოგრამმეტრიულ აგეგმვას** უწოდებენ. **აეროფოტოტოპოგრაფიული აგეგმვა** გულისხმობს ადგილმდებარეობის გადაღებას საფრენ აპრატებზე (თვითმფრინავი, კოსმოსური საფრენი აპარატი და სხვ.) განთავსებული აეროფოტოაპარატებით მიღებული შედეგების დამუშავებას. შედეგების დამუშავების მიხედვით გამოიყენება აეროფოტოტოპოგრაფიის ორი მეთოდი: 1. **კომბინირებული,** რომელიც გულისხმობს რუკის გეგმიური (კონტურული) ნაწილის მიღებას კამერალურ -, ხოლო მაღლივი ნაწილის - საველე პირობებში. 2. **სტერეოფოტოტოპოგრაფიული მეთოდის** გამოყენება გულისხმობს როგორც გეგმიური (კონტურული), ისე მაღლივი ნაწილის კამარელურ პირობებში მიღებას. ფოტოგრამმეტრიული მეთოდი ძირითადად გამოიყენება საკვლევი ტერიტორიის დიდი ფართობების ან არასწორი რელიეფის შემთხვევაში. **ანალოგიური სტერეოპლოტერი** - ეს არის მოწყობილობა, განკუთვნილი აეროფოტოსურათიდან სამგანზომილებიანი მონაცემების მისაღებად. **ელექტრონული ტაქეომეტრით** გაზომილი მანძილების და კუთხეების საშუალებით ითვლიან კოორდინატებს და რელიეფის წერტილების სიმაღლეებს. ასევე – სიმაღლეების და მანძილების სხვაობას ჰორიზონტალურად და პირდაპირის გასწერივ.

გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების მნიშვნელოვანი წყარო შეიძლება იყოს **ტექსტური** ან **ცხრილური მონაცემები.** ცხრილი ან ნუსხა ზოგ შემთხვევაში სრულყოფილ ინფორმაციულ რესურსს წარმოადგენს. მონაცემთა ბაზაში ჩასართავ ცხრილებს

უნდა ჰქონდეთ შესაბამისი სტრუქტურა, სვეტების სათაურები, ტიპური ჩანაწერები და რესურსების წარმოშობის წყარო.

დედამიწის ზედაპირზე ობიექტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრა ხდება სპეციალური გპს (GPS) მიმღების საშუალებით, რომელიც თავის მხრივ სიგნალს იღებს დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრებიდან. ადგილმდებარეობის განსაზღვრის გლობალური პოზიცირების სისტემა (GPS-Global Positioning System) არის თანამგზავრული დაკვირვების სისტემა, რომელიც განკუთვნილია დედამიწის ზედაპირზე ნებისმიერი წერტილის **x**, **y** და **z** კოორდინატების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრისთვის. კოორდინატების განსაზღვის ორი მეთოდი არსებობს: აბსოლუტური და დიფერენცირებული. **აბსოლუტურში** გამოიყენება მხოლოდ ერთი მიმღები, ხოლო **დიფერენცირებულში** – ორი: ერთი სტაციონარული, მეორე მობილური. სტაციონარული მიმღები მოთავსებულია უძრავად ისეთ წერტილში, რომლის კოორდინატები წინასწარ არის განსაზღვრული და ახდენს ყველა „ხილული" თანამგზავრებთან სიშორის განსაზღვრას, ასევე აფიქსირებს ატმოსფეროს და იონოსფეროს მუდმივად ცვლად მახასიათებლებს. აღნიშნული ინფორმაციის ნაკრების დამუშავების საფუძველზე სტაციონარული სადგური ითვლის დიფერენცირებულ შესწორებებს თანამგზავრების სიშორისა და სიჩქარისთვის. გპს (GPS) აქვს შემდეგი უპირატესობანი: წერტილის კოორდინატების განსაზღვრა შესაძლებელია უფრო მაღალი სიზუსტით, ვიდრე აგეგმვის სხვა, ტრადიციული მეთოდებით; კოორდინატების განსაზღვრისთვის საჭირო დრო გაცილებით ნაკლებია სხვა ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით; გპს-ით (GPS) აგეგმვისას აუცილებელი არ არის ასაგეგმი ობიექტებს შორის პირდაპირი ხედვის არსებობა; გპს (GPS) აგეგმა თავსებადია ტაქეომეტრიულ აგეგმვასთან; გპს (GPS) აგეგმვის დროს შესაძლებელია ხელსაწყოს მეხსიერებაში ნებისმიერი სემანტიკური ინფორმაციის ჩაწერა;

შესაძლებელია აგეგმვის შედეგების მოსახერხებელ გის ფორმატში ექსპორტი.

ინტერნეტი მსოფლიო კომუნიკაციური ქსელია, რომელშიც ინფორმაციის გადაცემა ხდება თანამგზავრული და სხვა სახის რადიოარხების, ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ქსელის, კაბელებისა და სატელეფონო ხაზებით. მომხმარებლები ამ ინფორმაციასთან წვდომას ახორციელებენ სპეციალური პროგრამების **ბროუზერების** საშუალებით. გის მომხმარებელს ინტერნეტში შეუძლია ნახოს ელექტრონული რუკები და ატლასები, სკანირებული რუკები, აეროკოსმოსური სურათები, ვექტორული და თემატური მონაცემების მთელი ბიბლიოთეკები, ასევე სხვა მასალები, რომლების გამოყენება შესაძლებელია გეოინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზებისთვის.

მეტამონაცემები არის „მონაცემები მონაცემების შესახებ“ იგი მოიცავს ინფორმაციას მონაცემების ტერიტორიული მომცველობის, მასშტაბის, პროექციის, გეოგრაფიული საფუძვლის, გამოყენებული წყაროების, შექმნის თარიღის და სხვა ისეთ დეტალებს, რომლის მიხედვითაც მომხმარებელი მიიღებს ამომწურავ ცნობებს მონაცემების ბაზის შესახებ.

საკონტროლო შეკითხვები V თავისთვის

- რა არის რუკა?
- როგორ ხდება რუკათა კლასიფიკაცია მასშტაბის მიხედვით?
- როგორ ხდება რუკათა კლასიფიკაცია შინაარსის მიხედვით?
- როგორ ხდება რუკათა კლასიფიკაცია ტერიტორიის მომცველობის მიხედვით?
- რა განსხვავებაა ზოგადგეოგრაფიულ და ტოპოგრაფიულ რუკას შორის?
- მოკლედ აღწერეთ სხვა კარტოგრაფიული გამოსახულებანი.

- რა მეთოდებით ხდება ქაღალდის რუკის ციფრულ ფორმატში გადაყვანა?
- რას ნიშნავს რუკის ელემენტი?
- რა არის კარტოგრაფიული გამოსახულება?
- რა არის კარტოგრაფიული პროექცია?
- რა და რა დამახინჯებანი ახასიათებთ კარტოგრაფიულ პროექციებს?
- მოკლედ გადმოეცით კარტოგრაფიული პროექციების კლასიფიკაცია გამოსახვის ხერხის მიხედვით.
- აღწერეთ რუკის საკოორდინატო სისტემა.
- რა არის მასშტაბი და რამდენი სახის შეიძლება იყოს იგი?
- რა არის რუკის ლეგენდა?
- რა არის დისტანციური ზონდირება?
- რომელ სფეროებში გამოიყენება დისტანციური ზონდირება?
- რა საშუალებებითაა შესაძლებელი დისტანციური ზონდირების მონაცემების შეგროვება?
- რა არის აეროფოტოსურათი? როგორ აეროფოტოსურათს უწოდებენ გეგმიურს? პერსპექტიულს? ორთოფოტოსურათს?
- რა არის ლაზერული ლოკაცია, რა უპირატესობანი და ნაკლოვანებები აქვს მას?
- როგორია ელექტრომაგნიტური სპექტრის დიაპაზონის რეგისტრაციაზე დაფუძნებული დისტანციური ზონდირების პრინციპული სქემა?
- მოკლედ აღწერთ დისტანციური ზონდირების სახეები.
- მოკლედ აღწერეთ კოსმოსური დისტანციური ზონდირების მასალების უპირატესობანი და ნაკლოვანებანი.
- რა არის გლობალური პოზიციონირების სისტემა?

- რას ნიშნავს კოორდინატების განსაზღვრის აბსოლუტური და დიფერენცირებული მეთოდები?
- მოკლედ ჩამოაყალიბეთ გპს-ის (GPS) უპირატესობანი.
- რა დროს გამოიყენება მონაცემების შეგროვების ფოტოგრამეტრიული მეთოდი?
- შესაძლებელია თუ არა გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების შეგროვება ინტერნეტის საშუალებით?
- რას უწოდებენ მეტამონაცემებს და რამდენად საჭიროა იგი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემებისთვის?

გენერალიზაციის არსი

ყოველი ახალი რუკა, რომელიც იქმნება ტრადიციული, ელექტრონული თუ გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების მეთოდით, არ შეიძლება იყოს საწყისი კარტოგრაფიული მასალის ასლი. მაგალითად დისტანციური ზონდირების მონაცემები, რომლებიც როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სხვადასხვა ტიპის რუკების შედგენის ძირითადი საფუძველია, გეოგრაფიულ ობიექტებს გეომეტრიული, სივრცითი მოხაზულობის და რაოდენობრივი სიზუსტით გადმოსცემენ. შესაბამისად - შეიცავენ უამრავ დეტალს. ასეთ გამოსახულებაზე ობიექტების გარჩევა დამოკიდებულია მასშტაბზე. მასშტაბის შემცირების შედეგად ზოგიერთი ობიექტის გარჩევა საერთოდ შეუძლებელია, ხოლო ზოგიერთის კონტურისა კი - გართულებული. ხშირად ასეთ ფოტოგამოსახულებაზე კარგად სჩანს დიდი ფართობის ობიექტები, რომელთაც შეიძლებად საინტერესო იყოს მომხმარებლისთვის, და „იკარგება“ შედარებით მცირე ფართობის, მაგრამ შინაარსით გაცილებით საჭირო ობიექტები. ასე მაგალითად, ტყით დაფარულ მთიან რეგიონში მნიშვნელოვანია უბრალო გრუნტის გზის გამოსახვა, ვიდრე სხვა ტერიტორიაზე ავტომაგისტრალის პარალელური პირველი კატეგორიის გრუნტის გზა. ამიტომ კარტოგრაფიული გამოსახულების შედგენისას, გამოყოფენ ისეთ ობიექტებს და მოვლენებს, რომლებსაც სხვებთან შედარებით უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვთ. ერთიდაიგივე მასშტაბის ზოგადგეოგრაფიული რუკის და აეროფოტოსურათის შედარებისას ნათლად სჩანს, რომ რუკა სწორედ გადმოსცემს ადგილმდებარეობას, ობიექტების მდებარეობას, ინარჩუნებს (ზომების მიხედვით) ყველა იმ ობიექტს და კონტურების მოხაზულობას, რომელიც აუცილებელია რუკის გამოყენებისას. ამასთან ერთად არ შეიცავს ნაკლები

მნიშვნელობის ობიექტებს. რუკაზე, მისი შედგენისას, ადგილმდებარეობის შესახებ ცნობების მეცნიერული ანალიზის საფუძველზე ჩატარებულია კარტოგრაფიული გენერალიზაცია, ანუ ყველა არსებითი და მთავარი ობიექტისა თუ მოვლენის გამოყოფა რუკის დანიშნულების, მასშტაბის და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით.

კარტოგრაფიულ გამოსახულებაზე ობიექტების და მოვლენების შერჩევას და/ან განზოგადებას კარტოგრაფიული ნაწარმოების მასშტაბის, დანიშნულების, შინაარსის და კარტოგრაფირებადი ტერიტორიის თავისებურებების მიხედვით - **კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას** უწოდებენ.

გენერალიზაცია ურთულესი პროცესია როგორც ტრადიციული, ისე ციფრული რუკის შედგენისას. თავად განმარტებიდანვე ნათლად სჩანს, რომ გენერალიზაცია ხორციელდება შემდეგი ფაქტორების მიხედვით: დანიშნულება, მასშტაბი, კარტოგრაფირებადი რაიონის თავისებურება, პირობითი აღნიშვნები და კარტოგრაფიული წყაროები. მათგან ყველაზე თვალსაჩინოდ რუკის მასშტაბი მოქმედებს, რომელიც გეოგრაფიული ობიექტების და მოვლენების გრაფიკული გამოსახვის შესაძლებლობითაა განპირობებული. რაც უფრო წვრილია მასშტაბი, მით უფრო მცირეა შესაძლებლობა გამოისახოს ობიექტები და ობიექტების დეტალები, რუკის მასშტაბის შემცირება მოითხოვს გამოსასახი ობიექტების, როგორც რაოდენობრივ შემცირებას, ისე მოხაზულობის მნიშვნელოვან განზოგადებას.

რუკის დანიშნულება განსაზღვრავს მის შინაარსს და ხშირად მასშტაბსაც. დანიშნულებიდან გამომდინარე ადგენენ იმ ობიექტებს და ელემენტებს, რომელნიც უნდა გამოსახოს შესადგენ რუკაზე. ანუ სწორედ დანიშნულების მიხედვით განისაზღვრება შინაარსის ყველა ელემენტის სისრულის და დეტალურობის საჭირო ხარისხი. რუკის შინაარსის დანიშნულებაზე დამოკიდებულება

ნათლადაა გამოსახული ზოგადგეოგრაფიული (ტოპოგრაფიული) და თემატური (სპეციალური) რუკების შედარებისას. პირველზე, მეტნაკლებად ერთნაირადაა გამოსახული დასახლებული პუნქტები, გზები, რელიეფი, მდინარეები, მცენარეული საფარი და სხვ. ელემენტები. მეორეზე – კი სრულად და დეტალურადაა გადმოცემული ერთი-ორი არჩეული ელემენტი, ხოლო დანარჩენი ან ნაკლებად დეტალურადაა ნაჩვენები ან საერთოდ იგნორირებულია.

კარტოგრაფირებადი რაიონის გეოგრაფიული თავისებურება ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ხარისხზე. ერთიდაიგივე ტიპის ობიექტებს შეიძლება განსხვავებული მნიშვნელობა ჰქონდეს სხვადასხვა ლანდშაფტურ-გეოგრაფიული ზონაში. მაგ. ჭაბურღილი, შეიძლება არ იყოს გამოსახული მჭიდროდ დასახლებულ პუნქტში, მაგრამ უდაბნოს, ნახ. უდაბნოს ან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულის პირობებში მას შესაძლოა გააჩნდეს მნიშვნელოვანი დატვირთვა და მოხდეს სავალდებულო გამოსახვა.

კარტოგრაფიული წყაროები, რომელთა მიხედვითაც ხდება რუკების შედგენა, ასევე მოქმედებს გენერალიზაციის პროცესზე. თუ საწყის კარტოგრაფიულ მასალზე გენერალიზაცია სწორად იყო განხორციელებული, ახალი რუკის შედგენა უფრო გაიოლდება. თუ გენერალიზაცია ხარვეზებით ჩატარდა, მაშინ საჭირო ხდება დამატებითი მასალების მოძიება შესაძლო შეცდომებისა თუ უზუსტობების გამოვლენისთვის.

გენერალიზაციაზე ზოგჯერ პირობითი ნიშნებიც ახდენს გავლენას. მაგ. თუ 1:1000000 მასშტაბის რუკაზე მდინარე გამოისახება 0,15 მმ სიგანის ხაზით, მასშტაბის მიხედვით მისი სიგანე 150 მ-ს შეადგენს. ასეთი ვეებერთელა მდინარე კი მაგ. საქართველოს ტერიტორიაზე ნაკლებად გვხვდება. ნათელია, რომ გამოსახულების გეომეტრიული სიზუსტე დამახინჯებულია. პირობით ნიშნებთან

ერთად რუკაზე დიდ ადგილს იკავებს წარწერები (ეს პრობლემა განსაკუთრებით მწვავედ დგას წვრილმასშტაბიანი კარტოგრაფირებისას), ამიტომ პირობითი ნიშნების და მათი ტექსტური აღწერილობის რაციონალურად დატანისთვის, რუკის გადატვირთულობის თავიდან ასაცილებლად, კარგი გარჩევადობისთვის ზოგჯერ კარტოგრაფებს უწევთ პირობითი ნიშნების ან/და წარწერების განსათავსებლად ზოგიერთი გეოგრაფიული ობიექტის მდებარეობის ან ფორმის შეცვლა ან საერთოდ იგნორირება.

გენერალიზაციის სახეები

გენერალიზაცია სხვადასხვა ფორმით და სახით რეალიზდება. კონცეპტუალურად შეიძლება განვიხილოთ ორი სახე: აბსტრაჰირება (ფორმის განზოგადება) და განზოგადება (შინაარსის გამარტივება) უფრო დეტალურად კი განასხვავებენ გენერალიზაციის შემდეგ სახეებს:

- ხარისხობრივი მახასიათებლების განზოგადება,
- რაოდენობრივი მახასიათებლების განზოგადება,
- მარტივი ცნებიდან უფრო რთულზე გადასვლა,
- ობიექტების შერჩევა,
- აბსტრაჰირება,
- კონტურების გაერთიანება,
- გამოსახულების ელემენტების გადაადგილება,
- უტრირება.

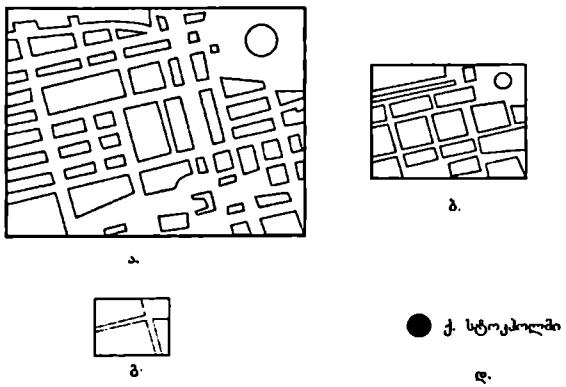
ყოველი რუკა ობიექტური სინამდვილის საგნებისა და მოვლენების სუბიექტური ანასახია ანუ მას სინამდვილესთან შედარებით ასე თუ ისე სხვა სახე აქვს. სინამდვილესთან მსგავსება კარტოგრაფიული სამუშაოს შემსრულებელ ადამიანებზეა დამოკიდებული. რომლებიც ერთნაირ ფაქტებს შესაძლოა განსხვავებულად აღიქვამდნენ. მაგალითად ორმა ტოპოგრაფმა ერთიდაიგივე ტერიტო-

რიის ერთიდაიგივე მასშტაბსა და ტექნოლოგიით აგეგმვა რომ მოახდინოს - სუბიექტივიზმის გავლენით საბოლოო შედეგი არც ერთმანეთის მსგავსი იქნება და არც რეალური სამყაროს ზუსტი ასლი. ასეთმა სუბიექტივიზმა კარტოგრაფიული რუკა უბრალო სურათად რომ არ აქციოს, რუკის შინაარსის ელემენტების დატანის სიზუსტე დასაშვები გადახრის დიაპაზონში უნდა ეტეოდეს.

აბსტრაჰირება - ფორმის განზოგადება - გეოგრაფიული ობიექტებისთვის (ჰიდროგრაფიული ქსელი, რელიეფი, დასახლებული პუნქტები და სხვ.) წვრილი დეტალების ეტაპობრივი და გონივრული გამსხვილებით ხორციელდება. მაგ. მდინარისთვის აბსტრაჰირება ნარნარი, კლაკნილი მოხაზულობის გასწორებით იქნება წარმოდგენილი. აბსტრაჰირებით ფორმას ან სივრცეს ეძლევა ახალი, ნაკლებად დეტალიზირებული, შედარებით კონკრეტული გამოსახულება. ცხადია, რომ შეუძლებელია ასეთი პროცესი დაუსრულებლად გაგრძელდეს. რაღაც მომენტში, როდესაც ობიექტის ფორმის გამარტივება ზღვარს მიაღწევს - გადადიან გენერალიზაციის კიდევ ერთ სახეობა - განზოგადებაზე. **განზოგადება გულისხმობს** ცალკეული ობიექტების კონკრეტული გარეგანი ფორმის ზოგადი ნიშნებით (მაგ. დასახლებული პუნქტისთვის პუნსონით) შეცვლას. განზოგადებული გამოსახულებით აღინიშნება არა მხოლოდ კონკრეტული ობიექტი, არამედ ყველა დანარჩენიც, რომლებიც შინაარსით ამ ობიექტის კატეგორიას მიეკუთვნებიან.

მოკლედ რომ შევაჯამოთ ზემოთთქმული: აბსტრაჰირების კარტოგრაფიული ფორმა ეხება სივრცით განფენილობას, ხოლო განზოგადება - გამოსახული ობიექტის ან მოვლენის შინაარსს. რუკის, როგორც ობიექტური რეალობის საგნებისა და მოვლენების მოდელის შენარჩუნებისთვის, ობიექტების ფორმების უბრალოდ, მექანიკურად გამარტივება კი არ უნდა ხდებოდეს, არამედ გონივრულად - რუკის მასშტაბისა და დანიშნულების

მიხედვით, ობიექტების დამახასიათებელი თვისებების შენარჩუნებით. გენერალიზაციის პროცესის განხორციელების შედეგად არ უნდა მოხდეს რუკის შინაარსის ელემენტებს შორის არსებული რეალური ურთიერთკავშირის დაკარგვა. [29]



ნახ. 25. მასშტაბის ცვლილებიდან გამომდინარე ქალაქის გამოსახულების გენერალიზაციის პრინციპული პროცესი: ცალკეული შენობების (ა.) შეცვლა კრებსითი ნიშნებით - კვარტლებით (ბ.); რაიონებით (გ.) მთლიანი ქალაქის გამოსახვა პუნსონით (დ.).

ხარისხობრივი მახასიათებლების განზოგადება ხდება ხარისხობრივი მახასიათებლების გრადაციის შემცირებით, რაც უკავშირდება კლასიფიკაციის გამსხვილებას და უფრო მარტივიდან უფრო რთულ ცნებაზე გადასვლას. მაგ. სამიმოხილვო რუკებზე ერთი სახის პირობითი ნიშნითაა გამოსახული საავტომობილო გზები, მაშინ როდესაც ტოპოგრაფიულზე აღნიშნულია განსხვავებულად გზის საფარის მიხედვით (მაგ. მოასფალტებული ან გრუნტის გზა და სხვ.).

რაოდენობრივი მახასიათებლების განზოგადება ვლინდება შკალების გამსხვილებაში, უწყვეტი შკალიდან უფრო განზოგადე-

ბულ საფეხუროვან შკალამდე, თანაბარიდან - არათანაბარამდე გადასვლაში. მაგ. მასშტაბის შემცირების დროს მცირე მოსახლეობიან დასახლებულ პუნქტებს აღარ ითვალისწინებენ ან შესაძლებლობის შემთხვევაში სხვა პუნქტებთან აერთიანებენ.

მარტივი ცნებიდან უფრო რთულზე გადასვლა დაკავშირებულია განზოგადებული ცნებების და კრებითი აღნიშვნის შემოტანასთან. მაგ. მასშტაბის შემცირებასთან ერთად მსხვილმასშტაბიან რუკაზე გამოსახული ცალკეული შენობების ერთიანობა იცვლება ჯერ კვარტლებით, შემდეგ მთლიანად დასახლებული პუნქტის კონტურით, ხოლო შემდეგ საერთოდ ერთი პირობითი ნიშნით - პუნსონით. შედეგად წვრილმასშტაბიან რუკაზე დასახლებულ პუნქტს მთლიანად აქვს დაკარგული თავის ინდივიდუალური ნიშნები: უთითებენ მხოლოდ მოსახლეობის რაოდენობას და ადმინისტრაციულ მნიშვნელობას (ისიც არა ყოველთვის).

ობიექტების შერჩევა გულისხმობს რუკის შინაარსის მხოლოდ იმ ობიექტების ასახვას, რომელიც აუცილებელია დანიშნულების, მასშტაბის, თემატიკის მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში ყველა სხვა დანარჩენი ობიექტები არ გამოისახება. ობიექტების შერჩევისას იყენებენ ორ რაოდენობრივ მაჩვენებელს ცენზს და ნორმას. **ცენზური მაჩვენებელი** შეიძლება იყოს გამომრიცხველი და ამორჩევითი. **გამომრიცხველი ცენზების** გამოყენებისას უთითებენ ობიექტის ზომებს (სიგრძე, სიგანე და სხვ.), რომელთა რიცხვით მნიშვნელობაზე დაბალი მნიშვნელობის მქონე ობიექტები აღარ გამოისახება (მაგ. ჰიდროგრაფიული ქსელის შერჩევისას თუ გამომრიცხველ ცენზად მიეთითება 10 კმ, მასზე მოკლე სიგრძის მდინარეები რუკაზე ვეღარ მოხვდება).

ამორჩევითი ცენზის შემთხვევაში განისაზღვრება ობიექტის მინიმალური პარამეტრები, რომლებიც უნდა შენარჩუნდეს რუკაზე. (მაგ. 5 კმ-ზე გრძელი ყველა მდინარის შერჩევა) როგორც წესი,

ცენზებს იყენებენ რიცხვითი მაჩვენებლიანი ობიექტების გენერალიზაციის დროს და უფრო იშვიათად - ხარისხობრივ-მაჩვენებლიანი ობიექტებისთვის.

ამორჩევის ნორმატიული ხერხი გულისხმობს რუკის ერთეულ ფართობზე გამოსასახი ობიექტების რაოდენობის განსაზღვრას. (მაგ. ნორმა - რუკის 1დეციმეტრ ფართობზე არა უმეტეს 10 დასახლებულ პუნქტის გამოსახვა).

ერთსა და იმავე რუკაზე სხვადასხვაგვარი გეოგრაფიული რაიონებისთვის გამოსასახი ტერიტორიის ან მოვლენის თავისებურებიდან გამომდინარე დასაშვებია სხვადასხვა მნიშვნელობის ცენზების და ნორმატიული მაჩვენებლების გამოყენება.

აბსტრაჰირება (მოხაზულობის, გეომეტრიული ფიგურის გამარტივება-განზოგადება) ხდება გამოსახულების მცირე დეტალების იგნორირებით, სიმრუდის შემცირებით და ა.შ. გენერალიზაციის ეს გეომეტრიული ფორმა ვლინდება მდინარეების, სანაპირო ხაზების, ჰორიზონტალების და სხვა ობიექტების მოხაზულობის გამარტივებაში.

კონტურების გაერთიანება დაკავშირებულია მათ დაჯგუფება და შერწყმასთან. რუკაზე კონტურები ერთიანდება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი დაყოფისთვის და რამდენიმე წვრილი კონტურიდან ერთი დიდი კონტურის მილებისთვის. (მაგ. ტყის განსხვავებული ჯიშობრივი შემადგენლობის მიხედვით დაყოფილი უბნები ერთიანდება ერთ კონტურად „ტყით დაფარული ტერიტორია")

გამოსახულების ელემენტების გადაადგილება ხშირად დაკავშირებულია კონტურების განზოგადებასთან და გაერთიანებასთან. რომლის დროსაც გარდაუვალია ობიექტების მცირე გადანაცვლებანი. (მაგ. სანაპირო ხაზის გენერალიზაციის შედეგად შესაძლოა საჭირო გახდეს ზოგიერთი ზღვისპირზე მდებარე დასახლებული პუნქტის ხმელეთის სიღრმეში გადანაცვლება.)

უტრირება ანუ ობიექტების გადიდებულად ჩვენება ხდება მაშინ, როდესაც გენერალიზირებულ რუკაზე საჭიროა რაიმე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ობიექტის ჩვენება, რომლის გამოსახვაც რუკის მასშტაბიდან გამომდინარე წესით არ უნდა მომხდარიყო (მაგ. მცირე ტბა მშრალ ტერიტორიის ფარგლებში). [43] [59] [9]

გენერალიზაციის სათავეები

გენერალიზაციის საჭიროება კარტოგრაფირების დაწყებისთანავე დადგა, ამიტომ გენერალიზაციის თეორია კარტოგრაფიული ზოგადი თეორიის კვალდაკვალ ვითარდებოდა. თუმცა შეიძლება ითქვას, რომ გენერალიზაციის თეორიის საკითხების კვლევას მე-20 საუკუნემდე დიდი ყურადღება არ ეთმობოდა.

გენერალიზაციის პროცესი პირველად ცალკე პრობლემად ცნობილმა გერმანელმა მეცნიერმა მ. ეკერტმა გამოყო. 1907 წელს ნიურბერგში გაკეთებულ მოხსენებაში („რუკის ბუნების და კარტოგრაფიული ლოგიკის შესახებ“) მან რუკები ორ ტიპად დაყო: ტოპოგრაფიული ანუ ხოროგრაფიული და მათი საპირისპირო - „გეოგრაფიულად აბსტრაჰირებული რუკები“. ეკერტის განმარტებით გეოგრაფიულად აბსტრაჰირებული რუკები წარმოადგენს სამეცნიერო ინდუქციის და დედუქციის შედეგად მიღებულ კარტოგრაფიული ფორმას. ასეთი რუკები მოიცავდნენ საერთო ეკონომიკურ, კომერციულ, სტატისტიკურ, ეთნოგრაფიულ, ფიზიკურ-გეოგრაფიულ და მოსახლეობის რუკებს. ეკერტისავე აზრით ასეთი რუკები, თავისი ბუნების წყალობით, ჩვეულებრივ წვრილ მასშტაბში უნდა შედგენილიყო. [60]

გენერალიზაციის პროცესთან დაკავშირებით ეკერტი წერდა: „როგორ შეუძლია კარტოგრაფს თავი აარიდოს მათემატიკურ სიზუსტის მკაცრ კანონებს? გადამწყვეტი და შემობრუნების ეტაპია, ჩემი აზრით, ტოპოგრაფიულიდან საერთო რუკებზე გადასვლის

განხორციელება. იმის გამო, რომ რუკაზე გამოსახულება მასშტაბის საშუალებით პროპორციულია თავისი ბუნებრივი ზომებისა, რუკის შედგენისას საჭიროა მხოლოდ ტექნიკური უნარ-ჩვევები. იქ, სადაც ეს ტექნიკური უნარ-ჩვევები მთავრდება, იწყება კარტოგრაფის ხელოვნება. გენერალიზაციასთან ერთად ხელოვნება შემოდის რუკის შედგენაში". ამგვარად პროფესორ ეკერტის აზრით გენერალიზაცია არ აძლევს კარტოგრაფს საშუალებას დაეყრდნოს მხოლოდ ობიექტურ რუკებს, არამედ მოითხოვს მათ სუბიექტურ ინტერპრეტაციას. [იქვე, გვ. 19]

გენერალიზაცია გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში

დღეს გის პროგრამული უზრუნველყოფის პროდუქტების აბსოლუტური უმრავლესობის საშუალებით ძალიან იოლია გამოსახულების მასშტაბის ცვლილება. ასეთი მექანიკური შემცირების დროს იკარგება გამოსახული ობიექტების რიგი თვისებები (მაგ. ობიექტის გეომეტრიული სახე შეიძლება გადმოსცემდეს მნიშვნელოვან ინფორმაციას). შესაბამისად მექანიკური შემცირებით ზიანდება რუკის ერთ-ერთი ფუნდამენტური თვისება - თვალსაჩინოება ანუ რუკის უნარი მოიცვას მოვლენა თავისი მთლიანობით და სირთულით, ყველა კანონზომიერებით და შემთხვევითი დეტალებით. [38]

რუკაზე რეალური გეოგრაფიული სივრცე გადმოცემულია განსხვავებული ობიექტების კანონზომიერი შეხამებით. ასეთი განსხვავებული ობიექტების არამარტო ფორმის, არამედ ყველა დანარჩენი თვისება ქმნის ერთადერთ „ტერიტორიულ ხატს". ჭეშმარიტი ტერიტორიული ხატის შენარჩუნება რუკის მასშტაბის ცვლილებისას არის კარტოგრაფიის, როგორც მეცნიერების, ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნა და კვლევის საგანი. ტრადიციულად კარტოგრაფებს, გეოგრაფიული სივრცის, ტერიტორიულის ხატის არსის

სწორად გადმოცემის უზრუნველყოფისთვის, როგორც ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, ზოგჯერ ცალკეული ობიექტების გეომეტრიული სიზუსტის განზრახ დამახინჯებაც კი უწევთ. ასეთ პროცესს, თუ წინასწარ გააზრებულია - სასარგებლო შედეგი მოაქვს. რასაც ვერ ვიტყვით გამოსახულების მასშტაბის პირდაპირ მექანიკურ შემცირებაზე. მექანიკური შემცირებისას ირღვევა როგორც ტერიტორიული ხატის თვისებები, ისე იკარგება ობიექტების ინდივიდუალური მახასიათებლები. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მომხმარებელს, თუ მას სათანადო კარტოგრაფიული ცოდნა არ გააჩნია, ხშირად უჭირს გენერალიზაციის მნიშვნელობის გააზრება და მასშტაბის მექანიკური შემცირება გენერალიზაციის პროცესის ინფორმატიკული ანალოგი ჰგონია. გენერალიზაცია გეოინფორმატიკისთვის ერთ-ერთი ყველაზე პრობლემური საკითხია, რომლის მიზეზებზეც ქვემოთ გვექნება საუბარი.

გეოინფორმაციულ კარტოგრაფირებაში უკვე კარგა ხანია მწავედ დგას გენერალიზაციის პროცესის ავტომატიზაციის საკითხი. მაშინ როდესაც რუკათშედგენის სხვა ეტაპზე პროგრამული ალგორითმები წარმატებით გამოიყენება დასმული ამოცანის გადასაჭრელად და მათი საშუალებით მნიშვნელოვნადაა შემსუბუქებული კარტოგრაფის შრომა, გენერალიზაციის განხორციელება კვლავ ადამიანის სუბიექტურ შეხედულებაზია დამოკიდებული.

ინფორმატიკის განვითარების თანამედროვე ტემპის ფონზე გენერალიზაცია ისევ ტრადიციული მეთოდით ხორციელდება. ისევე როგორც კლასიკურ კარტოგრაფიაში, იგი დაფუძნებულია თეორიული საფუძველისა და სპეციალისტის გამოცდილების შეხამებაზე. საქმე მხოლოდ პროცესის ავტომატიზაციაში როდია. თავად კარტოგრაფიაში, სხვადასხვა ბუნების გეოგრაფიული გამოსახულების გენერალიზაცია ყოველთვის პრობლემური იყო: მასშტაბის შემცირებისას ობიექტების გამოსახვის თვისობრივი

და რაოდენობრივ მახასიათებლებს შორის შემცირების ისეთი ოქროს შუალედის პოვნა, რითაც ობიექტებს არ დაეკარგებოდათ საწყის გამოსახულებასთან რეალური გეოგრაფიული მსგავსება.

გენერალიზაციის პროცესში ადამიანის სუბიექტური შეხედულების მაღალი წილი სპეციალისტებს აფიქრებინებთ, რომ გენერალიზაციის განხორციელება მთლიანად ალგორითმული ენის მეშვეობით ალბათ ვერასდროს განხორციელდება ინფორმაციული ტექნოლოგიების ისეთ უმაღლეს დონემდე განვითარებამდე, როდესაც ხელოვნური ინტელექტის კომპონენტის საშუალებით კომპიუტერები შეძლებენ ადამიანის გონების ნაცვლად თავად მიიღონ „სწორი გადაწყვეტილები". მანამდე კარტოგრაფიული გენერალიზაციის ჩატარება მხოლოდ დიალოგურ (ინტერაქტიულ) რეჟიმშია შესაძლებელი. თანამედროვე გეოინფორმაციული გენერალიზაციის დადებითი და უარყოფითი მხარები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

დღევანდელი მდგომარეობით გეოინფორმატიკაში გენერალიზაცია ორი ასპექტით განიხილება: სტატიკური და კარტოგრაფიული. **სტატიკური გენერალიზაცია** გულისხმობს ინფორმაციის გაფილტვის პროცესს, რითაც ტრადიციულ კარტოგრაფიაში განზოგადებას შეესაბამება, და **კარტოგრაფიული**, სივრცითი ობიექტების მდებარეობის ვიზუალიზაციის განსაზღვრა (ტრადიციულ კარტოგრაფიაში აბსტრაჰირების შესაბამისი). [61]

პროგრამული ალგორითმების საშუალებით ყველაზე უკეთ აბსტრაჰირების პროცესია დამუშავებული. როგორ უკვე არაერთგზის აღვნიშნეთ, გის შემადგენელ ობიექტებს შეიძლება ჰქონდეთ წერტილის, ხაზის ან ფართობის სახე. წერტილების მიმართ გეოინფორმატიკული გენერალიზაციის განხორციელება შესაძლებელია მათი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების შემცირებით ცენზური ან ნორმატიული მახასიათებლების მიხედვით.

ცხრილი 4.

კომპიუტერული გენერალიზაციის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. [61]-ის მიხედვით, გვ. 98.

თავისებურებანი	ტრადიციული გენერალიზაცია	კომპიუტერული გენერალიზაცია
შრომატევადი, განმეორებადი პროცესების გამარტივება	-	+
დიდძალი მასალის სწრაფი დამუშავება	-	+
შედეგების ოპერატიულად მიღება	-	+
ობიექტურობა	-	+
გენერალიზაცია კრიტერიუმებით	+	+
ინფორმაციის არამექანიკური, მიზნობრივი შერჩევა	+	-
რუკის დანიშნულების შესაბამისი გენერალიზაცია	+	-
გრაფიკული და ატრიბუტული მონაცემების ადეკვატური ცვლა	+	-
კარტოგრაფიული ნიშნების მასშტაბის ცვლა	+	-
ობიექტთა მდებარეობის სიზუსტის შენარჩუნება	-	-
ატრიბუტული სიზუსტის შენარჩუნება	-	-
კომპრომისი გეომეტრიულ სიზუსტესა და გეოგრაფიულ შესაბამისობას შორის	+	-

ხაზოვანი ობიექტებისთვის პრიორიტეტულია მათი მოხაზულობის აბსტრაჰირება. ეს პროცესი შეიძლება განხორციელდეს განსაზღვრულ მანძილზე წერტილების ამორჩევით. ასეთ შემთხვევაში შესაძლოა დაიკარგოს ხაზის დამახასიათებელი წერტილები. მეორე ხერხია ალგორითმების საშუალებით მრუდების და ტეხილების წაშლა. იზოხაზებით წარმოდგენილი ზედაპირის გენერალიზაციისას შესაძლებელია ტრენდული (საშუალო) ზედაპირების გამოყენება. გენერალიზაციის განხორციელებისას საჭიროა შინაარსის

ყველა ელემენტის კომპლექსურად გააზრება. მაგ. რელიეფის გენერალიზაციის დროს ითვალისწინებენ ჰიდროგრაფიულ ქსელს, რელიეფის დეპრესიას და სიმაღლეების განაწილებას.

რუკების შექმნისა და განახლების პროცესში გის ტექნოლოგიის გამოყენებისას დაისვა გის ყველა გამოვლინების ფორმალიზაციის საკითხი. ელექტრონული რუკების გაჩენამ აუცილებელი გახადა ამ მეთოდების გადააზრება რუკის ახალი სახეობის მიმართ. შინაარსის ელემენტების არჩევა და მათი გენერალიზაციის თანამიმდევრობა მნიშვნელოვან წილად გამოკიდებულია რუკის თემატიკაზე, მასშტაბზე, ტექნიკურ საშუალებებზე და სხვ.

ელექტრონული ზოგადგეოგრაფიული რუკების შინაარსის ელემენტების გენერალიზაციისას ჩვეულებრივ იცავენ შემდეგ თანამიმდევრობას: ჰიდროგრაფიული ქსელის ობიექტების და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, დასახლებული პუნქტები, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ობიექტები, საგზაო ქსელი და ინფრასტრუქტურა, რელიეფი, მცენარეული საფარი, ნიადაგები და საზღვრები. [62]

გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით გენერალიზაცია შეიძლება შემდეგი ხერხით განხორციელდეს: ოპერატორი გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას ცალ-ცალკე განათავსებს ერთი და იგივე ტიპის ობიექტებს, რომელთაც ტრადიციულად ერთ ფენაზე ათავსებენ. მაგალითისთვის ავიღოთ საგზაო ქსელი. ცალკე შეიძლება გამოიყოს საქართველოს საერთაშორისო, შიდარესპუბლიკური, ადგილობრივი მნიშვნელობის და სხვ. გზები. ციფრულ გამოსახულებაზე მომხმარებელი ასახავს იმ საჭირო ფენებს (კატეგორიებს), რომელსაც მოცემული მასშტაბიდან გამომდინარე „აიტანს“ რუკა.

ცხადია, მონაცემების რასტრული და ვექტორულ ფორმატში გეოინფორმაციული გენერალიზაცია განსხვავებულად მიმდი-

ნარეობს. ვექტორულ ფორმატში ხაზოვანი ობიექტების აბსტრაჰირება მრუდის კლაკნილობის მომრგვალებით მიმდინარეობს. ასეთი პროცუდურის რამდენჯერმე გამეორების შემთხვევაში შეიძლება მეტ-ნაკლებად სასურველი შედეგის მიღება.

ფართობული ობიექტების გენერალიზაცია უფუძნება მცირე პოლიგონების დიდთან შეერთების, გამოტოვების გაფართოვების და ადგილმდებარეობის ცვლილების ალგორითმს. ასეთი პროცედურა უკეთესადაა დამუშავებული და კარგად ავტომატიზირებულია.

რასტრული გამოსახულების გენერალიზაცია უჯრედების რეორგანიზაციით ხდება ანუ ალგორითმის შესაბამისად მათი რაოდენობა ისეთნაირად იცვლება, რომ არ შეიცვალოს თავად ობიექტის ფორმა. ხაზოვანი რასტრულ ობიექტების აბსტრაჰირებისას ხდება ზოგიერთი პიქსელის ამოგდება, ხოლო ზოგიერთის - დატოვება. [61]

როგორც ვნახეთ, გეოინფორმაციული გენერალიზაცია არც თუ ისეთ საიმედო შედეგებს იძლევა, ამიტომ მისი შესაბამის დონეზე განვითარებამდე კარტოგრაფის (გის მომხმარებლის) ცოდნას, ოსტატობასა და მოხერხებულობაზეა დამოკიდებული მიღებული ციფრული გამოსახულების ხარისხი.

კარტოგრაფიული გენერალიზაცია
(რეზიუმე)

კარტოგრაფიულ გამოსახულებაზე ობიექტების და მოვლენების შერჩევას და/ან განზოგადებას კარტოგრაფიული ნაწარმოების მასშტაბის, დანიშნულების, შინაარსის და კარტოგრაფირებადი ტერიტორიის თავისებურებების მიხედვით - **კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას** უწოდებენ. გენერალიზაცია ხორციელდება შემდეგი ფაქტორების მიხედვით: **დანიშნულება, მასშტაბი, კარტოგრაფირებადი რაიონის თავისებურება, პირობითი აღნიშვნები და კარტოგრაფიული წყაროები.**

კონცეპტუალურად განასხვავებენ გენერალიზაციის 2 სახეს: **აბსტრაჰირებას და განზოგადებას**. უფრო დეტალურად კი: ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მახასიათებლების განზოგადებას, მარტივი ცნებიდან უფრო რთულზე გადასვლას, ობიექტების შერჩევას, აბსტრაჰირებას, კონტურების გაერთიანებას, გამოსახულების ელემენტების გადაადგილებას და უტრირებას.

აბსტრაჰირება - ფორმის განზოგადება - გეოგრაფიული ობიექტებისთვის (ჰიდროგრაფიული ქსელი, რელიეფი, დასახლებული პუნქტები და სხვ.) წვრილი დეტალების ეტაპობრივი და გონივრული გამსხვილებით ხორციელდება. განზოგადება გულისხმობს ცალკეული ობიექტების კონკრეტული გარეგანი ფორმის ზოგადი ნიშნებით შეცვლას ანუ აბსტრაჰირების კარტოგრაფიული ფორმა ეხება სივრცით განფენილობას, ხოლო განზოგადება - გამოსახული ობიექტის ან მოვლენის შინაარსს.

ხარისხობრივი მახასიათებლების **განზოგადება** ხდება ხარისხობრივი მახასიათებლების გრადაციის შემცირებით, რაც უკავშირდება კლასიფიკაციის გამსხვილებას და უფრო მარტივიდან რთულ ცნებაზე გადასვლას. რაოდენობრივი მახასიათებლების განზოგადება ვლინდება შკალების გამსხვილებაში, უწყვეტი შკალიდან უფრო განზოგადებულ საფეხუროვან შკალამდე, თანაბარიდან - არათანაბარამდე გადასვლაში. მარტივი ცნებიდან რთულზე გადასვლა დაკავშირებულია განზოგადებული ცნებების და კრებითი აღნიშვნის შემოტანასთან.

ობიექტების შერჩევა გულისხმობს რუკის შინაარსის მხოლოდ იმ ობიექტების ასახვას, რომელიც აუცილებელია დანიშნულების, მასშტაბის, თემატიკის მიხედვით. ობიექტების შერჩევისას იყენებენ ორ რაოდენობრივ მაჩვენებელს: ცენზს და ნორმას. **ცენზური მაჩვენებელი** შეიძლება იყოს გამომრიცხველი და ამორჩევითი. **გამომრიცხველი ცენზების** გამოყენებისას უთითებენ ობიექტის

ზომებს (სიგრძე, სიგანე და სხვ.). რომელთა რიცხვით მნიშვნელობაზე დაბალი მნიშვნელობის მქონე ობიექტები აღარ გამოისახება. **ამორჩევითი ცენზის** შემთხვევაში განისაზღვრება ობიექტის მინიმალური პარამეტრები, რომლებიც უნდა შენარჩუნდეს რუკაზე. როგორც წესი, ცენზებს იყენებენ რიცხვითი მაჩვენებლიანი ობიექტების გენერალიზაციის დროს და უფრო იშვიათად - ხარისხობრივ-მაჩვენებლიანი ობიექტებისთვის. ამორჩევის ნორმატიული ხერხი გულისხმობს რუკის ერთეულ ფართობზე გამოსასახი ობიექტების რაოდენობის განსაზღვრას.

გამოსახულების **ელემენტების გადაადგილება** ხშირად დაკავშირებულია კონტურების განზოგადებასთან და გაერთიანებასთან, ობიექტების მცირედ გადანაცვლების საჭიროების დროს.

უტრირება ანუ ობიექტების გადიდებულად ჩვენება ხდება მაშინ, როდესაც გენერალიზირებულ რუკაზე საჭიროა რაიმე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ობიექტის ჩვენება, რომლის გამოსახვაც რუკის მასშტაბიდან გამომდინარე წესით არ უნდა მომხდარიყო.

გენერალიზაციის პროცესში ადამიანის სუბიექტური შეხედულების მაღალი წილი სპეციალისტებს აფიქრებინებთ, რომ გენერალიზაციის განხორციელება მთლიანად ალგორითმული ენის მეშვეობით ალბათ ვერასდროს განხორციელდება. დღეს მდგომარეობით გეოინფორმატიკაში გენერალიზაცია ორი ასპექტით განიხილება: სტატიკური და კარტოგრაფიული. **სტატიკური გენერალიზაცია** გულისხმობს ინფორმაციის გაფილტვის პროცესს, რითაც ტრადიციულ კარტოგრაფიაში განზოგადებას შეესაბამება, და **კარტოგრაფიული** - სივრცითი ობიექტების მდებარეობის ვიზუალიზაციის განსაზღვრა (ტრადიციულ კარტოგრაფიაში აბსტრაჰირების შესაბამისი). პროგრამული ალგორითმების საშუალებით ყველაზე უკეთ აბსტრაჰირების პროცესია დამუშავებული.

როგორ უკვე არაერთგზის აღვნიშნეთ, გის შემადგენელ ობიექტებს შეიძლება ჰქონდეთ წერტილის, ხაზის ან ფართობის სახე. წერტილების მიმართ გეოინფორმატიკული გენერალიზაციის განხორციელება შესაძლებელია მათი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების შემცირებით ცენზური ან ნორმატიული მახასიათებლების მიხედვით. ხაზოვანი ობიექტებისთვის პრიორიტეტულია მათი მოხაზულობის აბსტრაჰირება. ეს პროცესი შეიძლება განხორციელდეს განსაზღვრულ მანძილზე წერტილების ამორჩევით. ასეთ შემთხვევაში სავარაუდოა ხაზის დამახასიათებელი წერტილების დაკარგვა. მეორე ხერხია ალგორითმების საშუალებით მრუდების და ტეხილების წაშლა. იზოხაზებით წარმოდგენილი ზედაპირის გენერალიზაციისას შესაძლებელია ტრენდული (საშუალო) ზედაპირების გამოყენება. ელექტრონული ზოგადგეოგრაფიული რუკების შინაარსის ელემენტების გენერალიზაციისას ჩვეულებრივ იცავენ შემდეგ თანამიმდევრობას: ჰიდროგრაფიული ქსელის ობიექტები და ჰიდროტექნიკური ნაგებობები; დასახლებული პუნქტები, სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ობიექტები, საგზაო ქსელი და ინფრასტრუქტურა, რელიეფი, მცენარეული საფარი, ნიადაგები და საზღვრები.

გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით გენერალიზაცია შეიძლება შემდეგი ხერხით განხორციელდეს. ოპერატორი გის მონაცემთა ბაზის შექმნისას ცალ-ცალკე განათავსებს ერთი და იგივე ტიპის ობიექტების, რომელთაც ტრადიციულად ერთ ფენაზე ათავსებენ. მაგალითისთვის ავიღოთ საგზაო ქსელი. ცალკე შეიძლება გამოიყოს საქართველოს საერთაშორისო, შიდარესპუბლიკური, ადგილობრივი მნიშვნელობის და სხვა გზები. ციფრულ გამოსახულებაზე მომხმარებელი ასახავს იმ საჭირო ფენებს (კატეგორიებს), რომელსაც მოცემული მასშტაბიდან გამომდინარე „აიტანს“ რუკა.

ვექტორულ ფორმატში ხაზოვანი ობიექტების აბსტრაჰირება მრუდის კლაკნილობის მომრგვალებით მიმდინარეობს. ასეთი პროცედურის რამდენჯერმე გამეორების შემთხვევაში შეიძლება მეტ-ნაკლებად სასურველი შედეგის მიღება. ფართობული ობიექტების გენერალიზაცია ეფუძნება მცირე პოლიგონების დიდთან შეერთების, გამოტოვების, გაფართოვების და ადგილმდებარეობის ცვლილების ალგორითმს.

რასტრული გამოსახულების გენერალიზაცია უჯრედების რეორგანიზაციას ეფუძნება. ანუ ალგორითმის შესაბამისად მათი რაოდენობა ისეთნაირად იცვლება, რომ არ შეიცვალოს თავად ობიექტის ფორმა. ხაზოვანი რასტრულ ობიექტების აბსტრაჰირებისას ხდება ზოგიერთი პიქსელის ამოგდება, ხოლო ზოგიერთის დატოვება.

საკონტროლო შეკითხვები VI თავისთვის

- რატომ არ არის ახალი კარტოგრაფიული გამოსახულება რუკა საწყისი კარტოგრაფიული მასალის ასლი?
- რას უწოდებენ კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას?
- რომელი ფაქტორები მოქმედებს გენერალიზაციაზე? მოკლედ დაახასიათეთ თითოეული მათგანი.
- ჩამოთვალეთ გენერალიზაციის სახეები.
- რას ნიშნავს ხარისხობრივი მახასიათებლების განზოგადება?
- რას ნიშნავს რაოდენობრივი მახასიათებლების განზოგადება?
- რას ნიშნავს მარტივი ცნებიდან უფრო რთულზე გადასვლა?
- რას ნიშნავს ობიექტების შერჩევა?
- რას ნიშნავს კონტურების გაერთიანება?
- რატომ შეიძლება გახდეს საჭირო გამოსახულების ელემენტების გადაადგილება?

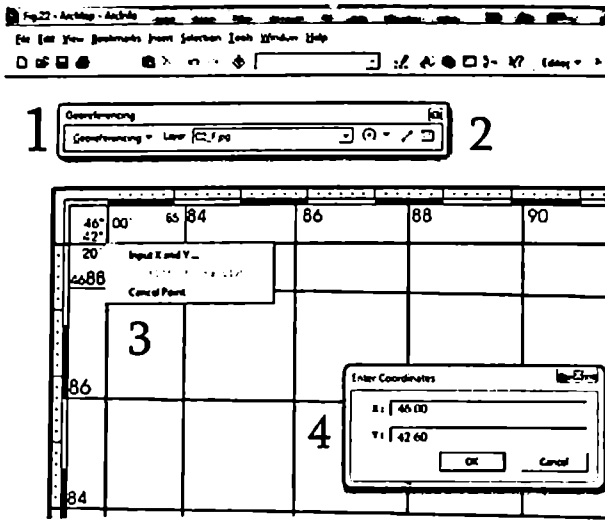
- მოკლედ ჩამოაყალიბეთ რას ნიშნავს აბსტრაჰირება, განზოგადება და რა განსხვავებაა მათ შორის?
- ვინ გამოყო გენერალიზაცია ცალკე პრობლემად და როგორ დაასაბუთა იგი?
- რა პრინციპული განსხვავებაა გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით მასშტაბის შემცირების და გენერალიზაციის პროცესს შორის?
- ზოგადად რამდენად სრულად ხორციელდება გენერალიზაციის პროცესი გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში?
- რა ხედვა აქვთ სპეციალისტების გენერალიზაციის პროცესის სრულად ავტომატიზაციაზე?
- როგორ შეიძლება განხორციელდეს გენერალიზაცია გის პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით?
- აღწერეთ გენერალიზაციის პრინციპი ვექტორული და რასტრული გამოსახულებისთვის.

VII თავი. გამოსახულების გეოგრაფიული მიბმა და შეუბამელობის აღმოფხვრა

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზისთვის განკუთვნილ ანალოგურ წყაროებს - რასტრულ გამოსახულებებს (სკანირებული ქაღალდის რუკა, აეროკოსმოსური სურათი და სხვ.), არ გააჩნიათ გეოგრაფიულ გარემოში მათ რეალურ მდებარეობასთან კავშირი. ამიტომ საჭირო ხდება მათი მიბმა. ციფრული გამოსახულების ვირტუალური საკოორდინატო სისტემის მიმართ მდებარეობის განსაზღვრას **გამოსახულების მიბმას** (referencing ან გეომიბმას georeferencing) უწოდებენ. ორგანზომილებიანი გამოსახულების მიბმის შედეგად განისაზღვრება გეოდეზიური საკოორდინატო ქსელი, პროექცია და სხვ. ამ პროცედურას ზოგჯერ **დატუმის განსაზღვრასაც** უწოდებენ.

მონაცემების გეოგრაფიული მიბმა ერთ-ერთი საკვანძო პროცედურაა, რადგან მისი განხორციელების სიზუსტეზეა დამოკიდებული მომავალში შექმნილი მონაცემთა ბაზის შემადგენელი გეოგრაფიული (სივრცითი) ობიექტების კორექტული მდებარეობა და გის პროგრამული პროდუქტების საშუალებით ნებისმიერი წერტილის კოორდინატების განსაზღვრა.

განასხვავებენ გეოგრაფიული მიბმის ორ სახეს: **პირდაპირს,** როდესაც მიბმა ხდება გეოგრაფიული (გრძედი და განედი) კოორდინატების გამოყენებით. ასეთ შემთხვევაში შედეგის სიზუსტე პირდაპირ დამოკიდებულია ამ გეოგრაფიული კოორდინატების გაზომვის სიზუსტეზე; **ირიბს,** როდესაც გეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრა ხდება რაიმე ცნობილი დისკრეტული წერტილის მიხედვით, რომელიც პირდაპირ არ იძლევა გეოგრაფიულ კოორდინატებს, მაგრამ ცნობილია მისი მდებარეობა. ირიბი ხერხის გამოყენებისას გეოგრაფიული მიბმის სიზუსტე დამოკიდებულია ობიექტის ფართობსა და გარჩევადობაზე. [1] [3]



ნახ. 26. გის პროგრამული უზრუნველყოფით რასტრული გამოსახულების პირდაპირი მიბმის პროცედურათა თანამიმდევრობა.

მიბმის პირველი სახე მოითხოვს გამოსახულების (რუკის და სხვ.) იმ წერტილების კოორდინატების წინასწარ განსაზღვრას, რომელიც შემდგომში გამოყენებული იქნება როგორც საყრდენი წერტილი. წერტილს, რომელსაც იყენებენ რეგისტრაციის დროს, ხშირად **საყრდენ წერტილს** უწოდებენ. შესაბამისად ოპერატორის განკარგულებაში უნდა იყოს საყრდენი წერტილების კოორდინატების ერთგვარი ცხრილი. 26-ე ნახაზზე მოცემულია რასტრული გამოსახულების პირდაპირი რეგისტრაციის მაგალითი გის-ის „არქმეპი„ (ArcMap 9.x) გამოყენებით. 1. მომხმარებელი ირჩევს დამხმარე კონტექსტურ მენიუს „გეომიბმა„ (Georeferensing), შემდეგ 2. „საყრდენი წერტილების დამატება„ (Odd control points), გადადის მისაბმელ გამოსახულებაზე, 3. მანიპულატორის (კურსორის,

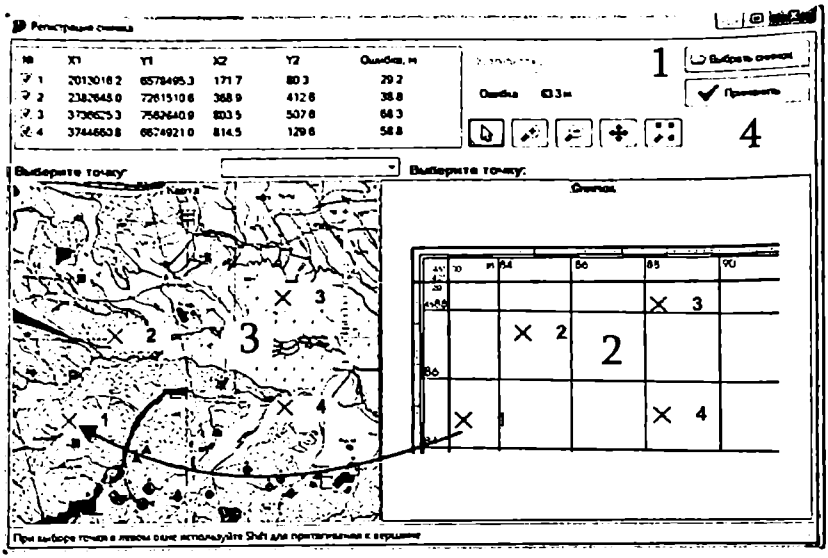
მაუსის) შესაბამის ადგილზე დაჭერით ხსნის კონტექსტურ მენიუს „X და Y შეყვანა„ (input X and Y) და 4. კლავიატურის დახმარებით შეჰყავს მონიშნული წერტილის კოორდინატები.

პირდაპირი მიბმის სიზუსტე მაღლდება, როდესაც რასტრულ გამოსახულებაზე საყრდენი წერტილები ან კარგად გარჩევადია ან წინასწარ არის გამოყოფილი (მარკირებულია).

რასტრული გამოსახულების რეგისტრაციის მეორე მეთოდი გულისხმობს საკონტროლო წერტილების კოორდინატების განსაზღვრას უკვე რეგისტრირებულ გამოსახულებაზე იდენტური წერტილების შერჩევით. ამ შემთხვევაში ოპერატორს აღარ სჭირდება ზემოთნახსენები საყრდენი წერტილების კოორდინატების ცოდნა. გამოსახულების ირიბი ხერხით რეგისტრაციისას საკმარისია მხოლოდ მიბმულ და მისაბმელ გამოსახულებებზე იდენტური წერტილების მონიშვნა.

27-ე ნახაზზე მოცემულია გამოსახულების ირიბი ხერხით რეგისტრაციის მაგალითი გის-ის „ფორმეპ 5.3„ (Formap 5.3) გამოყენებით. ოპერატორი ძირითადი მენიუდან „ფაილი„ (Файл) ირჩევს ბრძანებას „რასტრის მიბმა„ (Привязать растр), რის შედეგადაც იხსნება დამატებითი ფანჯარა „რასტრის მიბმა„ (Привязать растр).

მარცხენა ფანჯარაში ჩნდება ელექტრონული რუკები სხვადასხვა ინტერნეტ-რესურსიდან. ხოლო მარჯვენაში - ღილაკის „სურათის ამორჩევა„ (Выбрать снимок ნახ. 27.1.) საშუალებით გახსნილი მისაბმელი გამოსახულება. მიბმის განხორციელებისთვის მომხმარებელი რასტრულ გამოსახულებაზე მანიპულატორის (კურსორი, მაუსი) მონიშნავს წერტილს (ნახ.27.2), შემდეგ გადადის ინტერნეტ-რესურის რუკაზე, პოულობს მონიშნული წერტილის შესაბამის ადგილს და მასზე დაჭერით არეგისტრირებს საყრდენ წერტილს (ნახ.27.3). არანაკლები 3 საყრდენი წერტილის რეგისტრაციის შემდეგ, ღილაკზე „შესრულება„ (Применить) დაჭერით



ნახ. 27. გის პროგრამული უზრუნველყოფით რასტრული გამოსახულების ირიბი მიბმის პროცედურათა თანამიმდევრობა.

(ნახ. 27.4), მარჯვენა ფანჯარაში მდებარე გამოსახულება ინაცვლებს მარცხენაში ინტერნეტ-რუკის მეორე ფენად. რაც ნიშნავს, რომ რასტრული გამოსახულების ირიბი ხერხით რეგისტრაცია დასრულებულია.

განვითარებულ ქვეყნებში გამოიყენება გამოსახულების მიბმის კიდევ ერთი, დისკრეტული მიბმის ხერხი, რომელსაც მიბმის **უკოორდინატო ხერხს ან მისამართის მიხედვით გეოკოდირებას** უწოდებენ. ასეთ შემთხვევაში მიბმისთვის გამოიყენება მისამართები და ინდექსები (საფოსტო, საკადასტრო, მოსახლეობის აღწერის და სხვ.), საქართველოს ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილის არასაკმარისად დამისამართიანების გამო ეს ხერხი არააქტუალურია.

გეოგრაფიულ მიბმას გის პროგრამული უზრუნველყოფის უმეტესობა საკუთარი ფუნქციის საშუალებით ახორციელებს. ზოგ შემთხვევაში კი საჭიროა დამატებითი სპეციალიზირებული პროგრამული პროდუქტების გამოყენება (მაგ. OziExplorer).

როგორ ზემოთ უკვე აღვნიშნეთ, სხვადასხვა ქვეყანა ეროვნული კარტოგრაფიული და გეოდეზიური მასალების დამუშავებისთვის განსხვავებულ სისტემებს იყენებენ. გეოგრაფიული ინფორმაციულ სისტემაში ასეთი წყაროების გამოყენებისას საჭირო ხდება ერთი საკოორდინატო სისტემიდან მეორე საკოორდინატო სისტემაში გადატანა ანუ გამოსახულების საკოორდინატო სისტემის გარდაქმნა. საკოორდინატო სისტემის გარდაქმნას მიმართავენ როდესაც:

- გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების საწყისი საკოორდინატო სისტემა უნდა შეიცვალოს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზის საკოორდინატო სისტემის შესაბამისად,
- გამოსახულება (სკანირებული ან ვექტორული რუკა, აეროკოსმოსური სურათი) უნდა გამოიყენონ სხვა, განსხვავებული საკოორდინატო სისტემის ციფრულ რუკასთან სამუშაოდ.

ერთი საკოორდინატო სისტემიდან მეორეში გარდაქმნისთვის ცნობილი უნდა იყოს ორივე სისტემის პარამეტრები, ან საკონტროლო (საყრდენი) წერტილების კოორდინატები მათი ანალიტიკური მეთოდით ტრანსფორმაციისთვის. ტრანსფორმაციის მეთოდებიდან ყველაზე გავრცელებულია შემდეგი:

აფინური (ხაზოვანი) ტრანსფორმაცია. ასეთი ტრანსფორმაციის დანიშნულებაა პარალელური გადატანის ოპერაციების შესრულება, მასშტაბის ცვლილება, შემობრუნება, სარკისებური არეკვლა და სხვ. მისი გამოყენება შესაძლებელია საწყისი გამოსახულების სხვა კარტოგრაფიულ პროექციაში პროექტირებისთვის და შედარებით მცირე ტერიტორიების ტრანსფორმირებისთვის.

აფინური ტრანსფორმაციის საშუალებით აღმოიფხვრება ქაღალდის ორიგინალის გაჭიმვის, შეკუმშვის ან შემობრუნების სახით წარმოქმნილი მცირე დამახინჯებები. აფინური ტრანსფორმაციისას შენარჩუნებულია ხაზების პარალელურობა. ხაზოვანი გარდაქმნის ეს კლასი შეიძლება შესრულდეს პირველი ხარისხის პოლინომებით 6 უცნობიანი კოეფიციენტით:

$$u = a_1 + a_2 x + a_3 y \qquad \text{ფორმ. 3;}$$

$$\upsilon = b_1 + b_2 x + b_3 y \qquad \text{ფორმ. 4;}$$

სადაც u და υ არის საყრდენი წერტილების ვექტორული ან რასტრული კოორდინატები გარდაქმნამდე (საწყის საკოორდინატო სისტემაში), ხოლო x და y - უკვე ტრანსფორმაციის შემდეგ ეტალონურ საკოორდინატო სისტემაში.

ერთ საკოორდინატო სისტემაში, მაგრამ განსხვავებული განზომილების ერთეულებით (მაგ. მეტრი და მილი) გამოსახულების მიბმისას გამოიყენება აფინური ტრანსფორმაციის სპეციალური სახე.

ტრანსფორმაციის არახაზოვანი მეთოდის საშუალებით ხდება გამოსახულების ნებისმიერი არახაზოვანი, არასისტემური დამახინჯების კორექცია. არახაზოვანი ტრანსფორმაცია ხორციელდება მეორე და უფრო მაღალი ხარისხის პოლინომებით.ტრანსფორმაციის განხორციელების n ხარისხის პოლინომურ განტოლებას შემდეგი სახე აქვს:

$$u = a_1 + a_2 x + a_3 y + a_4 x^2 + a_5 y^2 + a_6 xy + \ldots + a_m y^n \qquad \text{ფორმ. 5;}$$

$$\upsilon = b_1 + b_2 x + b_3 y + b_4 x^2 + b_5 y^2 + b_6 xy + \ldots + b_m y^n \qquad \text{ფორმ. 6.}$$

სადაც a_m b_m - პოლინომების კოეფიციენტებია (რომელთა რიცხვი k-ს ტოლია), n - მათი ხარისხი, m - საყრდენი წერტილების რიცხვი (m= k/2)

პოლინომურ აპროქსიმაციასთან დაკავშირებულ ტრანსფორმაციის მეთოდებში, პოლინომების კოეფეციენტების მისაგნებად (a_i,b_i) გამოიყენება სახმელეთო ან ეტალონური სურათიდან აღებული საყრდენი წერტილები, ხოლო პოლინომების კოეფიციენტები, რომლებიც საჭიროა წყვილი კოორდინატების გადასათვლელად, დაკავშირებულია მათი $k=(n+1)(n+2)$ შეფარდების ხარისხთან.

მე-2 ხარისხის პოლინომები გამოიყენება დიდი ტერიტორიის გამოსახულების ტრანსფორმირებისთვის (დედამიწის მრუდი ზედაპირის გათვალისწინებით), მონაცემების დამახინჯებისას (მაგ. კამერით გამოწვეული) და გეოგრაფიული კოორდინატების (φ, λ) გარდაქმნისას სწორკუთხა სისტემაში.

მე-3 ხარისხის პოლინომები გამოიყენება დეფორმირებული გამოსახულების სკანირებისას და სხვა დეფექტურ მონაცემებთან სამუშაოდ.

მე-4 ხარისხის პოლინომები იშვიათად გამოიყენება, ისიც ძლიერ დამახინჯებულ გამოსახულებებთან სამუშაოდ. [5]

რუკების შეპირაპირება

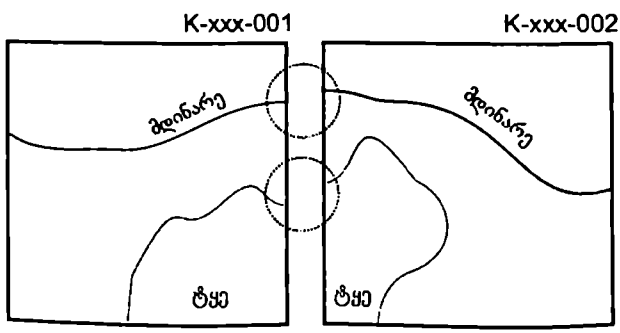
რუკები, რომელიც გის მონაცემთა ბაზისთვის ძირითადი წყაროა, ზოგ შემთხვევაში ვერ ფარავენ საკვლევ ტერიტორიას. ამიტომ საჭიროა რამდენიმე მოსაზღვრე პლანშეტის გამოყენება. პლანშეტების მიბმის შემდეგ გეოგრაფიული სინამდვილის ობიექტები, რომელიც ბუნებაში ერთ მთლიან ობიექტს წარმოადგენენ, რუკების შეპირაპირების („გადაბმის„) ადგილებში ცდება ერთმანეთს. (ნახ. 28)

ორი, თუნდაც ერთსადაიმავე პროექციაში შედგენილი რუკის მიბმისას თითოეულისთვის ცალ-ცალკე განისაზღვრება ის საყრდენი წერტილები, რომელთა საშუალებითაც ხდება გამოსახულების მიბმა. შესაბამისად ორი დამოუკიდებელი გამოსახულება,

რომელიც თავის მხრივ საკმაოდ ზუსტია, მიბმის პროცესში მიღებული ცდომილებების გამო ხშირად სცდება ერთმანეთს, ზოგჯერ მცირედ – ზოგჯერ აშკარად შესამჩნევად.

სიტუაცია უფრო რთულადაა მეორე შემთხვევაში, როდესაც იყენებენ სხვადასხვა პროექციაში შედგენილ გამოსახულებებს, ან როდესაც პროეცირება გამოყენებული იყო კონკრეტულად იმ ტერიტორიისთვის რომელიც გამოსახულია რუკაზე, მისი მოსაზღვრე რეგიონებზე გავლენის გათვალისწინების გარეშე.

ერთი ტერიტორიის ორი, სხვადასხვა პროექციაში შედგენილი რუკის ზუსტი დამთხვევა შეუძლებელია. მიზეზი შეიძლება იყოს, როგორც რუკის პროეცირების მათემატიკური არასრულყოფილება, ისე პროგრამულ უზრუნველყოფაში დამრგვალებით გამოწვეული შეცდომა. ბევრ თანამედროვე გის პროგრამულ უზრუნველყოფას გააჩნია მიბმული ობიექტის ერთი პროექციიდან სხვა პროექციაში ავტომატურად გადათვლის ფუნქცია. თუმცა ეს ფუნქცია, როგორც წესი უგულვებელყოფს ორ დამახინჯებას: თავად პროეცირების და კომპიუტერული გამოთვლების დამრგვალების შეცდომებს. ასეთი გადათვლით მიღებული რუკები მაინც არ იქნება იდეალურად შეპირაპირებული.

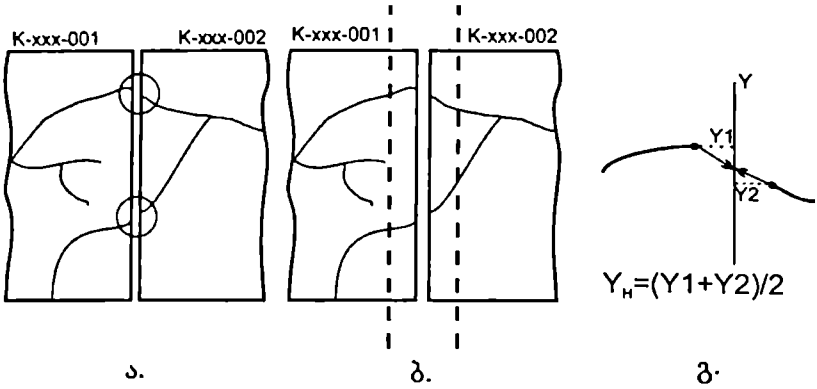


ნახ. 28. რუკათა შეუბმელობის პრინციპული სქემა.

მოსაზღვრე რუკებზე ობიექტები შესაძლოა თავად საწყის ორიგინალზე იყოს აცდენილი. ასეთ შემთხვევაში იგი, როგორც წესი, ეტევა კარტოგრაფიული სიზუსტის ფარგლებში და ტრადიციულ კარტოგრაფიაში მას შეცდომად არც განიხილავენ. გის მონაცემთა ბაზის შედგენისას, ხშირად აუცილებელია ასეთი ობიექტების ერთმანეთთან დაკავშირება სხვადასხვა მოქმედებების ჩასატარებლად. აცდენილი ობიექტების კორექციის პროცედურებს **შეპირაპირებას**, ზოგჯერ კი **შეჯერებას** უწოდებენ.

ობიექტების შეჯერება ხდება რიგი მარტივი ოპერაციებით. შესაფარდებელი ფურცლების მდებარეობის მიხედვით განისაზღვრება შეჯერების გრძედი ან განედი, შემდეგ – სიახლოვის კრიტერიუმი, ანუ სხვადასხვა პლანშეტის ობიექტებს შორის მინიმალური მანძილი, რომელიც უნდა ჩაითვალოს განსხვავებულად. შეჯერების ალგორითმი მდგომარეობს ორი შესაჯერებელი ფურცლის ყველა ელემენტის თანამიმდევრულ შედარებაში ობიექტის კვანძებს შორის სიახლოვის მითითებული კრიტერიუმის მიხედვით. რომ არ მოხდეს პლანშეტზე არსებული ყველა ობიექტის შედარება, არჩევენ ისეთ ობიექტებს, რომლებსაც გარკვეულ ზონაში აქვთ კავშირი მოსაზღვრე პლანშეტთან. შედეგად მიიღება წყვილები, რომლებიც განთავსებულია საკმაოდ ახლოს ერთმანეთთან რათა ჩაითვალოს ერთიან ობიექტად. თუ ობიექტის კვანძებს შორის მანძილი არ აღემატება რუკის სიზუსტეს, ისინი შეცდომის გარეშე გაერთიანდება. (ნახ. 29)

კიდევ ერთი პრობლემა, რომელიც უკავშირდება ობიექტების აცდენას, იმ შემთხვევაში წარმოიქმნება როდესაც ხდება რამდენიმე გამოსახულების ან ობიექტის ზედდება. მაგ. საკვლევი ტერიტორიის სკანირებულ რასტრულ რუკაზე ინფორმაციის განახლებისთვისმომხმარებელიიყენებსაეროფოტოსურათებს.ზოგჯერ შესაძლებელია, რომ ერთსადაიმავე საკოორდინატო სისტემაში



ნახ. 29. ობიექტების ავტომატურად შეჯერების პრინციპული სქემა: ა.- აცდენილი ობიექტები; ბ. - ობიექტების გამოყოფა, რომელთაც აქვთ კავშირი მოსაზღვრე პლანშეტთან; გ. - ობიექტების გაერთიანება საშუალო მდებარეობის გამოთვლით.

მოქცეულ გამოსახულებებზე ობიექტების გეომეტრიული მოხაზულობა ერთმანეთს არ ემთხვევა. ასეთ შემთხვევაში ყველაზე ხშირად იყენებენ **კონფლაციის** (Conflation) მეთოდს, რომელსაც **„რეზინის ფურცლის მეთოდით„** (Rubber sheeting) **ტრანსფორმაციასაც** უწოდებენ. კონფლაცია არის ინტერაქტიური პროცესი, რომლის დროსაც ოპერატორი თავად წყვეტს რომელი ობიექტის მოხაზულობა უნდა შეიცვალოს. ხაზგასასმელია, რომ კონფლაცია სუფთა გრაფიკული ოპერაციაა და მისი გამოყენება არ იძლევა ობიექტის კოორდინატების დაზუსტების გარანტიას. რადგან კონფლაციის დროს ხდება ობიექტების გრაფიკული სახის ცვლილება, თავის სიზუსტის მხრივ ტრანსფორმირებული გამოსახულება შეიძლება გაცილებით არასაიმედო გახდეს პირველწყაროსთან შედარებით. [37] [13] [21]

გამოსახულების გეოგრაფიული მიბმა და შეუბმელობის აღმოფხვრა
(რეზიუმე)

სკანირებულ რასტრულ გამოსახულებებს არ გააჩნიათ გეოგრაფიულ გარემოში მათ რეალურ მდებარეობასთან კავშირი. ციფრული გამოსახულების ვირტუალური საკოორდინატო სისტემის მიმართ მდებარეობის განსაზღვრას **გამოსახულების მიბმას** (ზოგჯერ დატუმის განსაზღვრას) უწოდებენ. განასხვავებენ გეოგრაფიული მიბმის ორ სახეს: **პირდაპირს**, როდესაც მიბმა ხდება გეოგრაფიული კოორდინატების (გრძედი და განედი) გამოყენებით. ასეთ შემთხვევაში შედეგის სიზუსტე პირდაპირ დამოკიდებულია ამ გეოგრაფიული კოორდინატების გაზომვის სიზუსტეზე; **ირიბს**, როდესაც გეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრა ხდება რაიმე ცნობილი დისკრეტული წერტილის მიხედვით, რომელიც პირდაპირ არ იძლევა გეოგრაფიულ კოორდინატებს, მაგრამ ცნობილია მისი მდებარეობა. ასეთ შემთხვევაში გეოგრაფიული მიბმის სიზუსტე დამოკიდებულია ობიექტის ფართობსა და გარჩევადობაზე. წერტილს, რომელსაც იყენებენ რეგისტრაციის დროს, ხშირად **საყრდენ წერტილს** უწოდებენ. გეოგრაფიულ მიბმას გის პროგრამული უზრუნველყოფის უმეტესობა საკუთარი ფუნქციის საშუალებით ახორციელებს. ზოგ შემთხვევაში იყენებენ დამატებითი სპეციალიზირებული პროგრამული პროდუქტების გამოყენება (მაგ. OziExplorer).

ხანდახან საჭირო ხდება გამოსახულების ერთი საკოორდინატო სისტემიდან მეორე საკოორდინატო სისტემაში გადატანა ანუ გამოსახულების საკოორდინატო სისტემის გარდაქმნა/ტრანსფორმაცია. **საკოორდინატო სისტემის გარდაქმნას** მიმართავენ, როდესაც: გეოგრაფიული (სივრცითი) მონაცემების საწყისი საკოორდინატო სისტემა უნდა შეიცვალოს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზის საკოორდინატო სისტემის

შესაბამისად; გამოსახულება (სკანირებული ან ვექტორული რუკა, აეროკოსმოსური სურათი) უნდა გამოიყენონ სხვა, განსხვავებული საკოორდინატო სისტემის ციფრულ რუკასთან სამუშაოდ. ტრანსფორმაციის მეთოდებიდან ყველაზე გავრცელებულია: **აფინური (ხაზოვანი) ტრანსფორმაცია,** რომლის დანიშნულებაა პარალელური გადატანის ოპერაციების შესრულება, მასშტაბის ცვლილება, შემობრუნება, სარკისებური არეკვლა და სხვ. ტრანსფორმაციის **არახაზოვანი მეთოდის** საშუალებით ხდება გამოსახულების ნებისმიერი არახაზოვანი, არასისტემური დამახინჯების კორექცია. არახაზოვანი ტრანსფორმაცია ხორციელდება მეორე და უფრო მაღალი ხარისხის პოლინომებით.

რუკები ზოგ შემთხვევაში მთლიანად ვერ ფარავენ საკვლევ ტერიტორიას. ამიტომ საჭიროა რამდენიმე მოსაზღვრე პლანშეტის გაშოყენება. პლანშეტების მიბმის შემდეგ გეოგრაფიული სინადვილის ობიექტები, რომელიც ბუნებაში ერთ მთლიან ობიექტს წარმოადგენენ, რუკების შეპირაპირების („გადაბმის„) ადგილებში ცდება ერთმანეთს. აცდენილი ობიექტების კორექციის პროცედურებს **შეპირაპირებას,** ზოგჯერ კი **შეჯერებას** უწოდებენ. ობიექტების შეჯერება ხდება რიგი მარტივი ოპერაციებით. შესაფარდებელი ფურცლების მდებარეობის მიხედვით განისაზღვრება შეჯერების გრძედი ან განედი, შემდეგ – სიახლოვის კრიტერიუმი, ანუ სხვადასხვა პლანშეტის ობიექტებს შორის მინიმალური მანძილი, რომელიც უნდა ჩაითვალოს განსხვავებულად. შეჯერების ალგორითმი მდგომარეობს ორი შესაჯერებელი ფურცლის ყველა ელემენტის თანამიმდევრულ შედარებაში ობიექტის კვანძებს შორის სიახლოვის მითითებული კრიტერიუმის მიხედვით. რომ არ მოხდეს პლანშეტზე არსებული ყველა ობიექტის შედარება, არჩევენ ისეთ ობიექტებს, რომლებსაც გარკვეულ ზონაში აქვთ კავშირი მოსაზღვრე პლანშეტთან. შედეგად მიიღება

წყვილები, რომლებიც განთავსებულია საკმაოდ ახლოს ერთმანეთთან რათა ჩაითვალოს ერთიან ობიექტად. თუ ობიექტის კვანძებს შორის მანძილი არ აღემატება რუკის სიზუსტეს, ისინი შეცდომის გარეშე გაერთიანდება.

ზოგჯერ შესაძლებელია, რომ ერთსადაიმავე საკოორდინატო სისტემაში მოქცეულ გამოსახულებებზე ობიექტების გეომეტრიული მოხაზულობა ერთმანეთთს არ ემთხვევა. ასეთ შემთხვევაში ყველაზე ხშირად იყენებენ **კონფლაციის** (Conflation) მეთოდს, რომელსაც „რეზინის ფურცლის მეთოდით„ (Rubber sheeting) ტრანსფორმაციასაც უწოდებენ. კონფლაცია არის ინტერაქტიური პროცესი, რომლის დროსაც ოპერატორი თავად წყვეტს რომელი ობიექტის მოხაზულობა უნდა შეიცვალოს. კონფლაცია სუფთა გრაფიკული ოპერაციაა და მისი გამოყენების შემდეგ ტრანსფორმიებული გამოსახულება შეიძლება გაცილებით არასაიმედო გახდეს პირველწყაროსთან შედარებით.

საკონტროლო შეკითხვები VII თავისთვის

- რატომაა საჭირო რასტრული გამოსახულების მიბმა გეოინფორმატიკაში?
- რას ნიშნავს გამოსახულების მიბმა?
- რას გულისხმობს მიბმის პირდაპირი ხერხი?
- რას გულისხმობს მიბმის ირიბი ხერხი?
- რას გულისხმობს მიბმის უკოორდინატო ხერხი?
- როდის არის საჭირო საკოორდინატო სისტემის გარდაქმნა (ტრანსფორმაცია)?
- აღწერეთ აფინური (ხაზოვანი ტრანსფორმაციის პროცესი.
- აღწერეთ ტრანსფორმაციის არახაზოვანი მეთოდი.
- რა მიზეზებით შეიძლება იყოს აცდენილი გეოგრაფიული ობიექტები მომიჯნავე რუკებზე?

- რას ნიშნავს რუკების შეპირაპირება (შეჯერება)?
- აღწერეთ რუკების ავტომატურად შეპირაპირების მეთოდი.
- რა არის კონფლაცია და როდის გამოიყენება იგი?

VIII თავი. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზები

გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში სხვადასხვა წყაროებიდან შეგროვილი ყველა სახის მონაცემი თავს იყრის მონაცემთა ბაზაში. ობიექტების შესახებ ურთიერთდაკავშირებულ ინფორმაციას (მონაცემებს), რომელიც სპეციალური სახითაა ორგანიზებული და ინახება რაიმე შემნახველ მოწყობილობაზე, **მონაცემთა ბაზას** უწოდებენ. მონაცემთა ბაზა გის პროექტის ერთ-ერთი საკვანძო ელემენტია, რადგან მასში ინფორმაციის სწორად ორგანიზებაზეა დამოკიდებული პროექტის ეფექტურობა და შედეგების პროდუქტულობა. გის მონაცემთა ბაზაში თითოეული გრაფიკული ობიექტი ისეთნაირად უნდა ინახებოდეს, რომ მომხმარებელს საშუალება ჰქონდეს ნებისმიერ დროს მოძებნოს და ამოარჩიოს მისთვის სასურველი ჩანაწერი. აქედან გამომდინარე გის მონაცემთა ბაზის მიმართ ჩამოყალიბდა მთელი რიგი მოთხოვნები. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზა უნდა იყოს:

- **დროში თანხვედრილი** - შენახული რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მონაცემები უნდა შეესაბამებოდეს გარკვეულ პერიოდს და იყოს აქტუალური;
- **სრული** - შეიცავდეს საკმარის ინფორმაციას დასმული ამოცანის გადაჭრისთვის: საკვლევი ობიექტის/მოვლენის ანალიზის ან კარტოგრაფიული მოდელირებისთვის;
- **პოზიციურად ზუსტი** - თავსებადი ყველა დანარჩენ არსებულ ან შემდეგ დამატებულ ინფორმაციასთან;
- **საიმედო** - სწორედ გადმოსცემდეს გამოსახული ობიექტის ან მოვლენის თვისებებს;
- იოლად **განახლებადი**;
- იოლად **ხელმისაწვდომი**.

ეფექტური მონაცემთა ბაზის შექმნა დამოკიდებულია სწორად განხორციელებულ პროექტირების სამ ეტაპზე:

I ეტაპი - **კონცეპტუალური** - არ უკავშირდება პროგრამულ-აპარატულ კომპონენტს. ამ ეტაპზე მუშავდება კონცეპტუალური მოდელი, ანალიზდება საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის ზოგადი და უნიკალური თვისებები, შეირჩევა მონაცემების წყაროები, ტიპები, გამოსახვის საუკეთესო ხერხები, ბაზის შექმნის ვადები და სხვა მრავალი.

II ეტაპი - **ლოგიკური** - დაკავშირებულია პროგრამულ უზრუნველყოფასთან. ლოგიკური ეტაპი გულისხმობს მონაცემთა ბაზის შინაარსის და სტრუქტურის განსაზღვრას პროექტისთვის გამიზნული კონკრეტული გის პროგრამული პროდუქტის და მონაცემთა ბაზის ტექნიკური სპეციფიკის გათვალისწინებით.

III ეტაპი - **ფიზიკური** - უკავშირდება აპარატულ-ტექნიკურ საშუალებებს. ამ ეტაპზე განისაზღვრება ინფორმაციის მოცულობა და ხდება შესაბამისი ტევადობის შემნახველი აპარატურის მომზადება, მონაცემთა ბაზის ფიზიკური სტრუქტურის, შემადგენელი ნაწილების მდებარეობის განსაზღვრა ციფრულ მოწყობილობებზე და სხვა. [5]

მოკლედ რომ გადმოვცეთ მონაცემთა ბაზის არსი - მონაცემთა ბაზა არის ფაილების ნაკრები, რომლებიც უზრუნველყოფს მონაცემების შენახვას, დამატებას, წაშლას, ამორჩევას და ცვლილებას.

მონაცემთა ბაზაში მონაცემების შენახვის სამი ხერხი არსებობს: მოუწესრიგებელი ფაილები, თანმიმდევრობით მოწესრიგებული ფაილები და ინდექსირებული ფაილები.

მოუწესრიგებელი ფაილები

მოუწესრიგებელ ფაილებს ზოგჯერ უბრალოდ **სიებსაც** უწოდებენ და იგი მონაცემთა ბაზის ყველაზე მარტივი ფორმატია.

მოუწესრიგებელი ფაილი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ბიბლიოთეკის კატალოგის სახით, რომელსაც ახალი ელემენტი, ბარათი, ემატება სიის ბოლოს. ასეთ ფაილებში მოსახერხებელია მონაცემთა დამატება. მაგრამ მათში ინფორმაციის მოძებნა/ამოღება – უკიდურესად მოუხერხებელი. ასეთ n ელემენტების სიაში ძებნას სჭირდება საშუალოდ (n+1)/2 ოპერაცია. თუ ინფორმაციის შემცველი ბარათების წაკითხვას სჭირდება 1 წმ. მაშინ 200 000 ბარათიან ნაკრებში ძებნას დასჭირდება (200000-1)/2 წმ. ანუ 27 სთ. ამრიგად ნათელია მონაცემთა უფრო ეფექტური ორგანიზაციის საჭიროება.

თანამიმდევრობით მოწესრიგებული ფაილები

თანამიმდევრობით მოწესრიგებულ ფაილებში მონაცემების ელემენტები ინახება ანბანური რიგითობით, როგორც უმეტეს ბიბლიოთეკის კატალოგებში. ტრადიციულად ასეთ ფაილებში ძებნა ხდება დეკომპოზიციური მეთოდით: ძებნა იწყება არა თავიდან, არამედ ფაილის შუა ადგილიდან. თუ საძებნი მნიშვნელობა არ არის ნაპოვნი, საძებნი პროგრამა განსაზღვრავს ფაილის რომელ ნაწილში უნდა იყოს იგი – შემოწმებულ ჩანაწერამდე, თუ მას შემდეგ. ასე მეორდება მანამ, სანამ საძებნი ელემენტი არ იქნება ნაპოვნი.

ხშირად მოწესრიგებულ ფაილებში ძებნისთვის გამოიყენება დიქომეტრიული მეთოდი. ასეთი ალგორითმი მოითხოვს log2(n+1) ოპერაციას. ამრიგად, ზემოთ განხილული მაგალითისთვის 200 000 ელემენტით ძებნას დასჭირდება 2 სთ ნაცვლად 27 სთ-სა. ჩვეულებრივი ძებნისგან განსხვავებით მოწესრიგებულ ფაილებში მონაცემების ჩაწერისთვის საჭიროა შეიქმნას ადგილი ახალი ელემენტებისთვის. ამასთან ერთად ფაილების ეს ფორმატი უზრუნველყოფს ინფორმაციის უფრო სწრაფ ძებნას.

მონაცემთა ბაზის ცალკეული სივრცითი ელემენტები (წერტილები, ხაზები და პოლიგონები) ხასიათდება არა მხოლოდ სახელებით და საიდენტიფიკაციო ნომრებით, არამედ ატრიბუტების ნაკრებითაც. ზემოთ ნახსენები ორივე ფორმატი ძებნას ახორციელებელს ყველაზე მთავარი კრიტერიუმების: დასახელების ან სხვ. მიხედვით. როგორც წესი, გის მონაცემთა ბაზაში ძებნისას საჭიროა ობიექტების პოვნა, რომელთა ატრიბუტებიც აკმაყოფილებენ გარკვეულ კრიტერიუმებს. მაგ. საჭიროა 20% ზე ნაკლები დახრილობის მქონე გამოფიტული ნიადაგის ყველა ნაკვეთის პოვნა. უმეტეს შემთხვევაში ობიექტი დაკავშირებულია არა ერთ, არამედ რამდენიმე ატრიბუტთან. ამიტომ ეფექტური ძებნის მეთოდი უნდა ითვალისწინებდეს ატრიბუტებს შორის გადამკვეთ (ატრიბუტების საერთო) მნიშვნელობებსაც.

ინდექსირებული ფაილი

გამოსავალი მრავალი ატრიბუტის ცალკ-ცალკე შემოწმებიდან არის **ინდექსირებული ფაილი**: საწყისი ფაილიდან ახალ ფაილში კოპირდება ყველა, ჩანაწერისთვის საერთო ერთი ატრიბუტის მნიშვნელობა ჩანაწერის მდებარეობასთან ერთად, ანუ ახალ ფაილში თითოეული ჩანაწერი შედგება ატრიბუტის მნიშვნელობასა და საწყის ფაილში მისი მისამართისგან (ბმულისგან). შემდეგ ხდება ახალ ფაილში ჩანაწერების დალაგება ატრიბუტების მნიშვნელობის მიხედვით. დალაგებულ ფაილში საჭირო მონაცემების პოვნა შესაძლებელია ზემოთნახსენები შუაზე გაყოფის პრინციპით. საჭირო ჩანაწერის პოვნით მიიღება საწყის ფაილში არსებული ყველა ჩანაწერის მისამართი (ბმული), რომლის დახმარებითაც მომხმარებელს შეუძლია ნახოს შესაბამისი ატრიბუტი. საწყის ფაილს, რომლიდანაც ხდება ინფორმაციის კოპირება უწოდებენ **ინდექსირებულს**, ხოლო ახალ ფაილს, რომელშიც ხდება ამორჩევა – **ინდექსის ფაილს**.

ცხრილი 5.

ინდექსირებული ფაილი, [1]-ის მიხედვით. გვ. 116

ობიექტის №	ატრიბუტები (თვისებები)			
	საფარის ტიპი	სავალი ნაწილის სიგანე მ.	მნიშვნელობა	მდგომარეობა
1	ასფალტი	8	საერთაშორისო	კარგი
2	ასფალტო-ბეტონი	24	საერთაშორისო	საუკეთესო
3	ასფალტი	12	ადგილობრივი	კარგი
4	გრუნტი	8	ადგილობრივი	კარგი
5	გრუნტი	8	ადგილობრივი	ცუდი
6	ასფალტი	8	ადგილობრივი	დამაკმაყოფილე-ბელი
7	ასფალტო-ბეტონი	18	საერთაშორისო	კარგი
8	ხრეში	4	ადგილობრივი	ცუდი

ინდექსირებული ფაილი

მდგომარეობა	ობიექტის №
საუკეთესო	2
კარგი	1, 3, 4, 7;
დამაკმ.	6;
ცუდი	5, 8;

ინდექსის ფაილის კოდით „მდგომარეობა„

მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა

მონაცემთა ბაზაში ინფორმაციის შენახვის ზემონახსენები ხერხები ძირითადად გამოიყენება მცირე მოცულობის ინფორმაციის შესანახად. მოცულობითი გის პროექტების განხორციელებისას მონაცემთა ბაზები შეიძლება ათობით და ასობით სხვადასხვა ცხრილისგან შედგებოდეს. მონაცემების ასეთი ნაკადის მართვა მოუწესრიგებელი,

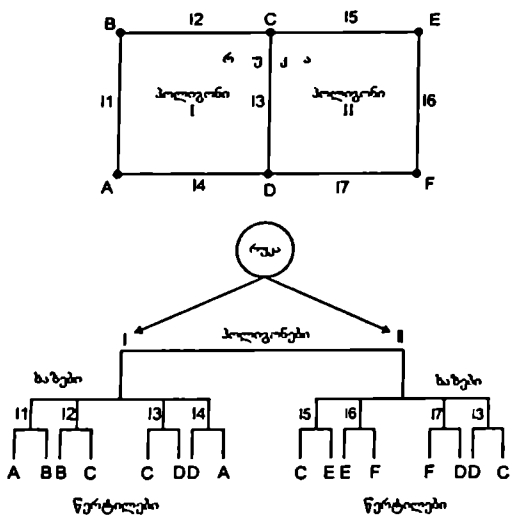
თანამიმდევრობით მოწესრიგებული თუ ინდექსირებული ფაილების გამოყენებით პრაქტიკულად შეუძლებელია. ურთიერთდაკავშირებული მრავალი ფაილისაგან შემდგარი მონაცემების ეფექტური დამუშავებისთვის **მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემები** (მბმს DBMS – DataBasa Management System) გამოიყენება. მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა არის უნივერსალური პროგრამული ინსტრუმენტი მონაცემთა ბაზის შექმნისა და გამოყენებისთვის პრაქტიკული საქმიანობის ნებისმიერ სფეროში. მბმს უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზის შექმნას, მრავალმხრივ წვდომას, ასევე - ერთიდაიგივე მონაცემების სხვადასხვა ამოცანის გადაჭრისთვის გამოყენებას.

მბმს საფუძველი განსხვავებული მონაცემების მოდელები შეიძლება იყოს. მბმს-ში მონაცემების ლოგიკური ორგანიზაციის მეთოდს (პრინციპს) **მონაცემების მოდელს** უწოდებენ. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია იერარქიული, ქსელური და რელაციური მოდელები.

მბმს-ის სათავე ინფორმატიკის ფართოდ დანერგვის ეტაპს ემთხვევა. მბმს-ს პირველი პროგრამული პროდუქტი მე-20 საუკუნის 60-70-იანი წლების მიჯნაზე შეიქმნა. პირველი თაობის მბმს განკუთვნილი იყო მძლავრი გამომთვლელი მანქანებისთვის (ე.წ. Mainframe) და გააჩნდათ იერარქიული ან ქსელური სტრუქტურა. როგორც ყველა პირველი პროდუქტი, მბმს-ც რიგი ნაკლოვანებებით ხასიათდებოდა. მათ შორის აღსანიშნავია: გამოყენების სირთულე, მონაცემთა ბაზების ფიზიკური ორგანიზების ცოდნის საჭიროება, მონაცემთა ბაზის ავტომატიზირებული შექმნის შესაძლებლობის არარსებობა, მაღალი ღირებულება და სხვ. თუმცა პირველი თაობის მბმს კონცეფცია წარმატებული აღმოჩნდა. მათ საფუძველზე შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფა, მორალურად მოძველებული არქიტექტურის მიუხედავად დღემდე გამოიყენება. [63]

იერარქიული მონაცემთა ბაზები

იერარქიულ მონაცემთა ბაზებში მონაცემები ორგანიზებულია მრავალდონიანი, ე.წ. „ხისმაგვარ„ სტრუქტურაში, დონეებს შორის კავშირით. ასეთ კავშირს „მშობელი-შვილი„ ან „ერთი-ბევრთან„ უწოდებენ. აღნიშნული მიდგომა გულისხმობს, რომ თითოეული ელემენტი უნდა პირდაპირ დაკავშირებული იყოს რაღაც რაოდენობის „შვილობილ“ ელემენტთან. ამ „შვილობილ“ ელემენტს თავის მხრივ ანალოგიური კავშირი აქვს თავის „შთამომავალთან“ და ა.შ. იერარქიის თითოეულ დონესთან წვდომა ხდება **კოდის** ან კრიტერიუმის მიხედვით (კოდი ჩვეულებრივ შეესაბამება დაკავშირებულ ატრიბუტებს). იერარქიული მონაცემთა ბაზის აგების პრინციპი მოცემულია 30-ე ნახაზზე. აქ რუკა შეიცავს 2 პოლიგონს: I და II. თითოეული პოლიგონი შედგება ხაზებისაგან, თითოეული ხაზი შეიცავს წყვილ წერტილებს.



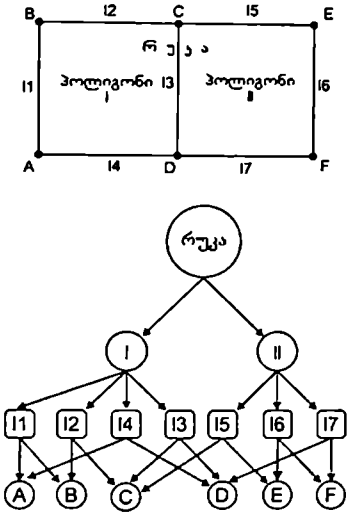
ნახ. 30. იერარქიული მონაცემთა ბაზის სტრუქტურის პრინციპული სქემა. [1]-ის მიხედვით.

იერარქიული მონაცემთა ბაზის უპირატესობა მათი სიმარტივე და მონაცემების კოდებთან ღია წვდომაა. ასეთი სტრუქტურა იოლად ფართოვდება ატრიბუტების და ახალი წესების დამატებით. იერარქიული მონაცემთა ბაზიდან მონაცემების ამოღების ეფექტურობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ შექმნის დროს რამდენად წარმატებით იქნა გათვალისწინებული შესაძლო შეკითხვების სტრუქტურა. იერარქიული სისტემის ბუნება მოითხოვს ზუსტად განისაზღვროს თითოეული ურთიერთობა, რათა შეიქმნას თავად სტრუქტურა და მისი განშტოებანი. თუ სტრუქტურა არასრულია ან საჭიროა ძებნა ისეთი კრიტერიუმით, რომელიც მკაფიოდაა არაა აღნიშნული – ძებნის განხორციელება შეუძლებელია.

იერარქიული მონაცემთა ბაზის ერთ-ერთი ყველაზე სერიოზული ნაკლია მონაცემთა დუბლირება. 30-ე ნახაზიდან ჩანს, რომ წერტილების თითოეული წყვილი მეორდება, უფრო მეტიც, 13 ხაზის კოორდინატები: C და D მეორდება 4-ჯერ. ეს იწვევს მონაცემების მაღალ სიჭარბეს დიდ მონაცემთა ბაზებში. კიდევ ერთი ნაკლია ის, რომ ჩანაწერებთან წვდომა შესაძლებელია მხოლოდ ზემოთ ან ქვემოთ იერარქიის დონეებზე.

ქსელური მონაცემთა ბაზები

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზაში ხშირად ობიექტი უკავშირდება მრავალ ატრიბუტს, ხოლო ცალკეული ატრიბუტი შეიძლება დაკავშირებული იყოს რამდენიმე ობიექტთან. შესაბამისად უფრო მოსახერხებელია „მრავალი მრავალთან“ სტრუქტურის გამოყენება, ვიდრე იერარქიულის. ასეთი მოდელის რეალიზებისთვის, თითოეული ელემენტისთვის საჭიროა განისაზღვროს პროგრამული სტრუქტურა – საძიებელი, რომელსაც კავშირი უნდა ჰქონდეს ელემენტთან დაკავშირებულ ყველა მონაცემთან. (ნახ. 31) ამრიგად მონაცემის ყველა ელემენტი აღმოჩნდე-



ნახ. 31. ქსელური მონაცემთა ბაზების სტრუქტურის პრინციპული სქემა. [1]-ის მიხედვით.

ბა დაკავშირებული ერთმანეთთან პირდაპირ, „მშობელი-შვილი" ტიპის კავშირის გარეშე. მონაცემთა ბაზის ასეთ სტრუქტურას უწოდებენ **ქსელურს.**

ქსელური სტრუქტურა, რომელსაც განიხილავენ როგორც მოდიფიცირებულ იერარქიულ სისტემებს, ნაკლებად ხისტია და უზრუნველყოფს ძებნის უფრო მოქნილ შესაძლებლობას. იერარქიული სისტემებისაგან განსხვავებით აქ გაცილებით ნაკლებია მონაცემთა სიჭარბე. ქსელური სტრუქტურის ნაკლია მონაცემთა ბაზის დიდი მოცულობის შემთხვევაში საძიებლების დიდი რაოდენობა, რაც ზედმეტ ადგილს იკავებს მეხსიერებაში.

ხანდახან მონაცემების სიჭარბის და კავშირების რაოდენობის შესამცირებლად გამოიყენებენ კომპაქტურ ქსელურ სტრუქტურას, რომლებსაც **საძიებლიან წრიულ სტუქტურასაც** უწოდებენ.

ამ შემთხვევაში თითოეული ობიექტი წარმოდგენილია ერთ ეგზემპლარში. ეს მნიშვნელოვნად ამარტივებს მონაცემთა ბაზას.

რელაციური მოდელი

მბმ სისტემების განვითარების რევოლუციური ეტაპი 70-იანი წლებიდან იწყება, როდესაც მონაცემთა ბაზების ცნობილმა ამერიკელმა სპეციალისტმა ე. კოდმა (E. F. Codd) მონაცემების ახალი მოდელი წარმოადგინა. 1970 წელს გამოქვეყნებულ სტატიაში „მონაცემების რელაციური მოდელი დიდი საერთო მონაცემთა ბანკებისთვის„ (A relation model of data for large shared data banks) კოდმა დააყენა საკითხი უზრუნველეყოთ მონაცემების აღწერის და წარმოდგენის გამოყენებითი პროგრამებიდან დამოუკიდებლობა. რის შედეგადაც გამარტივდა მონაცემების ბაზის პროექტირება და პროგრამირება. იდეამ ფართო პოპულარობა მოიპოვა და უკვე 70-იანი წლების ბოლოს მთელი რიგი კომერციული და არაკომერციული დანიშნულების ბაზები იყო შემუშავებული. შემდგომ, მეთოდოლოგიის და ალგორითმების მუდმივი სრულყოფის შედეგად, მონაცემთა რელაციური ბაზები არა მარტო გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის, არამედ სხვა უმეტეს ინფორმაციული სისტემებში ყველაზე ხშირად გამოყენებადი მოდელია. მონაცემთა ბაზის მართვის ცნობილი სისტემებია SQlite, PostgreSQL, MySQL, Oracle, MS ACCESS და სხვ.

ტერმინი „რელაციური„ (ინგ. Relation - ურთიერთობა) მიუთითებს, რომ მონაცემების შენახვის ეს მოდელი ეფუძნება მის შემადგენელ ნაწილებს შორის ურთიერთკავშირს. შემადგენელი ნაწილები - ორგანზომილებიანი ცხრილებია, რომელთა შორისაც დამყარებულია კავშირი. რელაციური მოდელის ძირითადი ცნებებია: **მონაცემის ტიპი, დომენი, ატრიბუტი, კორტეჟი** და **კოდი**. რელაციური მოდელი უზრუნველყოფს ერთიანი საფუძველის (ურთიერთობის

ალგებრაზე დაფუძნებული (რელაციური ალგებრა Relation algebra) და შეკითხვების სტრუქტურირებული უნივერსალური ენის (SQL Structured Query Language) მქონე მონაცემების დამუშავების ოპერაციების შესრულებას.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მონაცემთა რელაციური ბაზა წარმოადგენს ურთიერთდაკავშირებული ორგანზომილებიანი ცხრილების სიმრავლეს - **რელაციურ ცხრილებს**, რომლებსაც ასევე **ურთიერთობებს** უწოდებენ. თითოეულ მათგანში შენახულია საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის ერთი რომელიმე თვისების შესახებ ინფორმაცია. მონაცემთა რელაციური ბაზის სტრუქტურაა რელაციური ცხრილების ერთობლიობა, რომელთა შორისაც დამყარებული ლოგიკური კავშირი. ცხრილებში ინახება დასმული ამოცანის გადასაჭრელად საჭირო ყველა მონაცემები. ამასთან, თითოეული მონაცემი ცხრილში უნდა ინახებოდეს მხოლოდ ერთი ჩანაწერით. რელაციური მონაცემთა ბაზის შექმნისას გამოყენებულ ერთ-ერთ პროცესს ნორმალიზაციას უწოდებენ. **ნორმალიზაცია** არის ცხრილიდან გამეორებული ჩანაწერების წაშლა მათი ახალ ცხრილში გადატანის გზით, სადაც ისინი არ იქნებიან ჩანაწერის უბრალო ასლები. დუბლირებული ჩანაწერების მინიმალური რაოდენობა ხდის რელაციურ მოდელს მონაცემების შენახვის ეფექტურ საშუალებად.

რელაციური ცხრილის სტრუქტურა შედგება **ველებისაგან** (Field). თითოეული ველი ასახავს ობიექტის ან მოვლენის გარკვეულ მახასიათებლებს. ველისთვის განსაზღვრავენ მასში განთავსებული ელემენტარული მონაცემის ტიპს, ზომას და სხვა პარამეტრებს. ველების შინაარსი გამოისახება ცხრილის სვეტებში. ერთი სვეტი შეიცავს მონაცემების ერთ ტიპს. რელაციური ცხრილის სვეტებს **ატრიბუტებსაც** უწოდებენ. ატრიბუტებს მინიჭებული აქვთ სახელები, რომელთა საშუალებითაც ხდება მათთან დაკავშირება. ერთი ცხრილის ფარგლებში

ნაკვეთის კოდი	საკადასტრო კოდი	მისამართი	მუნიციპალიტეტი	რეგისტრ. თარიღი
001	XX.XX.XX.524	ი. ჭავჭავაძის ქ. №7	ყვარელი	12.12.2012
002	XX.XX.XX.154	ზ. გამსახურდიას ქ. №9	ყვარელი	27.05.2015
003	XX.XX.XX.374	ვაჟა-ფშაველას ქ. №3	ყვარელი	01.02.2006

ატრიბუტები

საკადასტრო კოდი	მფლობელი	ფართობი კვ.მ	კატეგორია
XX.XX.XX.524	იოსებ იოსებაშვილი	10000	საძოვარი
XX.XX.XX.154	თედო თედიაშვილი	7000	სახნავი
XX.XX.XX.374	კობა კობახიძე	1000	კომერციული

მფლობელი	პირადი ნომერი	საცხოვრებელი ადგილი	ტელეფონის ნომერი
იოსებ იოსებაშვილი	XXXXXXX28	ს. შილდა	5XX XXXX89
თედო თედიაშვილი	XXXXXXX05	ს. გავაზი	5XX XXXX25
კობა კობახიძე	XXXXXXX98	ქ. თელავი	5XX XXXX85

ნახ. 32. რელაციური მონაცემთა ბაზის პრინციპული სქემა. [1]-ის მიხედვით

ატრიბუტებს არ შეიძლება ჰქონდეთ იდენტური სახელი. ცხრილში ატრიბუტების (სვეტების) რიგითობას არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს.

ცხრილის შინაარსი მოთავსებულია ერთი ტიპის მონაცემების შემცველ სტრიქონებში, რომელსაც **კორტეჟს** (tuple), ზოგჯერ კი უბრალოდ **ჩანაწერს** (record) უწოდებენ. კორტეჟი შეიცავს კონკრეტული ობიექტის ან მოვლენის შესახებ მონაცემებს. კორტეჟში უცნობი მნიშვნელობებისთვის შესაძლებელია NULL მნიშვნელობის გამოყენება.

ცხრილის თითოეული ჩანაწერის ერთმნიშვნელოვანი, ცალსახა იდენტიფიკაციისთვის ყოველ ცხრილს უნდა გააჩნდეს უნიკალური **პირველადი კოდი** (Primary Key), რომლის დახმარებითაც შესაძლებელია ცხრილში ერთ-ერთი ჩანაწერის მოძებნა. კოდი შეიძლება ერთი ან რამდენიმე ველისგან შედგებოდეს. კოდის მნიშვნელობა უნიკალურია (არ მეორდება სხვა ჩანაწერში).

ცხრილებს შორის ლოგიკურ კავშირი უზრუნველყოფს რამდენიმე ცხრილიდან მონაცემების გაერთიანების შესაძლებლობას. ცხრილებს შორის კავშირი დამყარებულია ერთნაირი ველების - **კავშირის კოდების** საშუალებით. ამით უზრუნველყოფილია არადუბლირებული მონაცემების რაციონალური შენახვა და საჭირო დროს მათი გაერთიანება.

ნორმალიზირებულ რელაციურ ბაზაში ცხრილებს შორის კავშირი შეიძლება ხორციელდებოდეს „ერთი ერთთან „ (1:1) ან „ერთი მრავალთან„ (1:M) სქემის მიხედვით. „ერთი ერთთან„ გულისხმობს, რომ ერთი ცხრილის თითოეული ჩანაწერი შეესაბამება სხვა ცხრილის ერთ ჩანაწერს, ხოლო „ერთი მრავალთან„ - ერთი ცხრილი თითოეული ჩანაწერი შეესაბამება მეორე ცხრილის რამდენიმე ჩანაწერს, მაგრამ მეორე ცხრილი თითოეული ჩანაწერი შეესაბამება პირველი ცხრილის მხოლოდ ერთ ჩანაწერს.

შესაძლებელია ერთი ან რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებული ცხრილის (მონაცემების) დამუშავება. მონაცემების დამუშავება გულისხმობს: გამოთვლებს ერთი ჩანაწერის ფარგლებში, ჩანაწერის დაჯგუფებას გარკვეული კრიტერიუმების შესაბამისად ან გამოყოფილი მონაცემების ჯგუფის დამუშავებას სტატისტიკური ფუნქციებს მიხედვით (დაჯამება, საშუალო, მაქსიმალური/მინიმალური მნიშვნელობის გამოყოფა და სხვ.).

რელაციურ ბაზებს ნაკლოვანებანიც გააჩნია. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების თვალსაზრისით აღსანიშნავია შემდეგი:

- გეოგრაფიული გაგების გამოყენების შეუძლებლობა (მაგ. სივრცითი კავშირის და მანძილის);
- ნაწილობრივი სიჭარბე, შეკითხვების დამუშავების დაბალი სიჩქარე, რეალიზაციის სირთულე;
- სირთულეები გის-ის რთულ ობიექტებთან მუშაობისას;
- შეზღუდვები მონაცემთა ტიპების არჩევისას;
- დროით მნიშვნელობებთან მუშაობის სირთულე.

ობიექტურ-ორიენტირებული მონაცემთა ბაზები

მონაცემთა ბაზების აგების ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომა სათავეს პროგრამირების ენებიდან იღებს. მიმდინარე პერიოდში იგი ძირითადად გამოიყენება მონაცემების სიჭარბის შესამცირებლად და რელაციურ მონაცემთა ბაზებში თანამიმდევრობითი ძებნის ამოცანების გადასაჭრელად.

გის-ში **ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომა** გამოიყენება რთული სივრცითი ობიექტების ანალიზისთვის და მონაცემთა ბაზის განახლებასთან დაკავშირებული პრობლემების აღმოსაფხვრელად ისეთი ოპერაციების შემდეგ, როგორიცაა მაგ. პოლიგონების ერთმანეთზე დადება. მონაცემთა ბაზის ობიექტურ-ორიენტირებული

სტრუქტურა, რომლის შემუშავებისთვის გამოიყენება ობიექტურ-ორიენტირებული პროგრამირების ენები, ითავსებს იერარქიული სტრუქტურის სიჩქარეს და რელაციური მონაცემთა ბაზების მოქნილობას მონაცემების რეალური ობიექტების ანალოგის წარმოდგენის წყალობით.

რელაციურ მონაცემთა ბაზაში ობიექტი განისაზღვრება მისი ჩანაწერებით. ატრიბუტსა და ატრიბუტის მნიშვნელობას შორის ლოგიკური კავშირებით. ობიექტურ-ორიენტირებულ მონაცემთა ბაზაში მონაცემები განისაზღვრება უნიკალური ობიექტებით, რომელიც ჯგუფდება კლასებში ბუნებრივი ნიშნების მიხედვით. ობიექტის აღწერისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას მისი ატრიბუტები (რომელთა ერთობასაც **მდგომარეობას** უწოდებენ) ან მეთოდების ნაკრებით – **პროცედურები**, რომლებიც განსაზღვრავენ ობიექტის ქცევას. მონაცემებს მოთავსებულია ობიექტში, რომელსაც თავის მხრივ მონაცემთა ბაზის ფარგლებში აქვს უნიკალური იდენტიფიკატორი.

მონაცემები, რომლებიც გამოიყენება ობიექტურ-ორიენტირებულ მონაცემთა ბაზაში, უნდა იყოს უნიკალური ობიექტი. შესაბამისად ასეთი მონაცემთა ბაზები ძალიან ეფექტურია ქსელური და იერარქიული მონაცემთა ბაზებთან შედარებით იერარქიულად ურთიერთდაკავშირებული მონაცემების შენახვისას. თუმცა, ასეთ მონაცემთა ბაზის შექმნას, როგორც სჩანს, დასჭირდება დიდი დრო. რადგან საჭირო გახდება ობიექტის მრავალი ატრიბუტის, ასევე ობიექტებს შორის კავშირის ნათლად განსაზღვრა. სამაგიეროდ, სამუშაოს დასრულების შემდეგ მიიღება საკმაოდ ეფექტური სტრუქტურა.

მონაცემთა ბაზის ოპტიმალური სტრუქტურის შერჩევა

ნათელია, რომ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების თვალსაზრისით თითოეულ ტიპს აქვს თავის უპირატესობა.

იერარქიული სტრუქტურა საშუალებას იძლევა დიდ ძალისხმევის გარეშე მოცულობითი მონაცემთა ბაზები დაიყოს ნაწილებად, რომელთა მართვა გაცილებით იოლია.

ქსელურ მონაცემთა ბაზებში არის გარკვეული რაოდენობის ჭარბი ინფორმაცია და რეალიზებულია მკაცრი კავშირები ობიექტებს შორის, რომელიც არსებითად ამცირებს ძებნის დროს.

ობიექტურ-ორიენტირებულ მონაცემთა ბაზებში შეიძლება ჩაემატოს დამატებითი კავშირები და ფუნქციური შესაძლებლობანი. თუმცა, ამისთვის საჭიროა პროგრამირების რთული ინსტრუმენტები. ამასთან ერთად ასეთი მონაცემთა ბაზები მომთხოვნია გამოთვლითი რესურსების მიმართ.

რელაციური მონაცემთა ბაზები განსხვავდება „ღიაობიოთ" და ადაპტაციის ფართო შესაძლებლობებით. მაგრამ ნაკლია დიდ ზომა, მონაცემების სიჭარბე და ძებნის შედარებით დაბალი სიჩქარე. რიგი მიზეზების გამო ყველა ჩამოთვლილი სტრუქტურა ხშირად ერთად გამოიყენება. [5] [63] [1] [3] [13]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა ბაზები (რეზიუმე)

ობიექტების შესახებ ურთიერთდაკავშირებულ ინფორმაციას (მონაცემებს), რომელიც სპეციალური სახითაა ორგანიზებული და ინახება რაიმე შემნახველ მონყობილობაზე, **მონაცემთა ბაზას** უწოდებენ. მასში ინფორმაციის სწორად ორგანიზებაზეა დამოკიდებული პროექტის ეფექტურობა და შედეგების პროდუქტულობა. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზა უნდა იყოს: **დროში თანხვედრილი, სრული, პოზიციურად ზუსტი, საიმედო, იოლად განახლებადი და იოლად ხელმისაწვდომი.** ეფექტური მონაცემთა ბაზის შექმნა დამოკიდებულია სწორად განხორციელე-

ბულ პროექტირების სამ ეტაპზე: I ეტაპი - **კონცეპტუალური** (მუშავდება კონცეპტუალური მოდელი, ანალიზდება საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის ზოგადი და უნიკალური თვისებები, შეირჩევა მონაცემების წყაროები, ტიპები, გამოსახვის საუკეთესო ხერხები, ბაზის შექმნის ვადები და სხვ), II ეტაპი - **ლოგიკური** (მონაცემთა ბაზის შინაარსის და სტრუქტურის განსაზღვრა პროექტისთვის გამიზნული კონკრეტული გის პროგრამული პროდუქტის და მონაცემთა ბაზის ტექნიკური სპეციფიკის გათვალისწინებით), III ეტაპი - **ფიზიკური** (განისაზღვრება ინფორმაციის მოცულობა და ხდება შესაბამისი ტევადობის შემნახველი აპარატურის მომზადება, მონაცემთა ბაზის ფიზიკური სტრუქტურის, შემადგენელი ნაწილების მდებარეობის განსაზღვრა ციფრულ მონყობილობებზე და სხვა).

მონაცემთა ბაზაში მონაცემების შენახვის სამი ხერხი არსებობს: **მოუწესრიგებელი ფაილები** მონაცემთა ბაზის ყველაზე მარტივი ფორმატია. მოუწესრიგებელი ფაილი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ბიბლიოთეკის კატალოგის სახით, რომელსაც ახალი ელემენტი, ბარათი, ემატება სიის ბოლოს. ასეთი ფაილებში მოსახერხებელია მონაცემთა დამატება. მაგრამ ინფორმაციის მოძებნა/ამოღება – უკიდურესად მოუხერხებელი. **თანამიმდევრობით მოწესრიგებულ** ფაილებში მონაცემების ელემენტები ინახება ანბანური რიგითობით, როგორც უმეტეს ბიბლიოთეკის კატალოგებში. ტრადიციულად ასეთ ფაილებში ძებნა ხდება დეკომპოზიციური მეთოდით: ძებნა იწყება არა თავიდან, არამედ ფაილის შუა ადგილიდან. თუ საძებნი მნიშვნელობა არ არის ნაპოვნი, საძებნი პროგრამა განსაზღვრავს ფაილის რომელ ნაწილში უნდა იყოს იგი – შემოწმებულ ჩანაწერამდე, თუ მას შემდეგ. ასე მეორდება მანამ, სანამ საძებნი ელემენტი არ იქნება ნაპოვნი. **ინდექსირებული ფაილის** შემთხვევაში საწყისი ფაილიდან ახალ ფაილში კოპირდება ყველა, ჩანაწერისთვის საერთო ერთი

ატრიბუტის მნიშვნელობა ჩანაწერის მდებარეობასთან ერთად, ანუ ახალ ფაილში თითოეული ჩანაწერი შედგება ატრიბუტის მნიშვნელობასა და საწყის ფაილში მისი მისამართისგან (ბმულისგან). შემდეგ ხდება ჩანაწერების დალაგება ატრიბუტების მნიშვნელობის მიხედვით. დალაგებულ ფაილში საჭირო მონაცემების პოვნა შესაძლებელია ზემოთნახსენები შუაზე გაყოფის პრინციპით. საჭირო ჩანაწერის პოვნით მიიღება საწყის ფაილში არსებული ყველა ჩანაწერის მისამართი (ბმული), რომლის დახმარებითაც მომხმარებელს შეუძლია ნახოს ყველა ატრიბუტი. საწყის ფაილს, რომლიდანაც ხდება ინფორმაციის კოპირება უწოდებენ **ინდექსირებულს**, ხოლო ახალ ფაილს, რომელშიც ხდება ამორჩევა – **ინდექსის ფაილს**.

მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა (მბმს) არის უნივერსალური პროგრამული ინსტრუმენტი მონაცემთა ბაზის შექმნისა და გამოყენებისთვის პრაქტიკული საქმიანობის ნებისმიერ სფეროში. მბმს უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზის შექმნას, მრავალმხრივ წვდომას, ასევე - ერთიდაიგივე მონაცემების სხვადასხვა ამოცანის გადაჭრისთვის გამოყენებას. მბმს საფუძველი განსხვავებული მონაცემების მოდელები შეიძლება იყოს. მბმს-ში მონაცემების ლოგიკური ორგანიზაციის მეთოდს (პრინციპს) **მონაცემების მოდელს** უწოდებენ. ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია იერარქიული, ქსელური და რელაციური მოდელები.

იერარქიულ მონაცემთა ბაზებში მონაცემები ორგანიზებულია მრავალდონიანი, ე. წ. „ხისმაგვარ„ სტრუქტურაში, დონეებს შორის კავშირით. ასეთ კავშირს „მშობელი-შვილი„ ან „ერთი-ბევრთან„ უწოდებენ. აღნიშნული მიდგომა გულისხმობს, რომ თითოეული ელემენტი უნდა პირდაპირ დაკავშირებული იყოს რაღაც რაოდენობის „შვილობილ“ ელემენტთან. ამ „შვილობილ“ ელემენტს თავის მხრივ ანალოგიური კავშირი აქვს თავის „შთამომავალთან“

და ა.შ. იერარქიის თითოეულ დონესთან წვდომა ხდება **კოდის** ან **კრიტერიუმის** მიხედვით. (კოდი – ჩვეულებრივ შეესაბამება დაკავშირებულ ატრიბუტებს).

გის-ის მონაცემთა ბაზაში ხშირად ობიექტი უკავშირდება მრავალ ატრიბუტს, ხოლო ცალკეული ატრიბუტი შეიძლება დაკავშირებული იყოს რამდენიმე ობიექტთან. ასეთ შემთხვევაში უფრო მოსახერხებელია „მრავალი მრავალთან" სტრუქტურის გამოყენება, ვიდრე იერარქიულის. ასეთი მოდელის რეალიზებისთვის, თითოეული ელემენტისთვის საჭიროა განისაზღვროს პროგრამული სტრუქტურა – საძიებელი, რომელსაც კავშირი უნდა ჰქონდეს ელემენტის ყველა მონაცემთან. ამრიგად მონაცემის ყველა ელემენტი აღმოჩნდება დაკავშირებული ერთმანეთთან პირდაპირ, „მშობელი შვილი" ტიპის კავშირის გარეშე. მონაცემთა ბაზის ასეთ სტრუქტურას უწოდებენ **ქსელურს**.

მონაცემთა რელაციური ბაზა წარმოადგენს ურთიერთდაკავშირებული ორგანზომილებიანი ცხრილების სიმრავლეს - რელაციურ ცხრილებს, რომლებსაც ასევე **ურთიერთობებს** უწოდებენ. თითოეულ მათგანში შენახულია საკვლევი ობიექტის ან მოვლენის ერთი რომელიმე თვისების შესახებ ინფორმაცია. მონაცემთა რელაციური ბაზის სტრუქტურაა ლოგიკურად დაკავშირებული რელაციური ცხრილების ერთობლიობა. ასეთ ცხრილებში ინახება ყველა მონაცემი, რომელიც საჭიროა დასმული ამოცანის გადასაჭრელად. ამასთან, თითოეული მონაცემი ცხრილში უნდა ინახებოდეს მხოლოდ ერთი ჩანაწერით. რელაციური მონაცემთა ბაზის შექმნისას გამოიყენება პროცესი, რომელსაც ნორმალიზაციას უწოდებენ. **ნორმალიზაცია** არის ცხრილიდან გამეორებული ჩანაწერების წაშლა მათი ახალ ცხრილში გადატანის გზით, სადაც ისინი არ იქნებიან ჩანაწერის უბრალო ასლები. რელაციური ცხრილის სტრუქტურა შედგება **ველებისაგან** (Field). თითოეული ველი

ასახავს ობიექტის ან მოვლენის გარკვეულ მახასიათებლებს. ველისთვის განსაზღვრავენ მასში განთავსებული ელემენტარული მონაცემის ტიპს, ზომას და სხვა პარამეტრებს. ველების შინაარსი გამოისახება ცხრილის **სვეტებში**. ერთი სვეტი შეიცავს მონაცემების ერთ ტიპს. რელაციური ცხრილის სვეტებს **ატრიბუტებსაც** უწოდებენ. ატრიბუტებს მინიჭებული აქვთ სახელები, რომელთა საშუალებითაც ხდება მათთან დაკავშირება. ერთი ცხრილის ფარგლებში ატრიბუტებს არ შეიძლება ჰქონდეთ იდენტური სახელი. ცხრილში ატრიბუტების (სვეტების) რიგითობას არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს. ცხრილის შინაარსი მოთავსებულია ერთი ტიპის მონაცემების შემცველ სტრიქონებში, რომელსაც **კორტეჟს** (tuple), ზოგჯერ კი უბრალოდ **ჩანაწერს** (record) უწოდებენ. კორტეჟი შეიცავს კონკრეტული ობიექტის ან მოვლენის შესახებ მონაცემებს. კორტეჟში უცნობი მნიშვნელობებისთვის შესაძლებელია NULL მნიშვნელობის გამოყენება. ცხრილის თითოეული ჩანაწერის ერთმნიშვნელოვანი, ცალსახა იდენტიფიკაციისთვის ყოველ ცხრილს უნდა გააჩნდეს უნიკალური **პირველადი კოდი** (Primary Key), რომლის დახმარებითაც შესაძლებელია ცხრილში ერთ-ერთი ჩანაწერის მოძებნა. კოდი შეიძლება ერთი ან რამდენიმე ველისგან შედგებოდეს. უნიკალური კოდის მნიშვნელობა არ შეიძლება მეორდებოდეს რამდენიმე ჩანაწერში.

გის-ში **ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომა** გამოიყენება რთული სივრცითი ობიექტების ანალიზისთვის და მონაცემთა ბაზის განახლებასთან დაკავშირებული პრობლემების აღმოსაფხვრელად ისეთი ოპერაციების შემდეგ, როგორიცაა მაგ. პოლიგონების ერთმანეთზე დადება. მონაცემთა ბაზის ობიექტურ-ორიენტირებული სტრუქტურა, რომლის შემუშავებისთვის გამოიყენება ობიექტურ-ორიენტირებული პროგრამირების ენები, ითავსებს იერარქიული სტრუქტურის სიჩქარეს და რელაციური მონაცემთა ბაზების მოქ-

ნილობას მონაცემების რეალური ობიექტების ანალოგის წარმოდგენის წყალობით.

საკონტროლო შეკითხვები VIII თავისთვის

- რას უწოდებენ მონაცემთა ბაზას?
- რა ძირითადი მოთხოვნებია გეოინფორმატიკაში მონაცემთა ბაზების მიმართ?
- აღწერეთ ეფექტური მონაცემთა ბაზის შექმნის სამი ეტაპი.
- აღწერეთ მონაცემების მოუწესრიგებელ ფაილად შენახვის ხერხი.
- აღწერეთ მონაცემების თანამიმდევრობით მოწესრიგებულ ფაილებად შენახვის ხერხი.
- აღწერეთ მონაცემების ინდექსირებულ ფაილად შენახვის წესი.
- რა არის მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა?
- აღწერეთ იერარქიული მონაცემთა ბაზები.
- აღწერეთ ქსელური მონაცემთა ბაზები.
- აღწერეთ რელაციური მოდელი.
- რას ნიშნავს მონაცემების ნორმალიზაცია?
- რას გულისხმობს მონაცემების „ერთი ერთთან„ და „ერთი მრავალთან„ კავშირი?
- რა დროს გამოიყენება ობიექტურ-ორიენტირებული მიდგომა?

IX თავი. მონაცემთა შეცდომები და მათი გასწორება

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზა. რომელშიც ხშირად ათასობით ჩანაწერია, უცილობლად მოიცავს შეცდომებს. ეს შეცდომები შეიძლება სუბიექტური ან ობიექტური მიზეზებით იყოს გამოწვეული. მონაცემთა ბაზის შექმნის პროცესში საჭიროა მათი მინიმიზაცია, რადგან მონაცემთა შეცდომები იწვევს ანალიზის შეცდომებს. მიუხედავად იმისა, რომ ცალკეული შეცდომა შეიძლება სრულიად უსაფრთხოდ მიიჩნეოდეს - უმნიშვნელო მათგანიც კი საკმარისია არსებითად არასწორი შედეგის მისაღებად.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა შეცდომები შეიძლება რამდენიმე კატეგორიად დაიყოს:

- კონცეპტუალური შედომები;
- მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები;
- მონაცემთა კოდირების შეცდომები;
- მონაცემთა რედაქტირებასთან და ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებული შეცდომები;
- მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე წარმოქმნილი შეცდომები.
- გამოსასვლელი მონაცემების შეცდომები. [3]

კონცეპტუალური შეცდომები

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გეოგრაფიული საფუძველი, როგორი სისრულითაც არ უნდა იყოს წარმოდგენილი იგი, რეალური სამყაროს გამარტივებული წარმოდგენაა. მაგ. როგორც გენერალიზაციის საკითხის განხილვისას აღვნიშნეთ, ნებისმიერი კარტოგრაფიული გამოსახულება რაღაც დონეზე გენერალიზირებულია. შესაბამისად ასეთ დროს არ არის გამორიცხული ადამიანური ფაქტორით გამოწვეული შეცდომები, სხვადასხვა

ობიექტების სუბიექტური აღქმა თუ არასწორი ინტერპრეტაცია. ასეთი ტიპის შეცდომები **კონცეპტუალურ შეცდომებს** მიეკუთვნება. ადამიანური ფაქტორის გარდა კონცეპტუალური შეცდომების წყარო შეიძლება იყოს არასრული მონაცემები ან/და მათი ნაწილობრივი ურთიერთწინააღმდეგობრიობა.

მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები

ადამიანური ფაქტორის გარდა ხშირი მოვლენაა ე.წ. **სისტემური შეცდომები**, რომლებიც ინსტრუმენტული გაზომვებისას (მაგ. რაიმე ხელსაწყოს არასწორი კალიბრირების გამო) დაშვებულ შეცდომებს უკავშირდება. მონაცემთა წყაროების შეცდომები ასევე შეიძლება მონაცემების არააქტუალობით (მოძველებით) იყოს გამოწვეული.

მონაცემთა წყაროების შეცდომებიდან ცალკე გამოსაყოფია რუკებთან დაკავშირებული შეცდომები. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, რუკები გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების ძირითად წყაროს წარმოადგენენ. შესაბამისად მათგან მონაცემთა ბაზების შექმნისას, ციფრულ ფორმატში გადაყვანილ ინფორმაციას „თან მიჰყვება“ რუკის დამახასიათებელი ნაკლოვანებანი. მოკლედ გავიხსენებთ რუკათა იმ თვისებებს, რომლებიც საყურადღებოა მონაცემთა ბაზების შექმნისას:

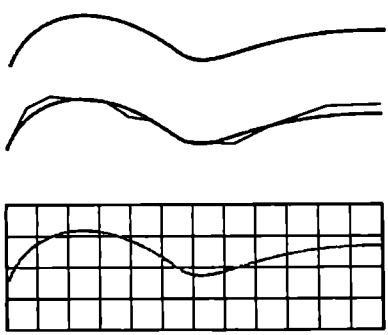
- ნებისმიერ რუკაზე გამოსახულება განერალიზირებულია, რაც გავლენას ახდენს გამოსახული ობიექტების თვისებებზე. (მაგ. შეიძლება ზოგიერთი ობიექტის მდებარეობა ზუსტად არ იყოს გამოსახული). შესაბამისად რუკის წყაროდ გამოყენებისას საჭიროა სიფრთხილის გამოჩენა მისი ინტერპრეტაციის დროს.
- რუკა გადმოსცემს სტატისტიკურ სურათს, დროის გარკვეულ მონაკვეთს, ამიტომ ხშირად ძველდება.

- დედამიწის სფერული ზედაპირის სიბრტყეზე გაშლა უცილობლად იწვევს დამახინჯებას.
- რუკათა შეუბმელობა (საზღვრების შეუსაბამობა) იწვევს მონაცემთა ბაზაში გადატანილი მონაცემების შეუსაბამობას. [5]

მოკლედ რომ ვთქვათ, მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები უკავშირდება როგორც პოზიციურ, ისე თემატურ შეცდომებს. ისინი შეიძლება ოპერატორის არასწორი მოქმედების ან არსებული კარტოგრაფიული მეთოდების არასრულყოფილებითაც იყოს გამოწვეული. [3] [1]

მონაცემთა კოდირების შეცდომები

მონაცემთა კოდირების ანუ მონაცემების გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემებისთვის გამოსადეგ ფორმატში გარდაქმნის პროცესის შეცდომები ალბათ ყველაზე უფრო ფართოდაა გავრცელებული. ასეთი შეცდომის თვალსაჩინო მაგალითია რუკის სკანირებისას მიღებული ობიექტების დამახინჯება ან აციფვრისას, გეოგრაფიული ობიექტების ვექტორული გამოსახულების შექმნისას წარმოქმნილი უზუსტობები. (ნახ. 33)

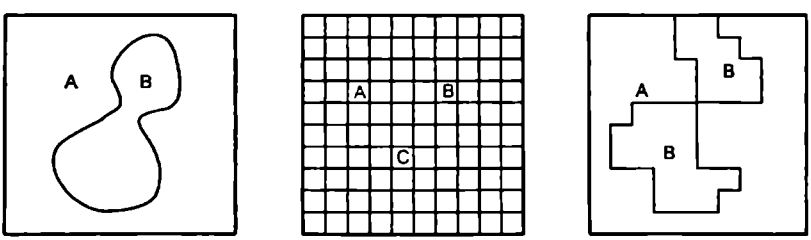


ნახ. 33. გეოგრაფიული ობიექტის (ა.) კოდირებისას წარმოქმნილი შეცდომების პრინციპული სქემა. ბ. ტეხილი ხაზი (ვექტორული მოდელი), გ. ობიექტის არაზუსტი მდებარეობა (რასტრული მოდელი).

მონაცემთა რედაქტირებასთან და ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებული შეცდომები

ანალოგური მასალის ციფრული ასლის შექმნა, როგორც ვნახეთ, გარკვეულ შეცდომებთან არის დაკავშირებული. მაგრამ კიდევ ერთი ტიპის შეცდომები მონაცემების კორექციის ან/და ტრანსფორმაციის დროს ხდება. მაგ. რასტრული მონაცემები, რედაქტირების შემდეგ შეიძლება გარდაქმნას ვექტორულში, ხოლო ვექტორული - რასტრულში. ასეთ პროცესს თითქმის უცილობლად თან სდევს შეცდომები. მაგალითად ვექტორული რუკების რასტრულში გადაყვანისას ხშირად იკარგება მცირე ფართობის პოლიგონები, ჩნდება დამახინჯებები დაკავშირებული რასტრული გამოსახულების უნებლიე გადახრასთან ან შემობრუნებასთან. რასტრული მონაცემების ვექტორულში გადაყვანისას წარმოიქმნება ტოპოლოგიური არაერთგვაროვნება, რომელიც პირდაპირ პროპორციულია რასტრის გარჩევადობასთან. (ნახ. 34)

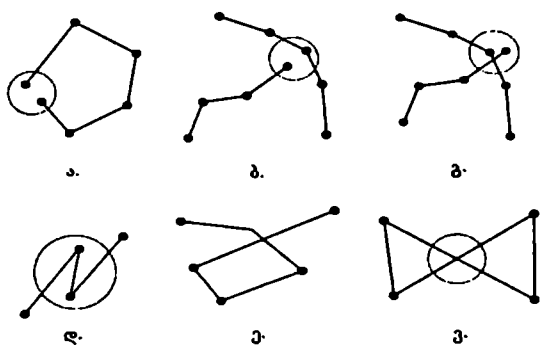
გეოგრაფიული მონაცემების გამოსახვის ვექტორული მოდელისთვის დამახასიათებელი შეცდომების პრინციპული სქემა მოცემულია 35-ე ნახაზზე.



ნახ. 34. მონაცემთა ერთი მოდელიდან (ა. ვექტორული მოდელი) მეორეში (ბ. რასტრული მოდელი) ტრანსფორმაციის და პირუკუ პროცესისას წარმოქმნილი შეცდომების პრინციპული სქემა.

ვექტორული მონაცემებისთვის ჩვეულებრივი შეცდომაა ე.წ. **„ჩამოკიდებული კვანძები“** (Dangling Node), რომელიც შეიძლება განისაზღვროს, როგორც არაფერთან დაკავშირებული ხაზის ბოლო. შესაძლებელია სამი სახის ასეთი შეცდომა: **ჩაუკეტავი საზღვარი** (Open poligon ნახ. 35.ა), **დაცილება** (Undershoot), როდესაც კვანძი არ აღწევს პრიმიტივს, რომელთანაც უნდა იყოს დაკავშირებული (ნახ. 35.ბ.) **გადაცილება** (Overshoot), როდესაც კვანძი გადაცილებულია პრიმიტივს(ნახ. 35. გ.).

ვექტორული მოდელის კიდევ ერთი, ფართოდ გავრცელებული შეცდომაა ე.წ. **„უცნაური პოლიგონი“** (Weird Poligon, ნახ 35. ვ.) რომელსაც აკლია კვანძები. ასეთ შემთხვევაში პოლიგონი ერთგვარი „გრაფიკული არტეფაქტია“ და მისი წარმოქმნის ძირითადი მიზეზი დიდი რაოდენობის ობიექტების არათანამიმდევრობით აციფვრაა. ასეთ დროს თავს იჩენს ხოლმე კიდევ სხვა სახის შეცდომები: ე. წ. **„მახვილი“** (Wedge, ნახ. 35.დ) და



ნახ. 35. ვექტორული მოდელისთვის დამახასიათებელი შეცდომები: ა.-ჩაუკეტავი პოლიგონი; ბ.-დაცილება; გ.-გადაცილება; დ.-მახვილი, ე.-მარყუჟი; ვ.-უცნაური პოლიგონი.

„მარყუჟი“ (Loop, ნახ. 35. ე.) რომლებიც, როგორც აღვნიშნეთ, არასწორად აციფრული წერტილების გამო წარმოიქმნება. [1]

ასეთი ვექტორული მონაცემებისშეცდომების გასწორება ხშირ შემთხვევაში საკმაოდ მარტივი პროცედურაა. თანამედროვე კომერციული გის უმეტესობაში სპეციალური ფუნქციებია გათვალისწინებული, რომლის საშუალებითაც იგი ასეთ შეცდომებს ავტომატურ რეჟიმში ასწორებს. შეცდომების ავტომატური გასწორებისას მთავარი პარამეტრია - **ზღვრული სიდიდე** (Tolerance) - რიცხვითი მონაცემი, რომელსაც უთითებს ოპერატორი საჭირო კონკრეტული სიზუსტის მიხედვით. პროგრამული უზრუნველყოფა ეძებს ობიექტებს, ამოწმებს კვანძებს შორის დაშორების სიდიდეს, თუ ეს უკანასკნელი ზღვრულ სიდიდეზე ნაკლებია - ტოვებს მას, ხოლო თუ აჭარბებს ავტომატურად უერთებს უახლოეს პრიმიტივს.

ზოგიერთი „ჩამოკიდებული“ კვანძი მონაცემთა ბაზაში მიზანმიმართულად იქმნება. (მაგ. ქუჩის ჩიხების ან მდინარეთა შენაკადების გამოსახვისთვის) ასეთ შემთხვევაში „ჩამოკიდებული“ კვანძი მონაცემთა ბაზის სრულფასოვანი ობიექტია და მონაცემების ავტომატურად გასწორების დროს მათ აღნიშნავენ როგორც გამონაკლისს.

რედაქტირების შედეგად წარმოქმნილი შეცდომების აღმოჩენა (მაგ. იმ შემთხვევაში თუ გის პროგრამულ უზრუნველყოფას არ გააჩნია ასეთი ფუნქცია), შესაძლებელია შემდეგი ხერხით: რედაქტირებულ გამოსახულებას ბეჭდავენ გამჭვირვალე მასალაზე, ადებენ მას წყაროს და ვიზუალურად ახდენენ შეცდომების იდენტიფიკაციას.

შეცდომები გამოსახულების მიბმის და ტრანსფორმაციის პროცესსაც ახასიათებს. მანამ, სანამ მოხდება მთელი გამოსახულების ტრანსფორმაცია, საჭიროა დადგინდეს საწყის (ორიგინალ) და ტრანსფორმირებულ კოორდინატებს შორის სხვაობა (ტრანსფორმაციის შეცდომა), რათა პროცესის განხორციელებისას ეს უკანასკნელი შეძლებისდაგვარად მინიმუმდე იყოს შემცირებული.

კოორდინატების გადახრის სიზუსტეს, რომელიც გამოითვლება როგორც ამ წერტილებს შორის მანძილი, **საშუალოკვადრატული შეცდომა** (RMS - Root-Mean-Square) ეწოდება.

დასაშვებ საშუალოკვადრატულ შეცდომას ითვლიან სამი განსხვავებულ ხერხით, რომლებიც ეფუძნება: საბაზო რუკის მასშტაბს და კარტოგრაფიულ სიზუსტეს, მოცემულ შეცდომის სავარაუდო სიდიდეს და რუკის მიმართ წაყენებულ სიზუსტის მოთხოვნას, (წარმოქმნილს სკანირებული გამოსახულების ან სურათის მიხედვით.

საშუალო კვადრატული შეცდომის გამოთვლა თითოეული ეტალონური წერტილისთვის ყველაზე ხშირად შემდეგი ფორმულის საშუალებით მიმდინარეობს:

$$D_k = \sqrt{(u_r - x_k)^2 + (\upsilon_k - y_k)^2} \qquad \text{ფორმ. 7}$$

საშუალოკვადრატული შეცდომა გამოისახება საწყისი გამოსახულების კოორდინატების ერთეულებში - რუკის ერთეულებში ან პიქსელებში. ითვლება, რომ D_k დასაშვები მნიშვნელობა თითოეული საკონტროლო წერტილის იმ რადიუსის ექვივალენტური უნდა იყოს, რომლის ფარგლებშიც ტრანსფორმირებული კოორდინატები განიხილება როგორც კორექტული. მაგ. თუ D_k 2-ის ტოლია, მაშინ ტრანსფორმირებული პიქსელი, რომელიც საწყისიდან 2 პიქსელით არის დაშორებული ჩაითვლება ზუსტად ლოკალიზებულად. თეორიულად კი რასტრული გამოსახულების საშუალოკვადრატული შეცდომა უნდა იყო საწყისი რასტის გარჩევადობის ნახევარზე ნაკლები.

შეცდომის შემცირებისთვის ხშირად იყენებენ **მცირედ აცდენილი საკონტროლო წერტილების იგნორირების** ხერხს. მაგრამ ასეთი მიდგომა ყოველთვის სწორი არ არის. საკონტროლო წერტილის წაშლა არ არის რეკომენდირებული, როდესაც იგი ცალსახად განსაზღვრავს

მდებარეობას, ან მისი იგნორირება გამოიწვევს საკონტროლო (საყრდენი) წერტილების თანაბრად განაწილების დარღვევას.

D_k მნიშვნელობის გარდა, თითოეული საყრდენი წერტილისთვის ტრანსფორმირების შედეგების ხარისხის შეფასებისთვის იყენებენ სხვა პარამეტრებსაც, მაგ. **ტრანსფორმირების საერთო საშუალოკვადრატულ შეცდომას**, რომელიც განსაზღვრავს თითოეული წერტილს წილს საერთო შეცდომაში (ფორმ. 8). [5]

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} D_k^{\,2}} \qquad \text{ფორმ. 8}$$

გამოსახულების რეგისტრაციისას (მიბმისას) წარმოქმნილი შეცდომების გასწორება ზოგჯერ საყრდენი წერტილების უბრალო გადაადგილებითაა შესაძლებელი. გის კომერციული პროგრამული უზრუნველყოფის უმეტესობა ასეთ შეცდომების გამოთვლას ავტომატურ რეჟიმში ახორციელებს და ატყობინებს მომხმარებელს მათი სიდიდის შესახებ.

მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე წარმოქმნილი შეცდომები

მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე ხშირად წარმოიქმნება შეცდომები, რომელიც უკავშირდება მონაცემების კლასიფიკაციას, ფართობული ობიექტების გაერთიანებას ან გაყოფას, ფენების ზედდებას და სხვა. მონაცემების დამუშავებისას წარმოქმნილი შეცდომების ყველაზე ნათელი მაგალითია ე. წ. „ნამსხვრევი პოლიგონები“ (ორი გამოსახულების კონტურების არასრულად დამთხვევის მიზეზით წარმოქმნილი უზუსტობები). თავის მხრივ ანალიზის და დამუშავების შეცდომები პირდაპირ კავშირშია მონაცემთა წყაროების ან/და რედაქტირების ეტაპის შეცდომებთან.

ზედდების შეცდომები არის პოზიციონირების შეცდომები და იშვიათად იწვევს ატრიბუტულ შეცდომებს.

გამოსავლელი მონაცემების შეცდომები

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების შეცდომები არის გარდაუვალი უზუსტობები, რომელიც დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზაში არსებულ შეცდომებთან, ასეთი შეცდომების მასშტაბი პირდაპირ დამოკიდებულია შესრულებულ სამუშაოზე: თუ რამდენად კვალიფიციურად განხორციელდა გის შექმნის ყველა ეტაპი - კონცეპტუალური პროექტირებიდან მონაცემთა ანალიზამდე. [3]

ატრიბუტული მონაცემების შეცდომები და მათი გასწორება

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შეცდომებიდან ცალკე აღსანიშნავია ატრიბუტულ მონაცემთა შეცდომები. მათთვის არ არსებობს ტოპოლოგიის ექვივალენტი - შესაბამისად არ არსებობს რაიმე წესი, რომლის საშუალებითაც ატრიბუტული მონაცემების შეცდომების გამოვლენა და მათი თუნდაც ნახევრად ავტომატური გასწორება მოხდებოდა. (მაგ. ზემოთნახსენები ვექტორული მონაცემების გასწორების მსგავსი). სხვანაირად რომ ვთქვათ, არ არსებობს რაიმე მკაფიო პარამეტრი, რომელიც ობიექტების განსაზღვრულ კანონზომიერებას გამოავლენდა.

ატრიბუტული მონაცემების შეცდომების მინიმიზაცია მონაცემთა ბაზის შექმნის ეტაპზეა შესაძლებელი ცხრილური მონაცემების მინიმალური ან/და მაქსიმალური მნიშვნელობების, ტიპის და სხვა სპეციფიკური პარამეტრების განსაზღვრით. ამ ხერხით მცირდება ოპერატორის მიერ შეცდომის დაშვების ალბათობა (მაგ. ტექსტის რიცხვებით შეცვლა).

ვექტორული მონაცემების **ატრიბუტების გამოტოვება** ნიშნავს, რომ მისი ობიექტებისთვის (წერტილები, ხაზები და პოლიგონები) არაფერია მითითებული შესაბამის ცხრილში. შეცდომის აღმოჩენა შესაძლებელია ცხრილური ინფორმაციის დათვალიერების ან ობიექტების და ატრიბუტების მონიტორზე ერთდროული დემონსტრაციით. შეცდომების გასწორება იოლადაა შესაძლებელი არჩეული ობიექტის ატრიბუტის სათანადო მნიშვნელობის ინტერაქტიულ რეჟიმში ჩაწერით.

რასტრული მონაცემების ატრიბუტების შეცდომები უფრო რთული საკითხია. **რასტრის ატრიბუტული შეცდომა** ნიშნავს, რომ მისი უჯრედისთვის არ არის მითითებული მნიშვნელობა. ასეთი შეცდომა შეიძლება მთელი სვეტების ან სტრიქონების დაკარგვით გამოვლინდეს. რასტრული მონაცემების შეცდომების აღმოჩენა ძირითადად ვიზუალური მეთოდით ხდება ოპერატორი გამოსახულების დათვალიერების დროს ვარაუდობს, რომ იგი შეიცავს შეცდომას, რადგან უჯრედი მეზობელ უჯრედებთან შედარებით შეუსაბამოდ გამოიყურება. ამოცანა იოლდება სამგანზომილებიანი მოდელების შექმნით. ისეთ რასტრული გამოსახულებებისთვის, რომელთაც ერთგვაროვანი ობიექტები ნაკლებად აქვთ (მაგ. სკანირებული ტოპოგრაფიული რუკა) შეცდომების აღმოჩენა გაცილებით რთულდება.

რასტრული მონაცემების გასწორებაც ინტერაქტიულ რეჟიმში ხდება. ოპერატორი ახდენს გამოტოვებული მნიშვნელობის შეტანას კლავიატურის ან სხვა უფრო თანამედროვე მეთოდის საშუალებით.

ზოგადად ატრიბუტების შეცდომების გამოვლენა შესაძლებელია საწყისი მასალის, მისი ატრიბუტების და გავრცელების კარგი ცოდნის შემთხვევაში. ასეთი შეცდომების გასწორება მოითხოვს ყველა ჩანაწერის შედარებას ორიგინალთან. სამუშაო შრომატევადი და დამღლელია, მაგრამ მხოლოდ ასეა შესაძლებელი

გამოვლინდეს შეცდომების უმეტესობა. აღმოჩენილი შეცდომის გასწორება ხდება ინტერაქტიულ რეჟიმში.

რთული მონაცემთა ბაზების შექმნისას, შესაძლოა ათობით ათასი ობიექტის ორიგინალთან შედარებას თვეები დასჭირდება. ამიტომ რეკომენდირებულია მცირე პორციების შემოწმება მათი მონაცემთა ბაზაში შეტანის პარალელურად, თუნდაც იმ მარტივი მიზეზის გამო, რომ ოპერატორს უფრო კარგად ეხსომება მონაცემები, ვიდრე მოგვიანებით, როდესაც დაუბრუნდება მას. [3] [1] [13]

მონაცემთა შეცდომები და მათი გასწორება (რეზიუმე)

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემთა შეცდომები შეიძლება რამდენიმე კატეგორიად დაიყოს: ადამიანური ფაქტორით გამოწვეული შეცდომები, სხვადასხვა ობიექტების სუბიექტური აღქმა თუ არასწორი ინტერპრეტაცია **კონცეპტუალურ შეცდომებს** მიეკუთვნება. ადამიანური ფაქტორის გარდა კონცეპტუალური შეცდომების წყარო შეიძლება იყოს არასრული მონაცემები ან/და მათი ნაწილობრივი ურთიერთწინააღმდეგობრიობა. მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებულ შეცდომებს მიეკუთვნება ე.წ. **სისტემური შეცდომები**, რომლებიც ინსტრუმენტული გაზომვებისას (მაგ. რაიმე ხელსაწყოს არასწორი კალიბრირების გამო) დაშვებულ შეცდომებს უკავშირდება. მონაცემთა წყაროების შეცდომები ასევე შეიძლება მონაცემების არააქტუალობით (მოძველებით) გამო იყოს გამოწვეული. მოკლედ რომ ვთქვათ, მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები უკავშირდება, როგორც პოზიციურ, ისე თემატურ შეცდომებს. ისინი შეიძლება ოპერატორის არასწორი მოქმედების ან არსებული კარტოგრაფიული მეთოდების არასრულყოფილებითაც იყოს გამოწვეული. მონაცემთა კოდირების ანუ მონაცემების გეოგრაფიული ინფორმაციული

სისტემებისთვის გამოსადეგ ფორმატში გარდაქმნის პროცესის შეცდომების ყველაზე უფრო თვალსაჩინო მაგალითია რუკის სკანირებისას მიღებული ობიექტების დამახინჯება ან აციფვრისას, გეოგრაფიული ობიექტების ვექტორული გამოსახულების შექმნისას წარმოქმნილი უზუსტობები. მონაცემთა რედაქტირებასთან და ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებული შეცდომები ჩნდება რასტრული მონაცემების, ვექტორულში, და პირუკუ გარდაქმნისას. ვექტორული რუკების რასტრულში გადაყვანისას ხშირად იკარგება მცირე ფართობის პოლიგონები, ჩნდება დამახინჯებები დაკავშირებული რასტრული გამოსახულების უნებლიე გადახრასთან ან შემობრუნებასთან. რასტრული მონაცემების ვექტორულში გადაყვანისას წარმოიქმნება ტოპოლოგიური არაერთგვაროვნება, რომელიც პირდაპირ პროპორციულია რასტრის გარჩევადობასთან.

ვექტორული მონაცემებისთვის ტიპური შეცდომებია: **ჩაუკეტავი პოლიგონი, დაცილება, გადაცილება, მახვილი, მარყუჟი** და **უცნაური პოლიგონი**. მათი გასწორება ხშირ შემთხვევაში საკმაოდ მარტივი პროცედურაა. თანამედროვე კომერციული გის უმეტესობაში სპეციალური ფუნქციებია გათვალისწინებული, რომლის საშუალებითაც იგი ასეთ შეცდომებს ავტომატურ რეჟიმში ასწორებს. შეცდომების ავტომატური გასწორებისას მთავარი პარამეტრია - **ზღვრული სიდიდე** (Tolerance) - რიცხვითი მონაცემი, რომელსაც უთითებს ოპერატორი საჭირო კონკრეტული სიზუსტის მიხედვით. ზოგჯერ შეცდომებს სხვა დანიშნულება აქვთ. მაგ. „ჩამოკიდებული“ კვანძი მონაცემთა ბაზაში მიზანმიმართულად იქმნება. (ქუჩის ჩიხების ან მდინარეთა შენაკადების გამოსახვისთვის და სხვ.) ასეთ შემთხვევაში „ჩამოკიდებული“ კვანძი მონაცემთა ბაზის სრულფასოვანი ობიექტია და მონაცემების ავტომატურად გასწორების დროს მათ აღნიშნავენ როგორც გამოკლისს.

რედაქტირების შედეგად წარმოქმნილი შეცდომების აღმოჩენა შესაძლებელია შემდეგი ხერხითაც: გამოსახულებას ბეჭდავენ გამჭვირვალე მასალაზე, ადებენ მას წყაროს და ვიზუალურად ახდენენ შეცდომების იდენტიფიკაციას.

შეცდომები გამოსახულების მიბმის და ტრანსფორმაციის პროცესსაც ახასიათებს. კოორდინატების გადახრის სიზუსტეს, რომელიც გამოითვლება როგორც ამ წერტილებს შორის მანძილი **საშუალოკვადრატული შეცდომა** (RMS - Root-Mean-Square) ეწოდება. დასაშვებ საშუალოკვადრატულ შეცდომას ითვლიან სამი განსხვავებულ ხერხით რომლებიც ეფუძნება: საბაზო რუკის მასშტაბს და კარტოგრაფიულ სიზუსტეს, მოცემულ შეცდომის სავარაუდო სიდიდეს და რუკის მიმართ წაყენებულ სიზუსტის მოთხოვნას, (წარმოქმნილს სკანირებული გამოსახულების ან სურათის მიხედვით). შეცდომის შემცირებისთვის ხშირად იყენებენ **მცირედ აცდენილი საკონტროლო წერტილების იგნორირების** ხერხს. მაგრამ ასეთი მიდგომა ყოველთვის სწორი არ არის. საკონტროლო წერტილის წაშლა არ არის რეკომენდირებული, როდესაც იგი ცალსახად განსაზღვრავს მდებარეობას, ან მისი იგნონირება გამოიწყევს საკოტროლო (საყრდენი) წერტილების თანაბრად განაწილების დარღვევას. გამოსახულების რეგისტრაციისას (მიბმისას) წარმოქმნილი შეცდომების გასწორება ზოგჯერ საყრდენი წერტილების უბრალო გადაადგილებითაა შესაძლებელი.

მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე ხშირად ხდება შეცდომები, რომელიც უკავშირდება მონაცემების კლასიფიკაციას, ფართობული ობიექტების გაერთიანებას ან გაყოფას, ფენების ზედდებას და სხვა. მონაცემების დამუშავებისას წარმოქმნილი შეცდომების ყველაზე ნათელი მაგალითია ე.წ. „ნამსხვრევის პოლიგონები“ (ორი გამოსახულების კონტურების არასრულად დამთხვევის მიზეზით წარმოქმნილი უზუსტობები).

გამოსასვლელი მონაცემების შეცდომები არის გარდაუვალი უზუსტობები, რომელიც დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზაში არსებულ შეცდომებთან. ასეთი შეცდომების მასშტაბი პირდაპირ დამოკიდებულია შესრულებულ სამუშაოზე - თუ რამდენად კვალიფიციურად შესრულდა გის შექმნის ყველა ეტაპი - კონცეპტუალური პროექტირებიდან მონაცემთა ანალიზამდე.

ატრიბუტულ მონაცემთა შეცდომებისთვის არ არსებობს ტოპოლოგიის ექვივალენტი - შესაბამისად არ არსებობს რაიმე წესი, რომლის საშუალებითაც ატრიბუტული მონაცემების შეცდომების გამოვლენა და მათი თუნდაც ნახევრად ავტომატური გასწორება მოხდებოდა. ვექტორული მონაცემების **ატრიბუტების გამოტოვება** ნიშნავს, რომ მისი ობიექტებისთვის (წერტილები, ხაზები და პოლიგონები) არაფერია მითითებული შესაბამის ცხრილში. შეცდომის აღმოჩენა შესაძლებელია ცხრილური ინფორმაციის დათვალიერების ან ობიექტების და ატრიბუტების მონიტორზე ერთდროული დემონსტრაციით. შეცდომების გასწორება იოლადაა შესაძლებელი ინტერაქტიულ რეჟიმში. **რასტრის ატრიბუტული შეცდომა** ნიშნავს, რომ მისი უჯრედისთვის არ არის მითითებული მისი მნიშვნელობა. ასეთი შეცდომა შეიძლება მთელი სვეტების ან სტრიქონების დაკარგვით გამოვლინდეს. რასტრული მონაცემების შეცდომების აღმოჩენა ძირითადად ვიზუალური მეთოდით ხდება: ოპერატორი გამოსახულების დათვალიერების დროს ვარაუდობს, რომ იგი შეიცავს შეცდომას რადგან უჯრედი მეზობელ უჯრედებთან შედარებით შეუსაბამოდ გამოიყურება. ამოცანა იოლდება სამგანზომილებიანი მოდელების შექმნით. ისეთი რასტრული გამოსახულებებისთვის, რომელთაც ერთგვაროვანი ობიექტები ნაკლებად აქვთ (მაგ. სკანირებული ტოპოგრაფიული რუკა) შეცდომების აღმოჩენა გაცილებით რთულდება.

საკონტროლო შეკითხვები IX თავისთვის

- რამდენად მნიშვნელოვანია შეცდომების მინიმიზაცია გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მონაცემთა ბაზისთვის?
- მოკლედ აღწერეთ მონაცემთა კონცეპტუალური შეცდომები;
- მოკლედ აღწერეთ მონაცემთა წყაროებთან დაკავშირებული შეცდომები;
- მოკლედ აღწერეთ მონაცემთა კოდირების შეცდომები;
- რას უწოდებენ საშუალოკვადრატულ შეცდომას?
- რა ხერხები გამოიყენება მონაცემთა ტრანსფორმაციისას წარმოქმნილი შეცდომების აღმოსაფხვრელად?
- რა ტიპის შეცდომები წარმოიქმნება მონაცემთა ანალიზის და დამუშავების ეტაპზე?
- რა ტიპის შეცდომები ახასიათებთ გამოსავლელ მონაცემებს?
- რა შეცდომები ახასიათებს ატრიბუტულ მონაცემებს და როგორ ხდება მათი გასწორება?

X თავი. მოდელირება და ანალიზი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემები მონაცემების შემნახველი სხვა სისტემებისგან მოდელირების და ანალიზის განხორციელების შესაძლებლობით განსხვავდება. თავის მხრივ მოდელირება და ანალიზი კი არ არის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების შედეგი - პირიქით, მათმა საჭიროებამ განაპირობა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნა.

ტრადიციულ გეოგრაფიაში მოდელირებაც და ანალიზიც გაცილებით ადრეული პერიოდიდან წარმატებით გამოიყენებოდა: რეალური სამყაროს ობიექტები და მოვლენები ყველაზე უკეთ კარტოგრაფიული მოდელების საშუალებით გადმოიცემა, ხოლო მათ შორის ურთიერთკავშირის აღწერის და შეფასებისთვის რიცხვითი ანალიზის მეთოდს მიმართავდნენ. თანამედროვე ეპოქაში ეს პარადიგმა კონცეპტუალურად არ შეცვლილა. გეოინფორმატიკაში კარტოგრაფიული მოდელები ციფრული კარტოგრაფიული მოდელებით არის გამოსახული, ხოლო ანალიზის პროცესი ავტომატიზირებულია. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა მკვლევარს აძლევს საშუალებას ეფექტურად განახორციელოს ტრადიციული გეოგრაფიული მოდელირება და ანალიზი ინფორმაციული კომპონენტების საშუალებით, რითაც მნიშვნელოვნად ზოგავს დროით, შრომით და სხვა რესურსებს.

შესაძლოა გის პროექტის განხორციელება მხოლოდ მონაცემთა ბაზის შექმნას უკავშირდებოდეს. ასეთ შემთხვევაში მონაცემთა ბაზა მოიცავს ინფორმაციას გეოსისტემის ან მისი რომელიმე ნაწილის შესახებ და როგორც წესი, წარმოდგენილია სხვადასხვა თემატიკის რუკებით, სურათებითა და სტატისტიკური თუ სხვა სახის ატრიბუტული ინფორმაციით. ანუ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა უბრალოდ აფიქსირებს ობიექტური რეალობის საგნებს და

მოვლენებს დროის გარკვეულ მომენტში. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემას ზოგჯერ ვიწრო, უტილიტარული ფუნქციითაც იყენებენ, რომლის მაგალითად თემატური რუკის შექმნა შეიძლება მოვიყვანოთ. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოყენების ორივე შემთხვევა ღირებულია და საჭირო, მაგრამ ანალიზი არის ის შესაძლებლობა, რომელიც გის-ს რიგით პროგრამულ უზრუნველყოფაზე მაღლა აყენებს. მაგალითად მოყვანილი თემატური რუკის შექმნა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გარეშეცაა შესაძლებელი. იგივე ფართოდ გავრცელებული გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით (Adobe Illustrator, CorelDraw და სხვ.) ნებისმიერ მსურველს ხელეწიფება გამოსახოს ობიექტები, (ხშირად უკეთესი სიმდოვრით, ვიდრე გის-ში), სათანადო კარტოგრაფიული წესების მიხედვით გააფორმოს და გაავრცელოს ციფრულ თუ მყარი ვერსიად. პრინციპული განსხვავება ელექტრონულ კარტოგრაფიის და გეოინფორმატიკას შორის ანალიზის შესაძლებლობაა. გრაფიკული რედაქტორის საშუალებით რუკის შედგენისას, მომხმარებელს დასჭირდება რუკის თემატიკის გამომხატველი მზა ინფორმაციის გამოიყენება ან გარკვეული სამუშაოს ჩატარება ასეთი ინფორმაციის მოსამზადებლად. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა კი უკვე აღჭურვილია ასეთი ყველა საშუალებით, ანუ მას შეუძლია თავადვე შეაგროვს საჭირო სივრცითი ინფორმაცია, დაამუშაოს სათანადო დონეზე და გამოსახოს.

მეორეს მხრივ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის ეს ფუნქცია გარკვეულ პრობლემებს წარმოქმნის. მოკლედ რომ განვაზოგადოთ მოდელირებისა და ანალიზის არსი, მოდელირება და ანალიზი გამოავლენს იმ მოვლენებს, სტრუქტურებს და პროცესებს, რომელიც ხდება გეოგრაფიულ გარემოში. ასეთი პროცესების ნაწილის ბუნებრივად აღქმა შეუძლებელია. გეოგრაფიული

ინფორმაციის ანალიზის შედეგად მიიღება ხარისხობრივად ახალი ინფორმაცია, ნათელი ხდება მანადე უცნობი კანონზომიერებანი.

ასეთი მნიშვნელოვანი პროცესის შედეგად სწორი მონაცემების მისაღებად, გარდა მომხმარებლის სათანადო გეოგრაფიული კომპონენტის კვალიფიციური ფლობისა (გეოგრაფიის მნიშვნლობის შესახებ იხ.გვ. 15), კიდევ რამდენიმე ფაქტორია: საკითხის არასწორად დაყენებიდან - პროგრამულ-აპარატული პროდუქტის შესაძლებლობების არასათანდო დონეზე ფლობამდე. თანამედროვე კომერციული გის პროგრამული უზრუნველყოფის სიმძლავრე საკმაოდ დიდია იმისთვის, რომ კორექტულად იყოს გამოყენებული საბაზო გეოგრაფიული ინფორმაციის, მათემატიკური, სტატისტიკური და მეთოდების მკაფიო გაგების გარეშე. ასეთი მრავალფეროვნების გამო გეოინფორმაციული ანალიზის კომპონენტი ყველაზე ხშირადაა არასწორად გამოყენებული. [13]

გეოინფორმაციული მოდელირება

გეოინფორმატიკაში მოდელირების სხვადასხვა სახე გამოიყენება. მისი სიმრავლე განპირობებულია სხვა ავტომატიზირებული სისტემების გავლენით და ეფუძნება თეორიულ-მრავლობით ურთიერთობებს, ფორმალური ლოგიკის კანონებს, გამოსახულების დამუშავების ალგორითმებს, კომპიუტერულ გრაფიკასთან მუშაობის პრინციპებს, მბმ სისტემებს და სხვა მრავალ ტექნოლოგიას.

ზოგადად გეოინფორმაციული მოდელირება შეიძლება განისაზღვროს როგორც გრაფიკული ობიექტების მოდელირების კლასი, რომელიც დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზებთან და მოიცავს მოდელირებს შემდეგ 5 ძირითად ტიპს:

1. გრაფიკული ინფორმაციის გარდაქმნა, რომელიც იწვევს გრაფიკული და ცხრილური მონაცემების ცვლილებას;

2. ცხრილური მონაცემების გარდაქმნა, რომელიც იწვევს გრაფიკული და ცხრილური მონაცემების ცვლილებას;
3. გრაფიკული ინფორმაციის ერთი ტიპიდან მეორეში გარდაქმნა;
4. რეალური სამყაროს ობიექტის ან მოვლენის ციფრული მოდელის აგება;
5. გრაფიკული ობიექტების აგება, რედაქტირება ან მოდიფიკაცია სივრცით ობიექტებს შორის ურთიერთობების საფუძველზე (გრაფიკული რედაქტორების გამოყენების გარეშე).

მარტივი გაგებით გეოინფორმაციული მოდელირების ობიექტებია სივრცითი გრაფიკული - და გის მონაცემთა ბაზის ობიექტები. თავად გეოინფორმაციული მოდელირება კი - სივრცითი ობიექტების გარდაქმნა. იგი ეფუძნება ობიექტების ორგანიზაციას, რომლის მიხედვითაც თითოეული მათგანი დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზის ერთ ან რამდენიმე ცხრილთან, ხოლო გრაფიკული ობიექტების გარდაქმნა იწვევს ცხრილური მონაცემების გარდაქმნას - და პირუკუ - ცხრილური მონაცემების შეცვლა იწვევს გრაფიკული ობიექტების პარამეტრების ცვლილებას.

გეოინფორმაციული მოდელირების სახეები

გეოინფორმაციული მოდელირება გის პროექტის განხორციელების ყველა ეტაპზე გამოიყენება (მონაცემების შეგროვება, შენახვა და გამოსახვა). მოდელირების ტექნოლოგიის მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ სახეებს:

- სემანტური;
- ინვარიანტული;
- გეომეტრიული;
- ევრისტიკული;
- ინფორმაციული;

სემანტური მოდელირება დაკავშირებულია კოდირების და ლინგვისტიკური უზრუნველყოფის ამოცანასთან. ამიტომ გამოიყენება ინფორმაციის შეგროვების ეტაპზე. პირველადი ინფორმაცია რაც უფრო განსხვავებულია სტრუქტურის და შინაარსის მიხედვით, მით უფრო მეტად დგას სემანტური მოდელირების საჭიროება.

ინვარიანტული მოდელირება ეფუძნება მთლიანად ან ნაწილობრივ უნიფიცირებული ინფორმაციის ელემენტებს ან სტურქტურებს. ინვარიანტული მოდელირება ინვიდუალური მოდელირებისგან განსხვავებით მნიშვნელოვანად ამაღლებს შრომის ნაყოფიერებას. ასეთი მოდელირების მაგალითია ფენებთან მუშაობა: ფენის მახასიათებლების ცვლილება იწვევს მოცემული ფენის ყველა ობიექტის ცვლილებას.

გეომეტრიული მოდელირება გულისხმობს ობიექტების გეომეტრიული მახასიათებლების ან აგებულების ცვლილებას. იგი გამოიყენება მაშინ, როდესაც საჭიროა მეტრული მონაცემების ცვლილება.

ევრისტიკული მოდელირება მოიცავს ინტერაქტიულ ანალიზს. იგი დაფუძნებულია მონაცემების დამუშავების თითოეულ ნაბიჯის შედეგად მიღებული შედეგების ექსპერტულ შეფასებაზე და მონაცემების დამუშავების მომდევნო ეტაპის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებაზე. ევრისტიკული მოდელი საშუალებას აძლევს მომხმარებელს გაითვალისწინოს არატიპური ობიექტების ინდივიდუალური თვისებები.

ინფორმაციული მოდელირება უკავშირდება ინფორმაციული მოდელების შექმნას და აგებას. იგი მოიცავს სხვადასხვა ფორმის ინფორმაციის (მაგ. გრაფიკულის ან ტექსტურის) გარდაქმნას მომხმარებლის საჭიროებისამებრ. ინფორმაციული მოდელი ეფექტურია მხოლოდ წინასწარ შემუშავებული ინტეგრირებული ინფორმაციული საფუძვლის და მონაცემთა ბაზის გამოყენებისას. [15]

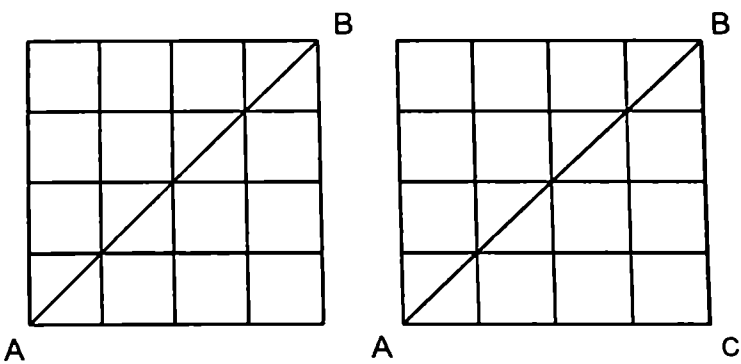
ანალიზის ზოგიერთი სახე

მანძილის, პერიმეტრის და ფართობის გაზომვას თვლიან ელე-მეტარულ **ანალიზად**. ასეთი გაზომვების შედეგები ყოველთვის მიახლოებითია, რადგან მაგ. ვექტორულ გის-ში ნებისმიერი მდორე ხაზი აღიწერება სწორხაზოვანი მონაკვეთებით, ხოლო რასტრულ გის-ში ყველა ფიზიკური ობიექტი გამოისახება უჯრედების (პიქსელების) ნაკრებით.

რასტრულ მონაცემებთან მუშაობისას ორ: A და B წერტილებს შორის **უმოკლესი მანძილის გაზომვა** შესაძლებელია ერთერთი შემდეგი ხერხით:

- A და B წერტილებს შორის გაივლოს პირდაპირი ხაზი და გამოითვალოს A,B,C, სწორკუთხა სამკუთხედის AB ჰიპოტენუზა პითაგორას თეორემის გამოყენებით. (მაგალითში უჯრედის გარჩევადობა 1x1 კმ. ტოლია, ნახ. 36)

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{4^2 + 4^2} = 5.656 \approx 5.7 \text{კმ}$$ ფორმ. 9

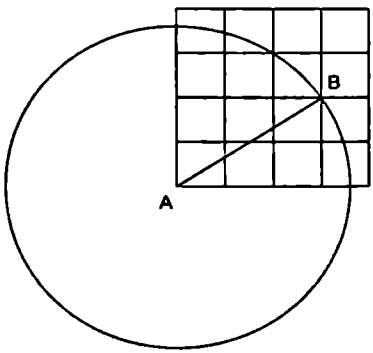


ა.

ნახ. 36. რასტრულ გამოსახულებაზე სიგრძის გაზომვის მაგალითი.

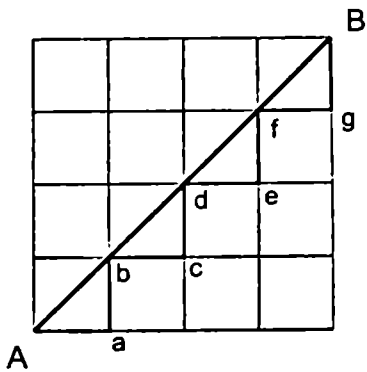
- დაიხაზოს კონცენტრირებული წრეები ტოლი ნაბიჯით და ცენტრით A წერტილში (ნახ. 37.ბ), შემდეგ კი გაიზომის ამ წრეწირის რადიუსები:

$$AB = \sqrt{2^2 + 3^2} = 3.61 \approx 3.6 \text{ კმ.}$$ ფორმ. 10



ბ.

ნახ. 37.ბ. რასტრულ გამოსახულებაზე სიგრძის გაზომვის მაგალითი.



ნახ. 38. რასტრულ გამოსახულებაზე სიგრძის გაზომვის მაგალითი.

- რასტრის უჯრედების გვერდების Aa, ab, bc, ... gB სიგრძეების შეკრებით (ნახ. 38)

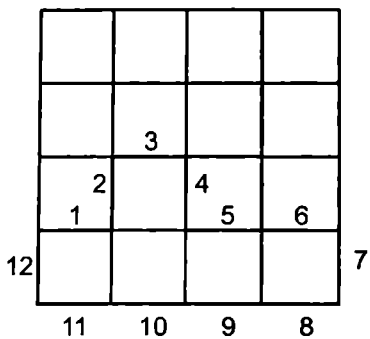
$$AB = (Aa) + (ab) + ... + (fg) + (gB) = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 8 \text{კმ}$$

ფორმ.11

როგორც მაგალითებიდან სჩანს, სხვადასხვა მეთოდით ჩატარებული გაზომვები რასტრულ გამოსახულებაზე იძლევა განსხვავებულ შედეგებს. უზუსტობა იზრდება, როდესაც მრუდი გადის არა ზუსტად უჯრედების დიაგონალებზე.

• **პერიმეტრი** რასტრზე განისაზღვრება როგორც რასტრის გვერდების რაოდენობა, რომელიც შეადგენს ობიექტის საზღვრებს. მაგალითად მოყვანილი 39-ე ნახაზზე. ნახაზის მიხედვით გამოყოფილი ობიექტის პერიმეტრი P = გვერდი 1+ გვერდი 2+ ... + გვერდი 11 + გვერდი 12 =12 კმ.

• ანალოგიურად ითვლება ობიექტის **ფართობი** S და განისაზღვრება როგორც საზღვრებს შიგნით მოხვედრილი უჯრების რაოდენობა. განსახილველ მაგალითში S = 5 კმ². (ნახ. 39)

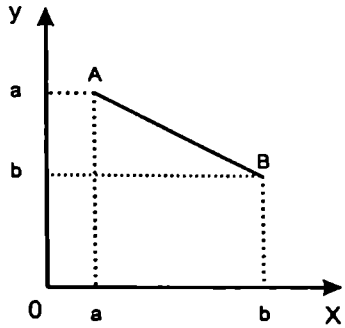


ნახ. 39. რასტრულ გამოსახულებაზე პერიმეტრის და ფართობის გაზომვის მაგალითი

ვექტორულ გის-ში გაცილებით მარტივია მანძილების, პერიმეტრის და ფართობის გაზომვა, ხოლო მისი შედეგები – უფრო ზუსტი. მაგალითისთვის მოყვანილ მე-40 ნახაზზე AB მონაკვეთის სიგრძე გამოითვლება როგორც:

$$AB = \sqrt{(X_b - X_a)^2 + (Y_b - Y_a)^2}$$ **ფორმ. 12.**

სადაც (X_a, Y_a) და (X_b, Y_b) – A და B წერტილების კოორდინატებია (შესაბამისად).



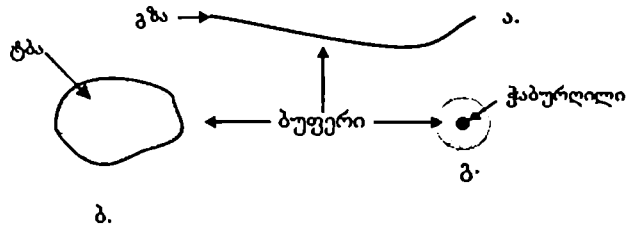
ნახ. 40. ვექტორულის ობიექტის სიგრძის განსაზღვრის მაგალითი.

ვექტორული ობიექტის **ფართობის** გამოსათვლელად ობიექტს ჰყოფენ რამდენიმე მარტივ გეომეტრიულ ფიგურად, ხოლო შემდეგ აჯამებენ ფართობებს. ვექტორული ობიექტის **პერიმეტრი** გამოითვლება საზღვრის ყველა სეგმენტის სიგრძეების დაჯამებით. ხშირად ვექტორულ გის-ში ერთხელ უკვე გაკეთებულ გაზომვებს ინახავენ მონაცემთა ბაზაში ატრიბუტული ინფორმაციის სახით.

ბუფერული ზონები

ბუფერს უწოდებენ პოლიგონს, რომელიც გარკვეული მანძილით არის დაშორებული წერტილიდან, ხაზიდან ან პოლიგონიდან, ანუ ბუფერული ზონის აგებისას ობიექტის გარშემო იქმნება ახალი ფართობული ობიექტი.

ბუფერიზაციის ფუნქცია გამოიყენება ისეთ კითხვებზე პასუხის გასაცემად, რომელიც ეხება ობიექტების ურთიერთგანლაგებას. მაგ. „რომელი მაღაზიებია განლაგებული საწყობიდან არაუმეტეს 5 კმ რადიუსში?" ან „რომელი სასტუმროებია განლაგებული მთავარი საავტომობილო გზიდან არაუმეტეს 700 მეტრში?"



ნახ. 41. ბუფერული ზონების პრინციპული სქემა: ა.-ხაზოვანი ობიექტის, ბ.- პოლიგონის, გ.- წერტილის.

ასეთ სიტუაციაში საჭირო ინფორმაციის მიღების სხვა ხერხია მაღაზიებამდე ან სასტუმროებამდე მანძილების გაზომვა და იმ ობიექტების განსაზღვრა, რომლებიც შედიან მოცემულ ზონაში. რადგან არსებობს ერთიდაიგივე კითხვაზე პასუხის გაცემის რამდენიმე საშუალება, ყოველთვის უნდა ამოირჩეს ის, რომელსაც ყველაზე ნაკლები დრო სჭირდება. ამასთან გასათვალისწინებელია, რომ სხვადასხვა გისში კითხვების დამუშავება ხდება განსხვავებული გამოთვლითი ოპერაციებით.

41-ე ნახაზზე მოცემულია ბუფერიზაციის მხოლოდ უმარტივესი ოპერაციები. ბუფერული ზონის ზომა შეიძლება იყოს მუდმივი ან ცვლადი, დამოკიდებული ობიექტის ატრიბუტულ მონაცემებზე. მაგ საავტომობილო გზების ქსელის ანალიზისას მთავარ გზებს, ხშირად აქვთ უფრო ფართო ბუფერული ზონა, ვიდრე მეორეხარისხოვანს. ზოგჯერ საჭიროა ობიექტის გარშემო არა ერთი – არამედ რამდენიმე ბუფერული ზონის აგება. ასეთ ბუფერებს **მრავალფენიან ბუფერს** უწოდებენ. (ნახ. 41. გ)

შეკითხვები

მონაცემთა ბაზაში, გარკვეული მახასიათებლების მიხედვით მონაცემების ძებნის ოპერაციას **შეკითხვას** (Enquiry) უწოდებენ.

მონაცემების ძებნის ასეთი დავალება ფორმირდება მომხმარებლის მბმს-თან სპეციფიკური ენის გამოყენებით კომუნიკაციისას. გის პროგრამული უზრუნველყოფაში გამოიყენება **შეკითხვების ენა და შეკითხვები ნიმუშის მიხედვით**. შეკითხვების განხორციელება შესაძლებელია საჭირო გახდეს დამატებითი ოპერაციების ჩატარება (მაგ. მონაცემების დაჯგუფება, შეჯამება, საშუალოს გამოყოფა და სხვ.).

შეკითხვები იყოფა 2 კატეგორიად:

- სივრცითი შეკითხვები;
- არასივრცითი შეკითხვები.

სივრცითი შეკითხვების დამუშავებისთვის საჭიროა მონაცემების სივრცითი ანალიზი. სივრცითი ობიექტების ძებნა საკოორდინატო ან სხვა მონაცემების (მაგ. მანძილის და სხვ.) ხორციელდება სივრცითი შეკითხვების მიხედვით.

არასივრცითი შეკითხვებისას გამოიყენება მხოლოდ ობიექტების ატრიბუტები. მაგ. შეკითხვა „რამდენ სპორტულ კომპლექსს გააჩნია საცურაო აუზი" - არის არასივრცითი, რადგან მისი დამუშავება არ მოითხოვს სპორტული კომპლექსების ადგილმდებარეობის განსაზღვრას რაიმე ნიშნით. პასუხის ფორმირებისთვის საკმარისია მონაცემთა ბაზაში არსებული ჩანაწერების გამოყენება.

ხანდახან საჭიროა განისაზღვროს ობიექტები, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს არა ერთ, არამედ რამდენიმე სივრცით და არასივრცით კრიტერიუმს. მაგ. მომხმარებელს აინტერესებს სად მდებარეობს სასტუმროები, რომელთაც აქვს 100 კაცზე მეტი ტევადობის საკონფერენციო დარბაზი. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება ლოგიკური ოპერატორების (AND, NOT, OR და XOR) საშუალებით ფორმირებული შეკითხვები.

შეკითხვების მიხედვით ნაპოვნი ობექტები, როგორც წესი, ცალკე ფენაზე გადააქვთ. ასეთ დროს, უმეტესად საწყისი ფენა

უცვლელად ინახება. გეოინფორმატიკაში გის ტიპირი შეკითხვებია:

- როგორია 2 წერტილს შორის უმოკლესი მანძილი?
- რომელი მარშრუტითაა შესაძლებელი მინიმალური დროით გადაადგილება?
- რა ფართობისაა დაცული ტერიტორია?
- რამდენი სასურსათო მაღაზიაა მეტროსადგურიდან 1500 მეტრში? [13] [1] [5]

ფილტრაცია

რასტრულ მონაცემებში გარემოს ანალიზის ფუნქციის განსაკუთრებული თვისებაა შეცვალოს რასტრის უჯრედის მნიშვნელობა მომიჯნავე უჯრედების თვისებებთან დაკავშირებით. ერთ-ერთი ასეთი ტიპის ფუნქციაა **ფილტრაცია**. ყველა ფილტრისთვის საერთოა ის, რომ ისინი მოიცავენ რასტრის რამდენიმე უჯრედს, ხოლო ფილტრის ზომას და ფორმას (მაგ. კვადრატული ან წრიული) უთითებს ოპერატორი. ფილტრის ზომაზეა დამოკიდებული უჯრედების რაოდენობა, რომელიც ჩართული იქნება ფილტრაციის პროცესში. თავად ფილტრაციის პროცედურა მდგომარეობს ფილტრის გადაადგილებაში რასტრის უჯრედებზე. მისი საშუალებით ხდება ცენტრალური უჯრედის მნიშვნელობის გადათვლა.

ფილტრაციას ხშირად იყენებენ კლასიფიცირებული კოსმოსური სურათებიდან ციფრული „ხმაურის" მოსაცილებლად, რომელიც წარმოიქმნება გარკვეული კლასის ობიექტების სპექტრალური მახასიათებლების სივრცითი ცვლილებების (მაგ. მცენარეულის საფარის) ან გადასაღები სისტემის სარეგისტრაციო მონაცემების შეცდომების გამო.

სიგნალების ციფრული დამუშავების სფეროში ფილტრებს, რომლებიც გამოიყენება ხმაურის ჩასახშობად, უწოდებენ **დაბალი**

სიხშირის გამტარ ფილტრებს, ხოლო ფილტრებს, რომლებიც გამოიყენება კონტურების გამოსაკვეთად, **მაღალი სიხშირის გამტარ ფილტრებს** ან **საზღვრების გამაგრების ფილტრებს**.

კლასიფიკაცია და რეკლასიფიკაცია

თანამედროვე გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ფართოდ გამოიყენება საველე რასტრული მონაცემები (აეროკოსმოსური სურათები), რომელთა ერთ-ერთი თვისება ახალი მოვლენების აღმოჩენა და შესწავლაა.

ახალი ობიექტების გამოვლენა გეოინფორმაციული მოდელირების სახეა და მას მონაცემების კლასიფიკაციას უწოდებენ. **კლასიფიკაცია** ნიშნავს გამოსახულების ყველა ისეთი პიქსელის გამოყოფას და ერთ კლასში გაერთიანებას, რომელთაც აქვთ ერთნაირი სპექტრალური სტრუქტურა.

ეს პროცედურა თითქმის ერთ-ერთში იმეორებს დისტანციური ზონდირების მეთოდს და გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში ამ ორი ტექნოლოგიის ინტეგრაციის შეუქცევადი პროცესის წყალობით მოიკიდა ფეხი. კლასიფიკაციის განხორციელება შესაძლებელია ავტომატურ რეჟიმში მომხმარებლის მიერ მითითებული კრიტერიუმების მიხედვით. კლასიფიკაცია ხშირად გამოიყენება გამოსახულების შემდგომი ვექტორიზაციის ან გამოსახულების ხარისხის გაუმჯობესებისთვის. [15]

სპეციალური ფორმის შეკითხვას, რომლის შედეგადაც ყალიბდება ახალი გამოსახულება **რასტრის რეკლასიფიკაციას** უწოდებენ. მაგალითისთვის 42-ე ნახაზზე ციფრი 1 ასახავს საძოვარს, 2 - ტყეს, 3 - ფერმას, ხოლო 4 - ტბას. რეკლასიფიკაციის შედეგად შესაძლებელია ტყეს მიენიჭოს სხვა მნიშვნელობა, მაგ. 1, ხოლო სხვა დანარჩენ უჯრებს, რომლებიც მიეკუთვნებიან სრულიად განსხვავებულ კლასებს, - 0. საბოლოოდ მიიღება ახალი გამოსახულება,

1	1	1	2	2	2
1	1	1	1	2	2
1	1	1	1	1	2
1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	4	4
3	1	1	1	4	4

ა.

0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

ბ.

ნახ. 42. რასტრული გამოსახულების რეკლასიფიკაციის პრინციპული სქემა.

რომელზეც გამოყოფილია ობიექტების მხოლოდ ერთი კლასი. ასეთ გამოსახულებას ზოგჯერ **ბულევოს** უწოდებენ. რეკლასიფიკიაციის სხვა მაგალითია, ახალი გამოსახულების შექმნა, რომლის რასტრის უჯრებს მინიჭებული აქვს რაიმე წონითი კოეფიციენტები, გამოთვლილი გარკვეული კრიტერიუმის საფუძველზე. ასეთი რეკლასიფიკაციის მაგალითი მოცემულია მე-6 ცხრილში. [3]

ცხრილი 6.

რასტრის რეკლასიფიკაცის მაგალითი

მიწათსარგებლობა	უჯრედის ძველი მნიშვნელობა	ახალი მნიშვნელობა (ბულევო)	ახალი მნიშვნელობა
ტყე	11	0	1
საძოვარი	25	0	2
მრავ.წლიანი კულტურული ნარგავები	12	1	5
წყალსაცავი	9	0	4
ფერმა	31	0	3

კარტოგრაფიული ზედდება

გეოინფორმატიკაში რამდენიმე თემატური ფენის კომბინაციას **კარტოგრაფიულ ზედდებას** (Overlay) უწოდებენ. ამ პროცესში ხშირად ჩართულია როგორც გრაფიკა, ისე - ატრიბუტები. ზოგადად კარტოგრაფიული ზედდება საკმაოდ რთული პროცედურაა, განსაკუთრებით ვექტორული მოდელის მონაცემების ზედდების ალგორითმულად განხორციელების მხრივ. კარტოგრაფიული ზედდების მაგალითია საკვლევ ტერიტორიაზე მწვანე საფარის შეფასება. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა მოხდეს ყველა იმ ფენის ზედდება (კომბინაცია), რომელზეც სხვადასხვა ფორმით გამოსახულია მცენარეები. ფენების ზედდებით და მონაცემების გაერთიანებით წარმოიქმნება ახალი ფენა, რომელზეც შესაძლებელია სხვა ოპერაციების (მაგ. ბუფერიზაციის) ჩატარება. თუმცა კარტოგრაფიული ზედდების დროს შესაძლოა არც მოხდეს ახალი ინფორმაციის გენერაცია.

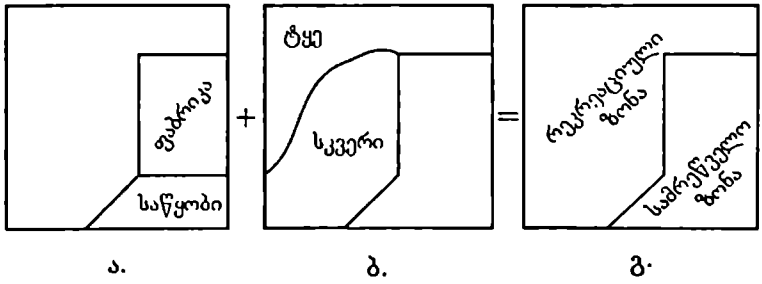
ყველაზე ხშირად კარტოგრაფიულ ზედდების სამ ტიპს იყენებენ:

- წერტილების პოლიგონზე ზედდებას;
- ხაზების პოლიგონზე ზედდებას;
- პოლიგონის პოლიგონზე ზედდებას.

ზედდების ოპერაციები მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისგან მონაცემების ვექტორული და რასტრული მოდელების მიხედვით.

ვექტორული ფენების ზედდება

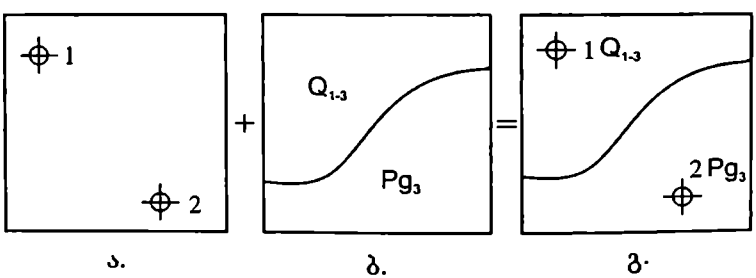
ზოგადად თემატური ვექტორული პოლიგონების ზედდებისას მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პოლიგონური ობიექტების გადაკვეთის ადგილები: ზედდების შედეგად იქნება ახალი პოლიგონები, ხოლო ზედმეტი საზღვრები - იშლება (ნახ. 43). ვექტორული ზედდებისას ითვალისწინებენ როგორც ობიექტების გეომეტრიას, ისე მათ შორის ტოპოლოგიურ ურთიერთობას.



ნახ. 43. მონაცემების ვექტორული მოდელის ზედდების პრინციპული სქემა.

წერტილის პოლიგონზე ზედდება (ვექტორული მოდელი)

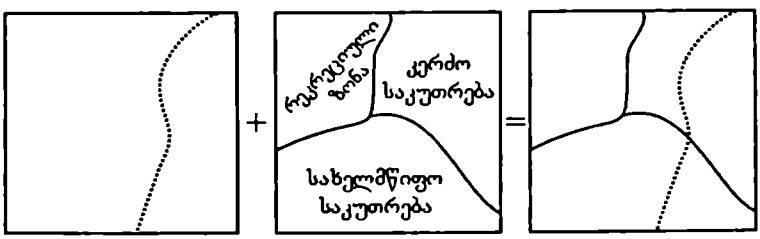
ასეთი ზედდება ისეთ შემთხვევებში გამოიყენება, როდესაც საჭიროა წერტილოვანი და პოლიგონური ობიექტების ურთიერთ-განლაგების განსაზღვრა. 44-ე ნახაზზე მოცემული ორი თემატური ფენიდან ა. შეიცავს ჭაბურღილების აღმნიშვნელ წერტილებს. ხოლო ბ. გეოლოგიურ საფუძველს. ამ ორი ფენის ზედდების შედეგად მიიღება ახალი ფენა, რომელზეც გაანალიზებული იქნება თუ რომელი ჭაბურღილი რომელი გეოლოგიური ფორმაციის ქანშია გაბურღული.



ნახ. 44. მონაცემების ვექტორული მოდელის წერტილების პოლიგონზე ზედდების პრინციპული სქემა.

ხაზის პოლიგონზე ზედდება (ვექტორული მოდელი)

ტიპური შეკითხვა, რომლის დასამუშავებლადაც შეიძლება საჭირო გახდეს ხაზის პოლიგონზე ზედდების განხორციელება არის შეკითხვა თუ რა კატეგორიის მიწის ნაკვეთებზე გაივლის დაგეგმილი მშენებარე გზა (ნახ. 45). მის მიხედვით მოცემულია დაგეგმილი გზა (ნახ. 45.ა), იგივე ტერიტორიის საკუთრების კატეგორიები (ნახ. 45.ბ), და კარტოგრაფიული ზედდებით მიღებული შედეგი: დაგეგმილი გზა გაივლის სახელმწიფო და კერძო საკუთრების მიწაზე. (ნახ. 45.გ).



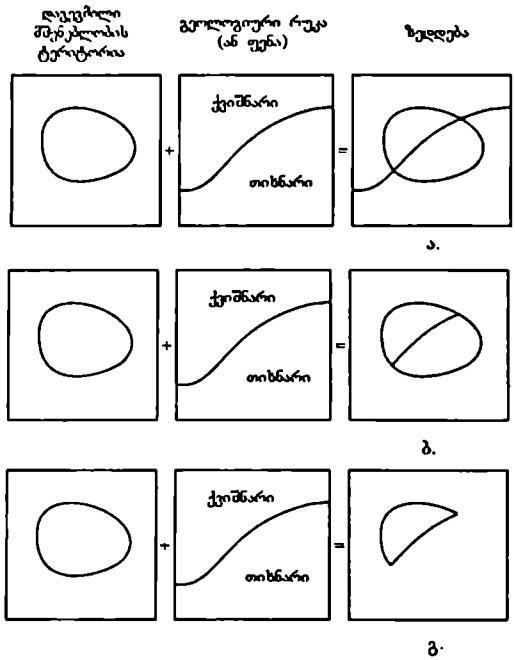
ნახ. 45. მონაცემების ვექტორული მოდელის ხაზის პოლიგონეზე ზედდების პრინციპული სქემა: ა. დაგეგმილი გზა, ბ. საკუთრების ფორმები, გ.ზედდების შედეგი.

პოლიგონის პოლიგონზე ზედდება (ვექტორული მოდელი)

ვექტორული პოლიგონების პოლიგონზე ზედდების პრინციპული სქემა მოცემულია 46-ე ნახაზზე. ასეთი ზედდების საშუალებით ხდება შემდეგი სახის ტიპური შეკითხვების დამუშავება:

- დაგეგმილი მშენებლობის ტერიტორიაზე გავრცელებული გეოლოგიური ქანების განსაზღვრა;
- დაგეგმილი მშენებლობის ტერიტორიაზე კონკრეტული ტიპის ქანის არსებობა-არსებობა;

• დაგეგმილი მშენებლობის ტერიტორიაზე კონკრეტული ქანის გავრცელების საზღვრების დადგენა.



ნახ. 46. მონაცემების ვექტორული მოდელის პოლიგონის პოლიგონეზე ზედდების პრინციპული სქემა ლოგიკური ოპერატორების გამოყენებით: ა. გაერთიანება; ბ. გამორიცხვა; გ. გადაკვეთა.

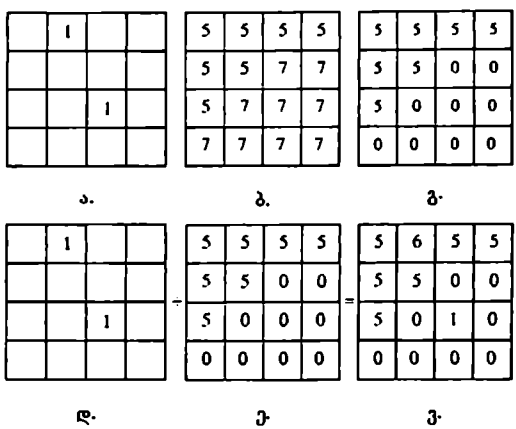
პირველი ამოცანის გადასაჭრელად გამოიყენება ლოგიკური ოპერატორი გაერთიანება (OR), მეორის გადასაჭრელად გამორიცხვა (NOT) , ხოლო მესამისთვის გადაკვეთა (AND).(ნახ. 46) [3]

რასტრული გამოსახულების ზედდება

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, რასტრულ გამოსახულებაში ერთი უჯრედი შეესაბამება წერტილოვან ობიექტს, უჯრედების რიგი –

ხაზებს, ხოლო უჯრედების ჯგუფი – პოლიგონებს. რასტრული ფენების ზედდებისას მათი უჯრედებისთვის გამოიყენება შეკრების, გამოკლების, გამრავლების და გაყოფის ოპერაციები. ეს ნიშნავს, რომ ყველა წერტილოვან, ხაზოვან და ფართობულ ობიექტებს საწყის ფენებზე უნდა ჰქონდეთ შესაბამისი კოდური მნიშვნელობა.

მაგალითისთვის წარმოდგენილ 47-ე ნახაზზე ჭაბურღილების (წერტილოვანი ობიექტი) აღმნიშვნელ პიქსელებს მინიჭებული აქვს კოდი 1 (ნახ 47. ა), ნიადაგის ტიპების რუკაზე (თემატურ ფენაზე) ქვიშნარს აღნიშნავს კოდი 5, ხოლო თიხნარს - კოდი 7. ანალიზის ამოცანას წარმოადგენს განისაზღვროს ქვიშნარ ნიადაგზე არსებული ჭაბურღილები. რადგან ამ შემთხვევაში თიხნარი ნიადაგი არ წარმოადგენს ინტერესის სფეროს, შესაძლებელია მოხდეს რასტრის რეკლასფიკიცია: რასტრულ გამოსახულებაზე დარჩეს მხოლოდ ქვიშნარის აღმნიშნველი კოდები, ხოლო ყველა დანარჩენს



ნახ. 47. მონაცემების ვექტორული მოდელის ზედდების პრინციპული სქემა (წერტილი პოლიგონზე): ა. ჭაბურღილები (წერტილოვანი ფენა), ბ. გეოლოგიური რუკა (ფენა), რეკლასიფიცირებული გეოლოგიური რუკა (ფენა) დ., ე. ვ. ფენების ზედდება.

მიენიჭოს მნიშვნელობა 0 (ნახ. 47, გ). თემატური ფენების კარტოგრაფიული ზედდების შედეგი ნაჩვენებია 47. დ. ნახაზზე.

აღსანიშნავია, რომ თუ ობიექტებს ერთნაირი რიცხვითი კოდები მიენიჭება სხვადასხვა თემატურ ფენებზე, დადების შედეგები სხვა იქნება.

რასტრული მონაცემების კარტოგრაფიულ ზედდებას აქვს რამდენიმე აშკარა უპირატესობა:

- გამოსახულებისთვის მათემატიკური ოპერაციების გამოყენების შესაძლებლობა.
- მონაცემების გაერთიანების და ანალიზის სხვადასხვა ვარიანტი.
- რუკის გამოყენება ცვლადის სახით სივრცითი მოდელების ასაგებად საჭირო ფორმულების ჩასაწერად.

რასტრული გამოსახულების ზედდების შედეგები დამოკიდებულია მონაცემების გარჩევადობასა და მასშტაბზე. შედეგის ფენის გარჩევადობა ყოველთვის ტოლია ყველა საწყისი ფენის მაქსიმალური გარჩევადობისა. მაგ. თუ ერთიანდება მონაცემთა ორი ნაკრები გარჩევადობით 10 და 40 მ. – შედეგის ფენის გარჩევადობა ტოლი იქნება 10 მ-სა. ასეთ შემთხვევაში, კორექტული შედეგის მისაღებად უკეთესია გაერთიანდეს პირველი ფენის უჯრედები ისე, რომ მისი გარჩევადობა გახდეს მეორე ფენის გარჩევადობის ტოლი. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ზედდების შედეგების ინტერპრეტირებას.

რელიეფის ციფრული მოდელირება

რელიეფის ციფრული მოდელირება გეოინფორმატიკაში ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი, სასარგებლო და იმავდროულად რთული ამოცანაა. ასეთი მოდელირება პირობითად შეიძლება ორ ნაწილად გაიყოს:

• საკუთრივ რელიეფის ციფრული მოდელის შექმნა;

• მისი გამოყენება.

რელიეფის ციფრული მოდელი არის სივრცითი მოდელი, რომელიც ადგილმდებარეობის გამოსახვის კლასიკური მოდელისგან - ორგანზომილებიანი რუკისგან - სიმაღლის (ან სიღრმის) განზომილების არსებობით განსხვავდება. სამგანზომილებიანი სივრცითი მოდელების აგებისას გამოიყენება განსხვავებული მეთოდები ბუნებრივი ობიექტების ან მოვლენების (ფიზიკური ზედაპირისთვის) და გამოთვლითი (სოციალურ-ეკონომიკური, სტატისტიკური და სხვ.) მონაცემებისთვის (აბსტრაქტული ზედაპირისთვის).

ფიზიკური მოდელი ეს არის სტატისტიკური მოდელების კლასი, დაფუძნებული ისეთ რიცხვით დაკვირვებებს (როგორ წესი წერტილებში), რომელთა საშუალებით შესაძლებელია რეალური ზედაპირის აღდგენა. დედამიწის უწყვეტი ზედაპირის ადექვატური მოდელის შექმნისთვის, საჭირო იქნებოდა ასეთი წერტილების უსასრულო რაოდენობა. მაგრამ არსებობს ასეთი უწყვეტი ზედაპირის წარმოდგენის საშუალებები მონაცემების (წერტილების) სასრული რაოდენობის გამოყენებით. ეს საშუალებები მიეკუთვნება გეოინფორმაცულ მოდელირებას.

სხვანაირად რომ ვთქვათ, რელიეფის ციფრული მოდელი - რცმ (Digital Terrain Model – DTM, ასეთ მოდელს ზოგჯერ **რელიეფის სიმაღლეების ციფრულ მოდელსაც** უწოდებენ Digital Terrain Elevation Data-DTED) არის ობიექტების (ზედაპირის ან რელიეფის) ციფრულად წარმოდგენის საშუალება სამგანზომილებიანი მონაცემები სახით, რომელსაც აყალიბებს სიმაღლის (სიღრმის) ნიშნულების სიმრავლე და სხვა აპლიკანტები (Z კოორდინატები) ქსელის რეგულარულ ან არარეგულარულ კვანძებში ან ჰორიზონტალების (იზოჰიფსები, იზობათები) ან სხვა იზოხაზების ჩანაწერების ერთობლიობა.

რელიეფის ციფრული მოდელის დამუშავება გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების შექმნის პირველივე ეტაპიდან იწყება. მას შემდეგ შემუშავდა შესაბამისი მეთოდოლოგიები და პროგრამული ალგორითმები. ბევრ განვითარებულ ქვეყანას აქვს შექმნილი საკუთარი ტერიტორიის ციფრული მოდელი და წარმატებით იყენებს სამეცნიერო-კვლევითი თუ პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად.

რცმ-ს შექმნის მრავალი ხერხი და მეთოდი არსებობს. მათი სიმრავლის მიუხედავად რცმ-ს საფუძველი მხოლოდ ოთხი ტიპისაა:

- წერტილების არარეგულარული განლაგება;
- წერტილების ისეთი არარეგულარული განლაგება, რომლებიც რელიეფის სტრუქტურასთან არიან დაკავშირებული;
- ველის სტრუქტურასთან მცირედ დაკავშირებული, ხაზის გასწვრივ რეგულარულად განლაგებული წერტილები;
- რეგულარულად განლაგებული წერტილები (სწორკუთხედი, სამკუთხედი ან ექვსკუთხედი რეგულარული ქსელი).

რცმ-ს საფუძველი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების თითქმის ყველა წყარო შეიძლება იყოს (ადგილმდებარეობის გეოდეზიური და ტოპოგრაფიული აგეგმა, აერო და კოსმოსური სურათები, ხმელეთის ალტიმეტრიული აგეგმვა, ჰიდროლოგიის ობიექტების (ოკეანეები, ზღვები, ტბები წყალსაცავები) ფსკერის ექოლოტირების მონაცემები, მყინვარების რადიოლოკაციური აგეგმა და სხვ.). მათგან ყველაზე ხშირად ტოპოგრაფიული რუკები და აეროკოსმოსური სურათები გამოიყენება.

ტოპოგრაფიული რუკა რცმ-ს ასაგებად ყველაზე მოხერხებულია. მასზე იზოხაზების, სიმაღლეების ნიშნულების, არამასშტაბური წერტილოვანი, ხაზოვანი და ფართობული (ხრამები, კლდეები, კარსტული ობიექტები, მყინვარები და სხვ.) ნიშნებით გადმოცემულია რმც-ს ასაგებად საჭირო მთელი ინფორმაცია.

მეორეს მხრივ, რუკის ნაკლოვანებანი რცმ-ს შექმნისას მისი სხვა წყაროებით შევსების საჭიროებას წარმოქმნის. აღნიშნული ნაკლოვანებების გამო 1:500 000 მასშტაბზე წვრილი რუკები რცმ-ს საფუძვლად არ გამოიყენება. რაც შეეხება დისტანციური ზონდირების მასალებს. მათი გამოყენების წილი, ისევე როგორც გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების მონაცემების წყარო, სულ უფრო იზრდება და რცმ-ს შექმნისას იგივე ნაკლოვანებებით ხასიათდება, რაც მოცემულია მონაცემთა წყაროებში.

რცმ-ის სიზუსტე არის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი, რომელიც სუბიექტურად ფასდება ორიგინალი საფუძლის ან გადასაჭრელი ამოცანის საჭიროებისმიხედვით

თანამედროვე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების უმრავლესობა იყენებს რცმ-ს ორ ტიპს:

- რასტრული მოდელით წარმოდგენილ რცმ-ს;
- არარეგულარულ ტრიანგულაციურ ქსელს.

პირველი მათგანი წარმოადგენს მონაცემების რასტრულ მოდელს, რომელზეც მესამე განზომილების საჩვენებლად რასტრის ელემენტებს (უჯრედებს) ღებავენ უჯრედის ცენტრალური წერტილის სიმაღლის მიხედვით გარკვეული შკალის შესაბამისად. ასეთი მოდელის უპირატესობა მისი კომპიუტერული ტექნიკის საშუალებით დამუშავების სიიოლეა. გის მსოფლიო ლიდერის კომპანიის „ესრი" (ESRI) გავლენით ასეთ რასტრულ გამოსახულებას ყველაზე ხშირად „გრიდს" (Grid) უწოდებენ, ხოლო თავად პროცესს - „გრინდინგს". [64]

არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი (ატქ) რასტრული მოდელის ალტერნატივაა და გაცილებით უფრო ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა გის პროგრამული უზრუნველყოფების მიერ. ამის მიზეზი ატქ-ს უპირატესობაში მდგომარეობს: პირველი უპირატესობაა ის, რომ ატქ-ში წერტილების მდებარეობა ადაპტირებულია

ადგილმდებარეობასთან. ვაკე ადგილებში წერტილები უფრო მცირე რაოდენობითაა, ხოლო მთიანში - უფრო ხშირად. ამორჩეული წერტილები შეერთებულია პირდაპირი მონაკვეთებით, რომელთა შიგნით ზედაპირი რჩება ბრტყელი. ზედაპირი უწყვეტია, ხოლო თავად სამკუთხედები - ურთიერთდაკავშირებული. ატქ მოდელში მონაცემების სტრუქტურა უფრო კომპაქტურია. (ატქ-ს შემადგენელი ასობით წერტილი შესაძლოა გრიდის ათასობით წერტილს შეესაბამებოდეს). მეორეს მხრივ ატქ-ს შექმნა უფრო რთული ამოცანაა. ხარისხიანი ატქ მოითხოვს რაციონალურად განისაზღვროს წერტილების ადგილმდებარეობა, წერტილების სამკუთხედებთან შეერთების პრობლემა, ასევე სამკუთხედებს შორის ზედაპირის მოდელირების საკითხი.

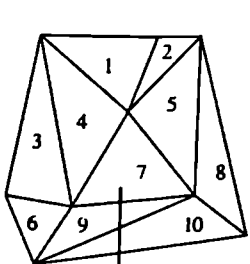
აქტ-ს აგებისთვის, პირველადი ინფორმაციის დამუშავების შემდეგ საჭიროა განისაზღვროს კვანძების საკმარისი რაოდენობა. ასევე შეირჩეს ზედაპირის სამკუთხედებად დაყოფის ხერხი. ამასთან უკეთესია, თუ პროცესი ისე განხორციელდება, რომ მიღებული სამკუთხედები უმეტესწილად ტოლგვერდა იყოს.

ტრიანგულაცია შეიძლება განხორციელდეს წერტილების ერთმანეთს შორის მანძილების მოწესრიგებით. ამ პროცესისთვის წერტილების ყველა წყვილი მანძილების ზრდის მიხედვით გამოთვლება და ხარისხდება. უახლოესი წერტილების წყვილები ერთდება ხაზებით. პროცესი სრულდება, როდესაც ვეღარ ხერხდება ვერც ერთი მონაკვეთის შექმნა. შედეგად მიიღება ატქ, რომელიც წარმოდგენილია მრავალი მახვილკუთხა სამკუთხედით.

ტრიანგულაციის მეორე მეთოდი, რომლის გამოყენებაც ხდება ატქ-ს შექმნისთვის **დელონეს ტრიანგულაციის** სახელითაა ცნობილი. მასში სამი წერტილისაგან სამკუთხედი ყალიბდება მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ამ სამკუთხედის გარშემო არ არის დაყოფის სხვა წერტილები. დელონეს მეთოდით ზედაპირის დაყოფისას თითოეული წერტილი მდებარეობს ქსელის რაიმე კვანძთან -

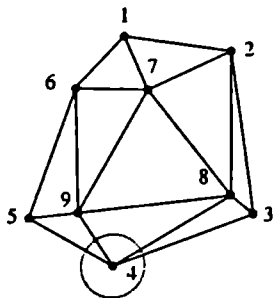
მაგენერირებელ წერტილთან ყველაზე ახლოს. ასეთი ხერხით მიღებულ საზღვრებს **ტისენის პოლიგონებს** ან **ვორონოვის პოლიგონებს** უწოდებენ. დელონეს ტრიანგულაციისას ორი წერტილი ერთდება ხაზით, თუ მათ ტისენის პოლიგონებს აქვთ საერთო საზღვარი. ასეთი სახით მიიღება უფრო ზუსტი მოდელი.

ატქ-ს მონაცემების შენახვის ორი ძირითადი ხერხი არსებობს. პირველ მათგანში - **სამკუთხედის ხერხში** თითოეული სამკუთხედისთვის იქმნება ატრიბუტული ჩანაწერი, რომელიც შეიცავს უნიკალურ ნომერს, სამი წვეროს წერტილის კოორდინატებს და მომიჯნავე სამკუთხედების ნომრებს (ნახ. 48.ა).



სამკუთხედის №	7
წერტილების კოორდინატები	$X_{7,1}$ $Y_{7,1}$ $Z_{7,1}$ $X_{7,2}$ $Y_{7,2}$ $Z_{7,2}$ $X_{7,3}$ $Y_{7,3}$ $Z_{7,3}$
მომიჯნავე სამკ. 1	5
მომიჯნავე სამკ. 2	9
მომიჯნავე სამკ. 3	4

ა.



წერტ. №	4
წერტილების კოორდინატები	X_4 Y_4 Z_4
მომიჯ. წერტ.	8, 3, 5, 9

ბ.

ნახ. 48. არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელის მონაცემების შენახვის პრინციპული სქემა. [37]-ის მიხედვით.

მეორე, **წერტილების ხერხში** თითოეული წერტილისთვის ინახება მისი უნიკალური ნომერი, კოორდინატები და იმ წერტილების ნუსხა, რომლებთანაც დაკავშირებულია მონაკვეთებით, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით (ნახ. 48. ბ). [37]

რელიეფის ციფრული მოდელების მნიშვნელობა

რელიეფის ციფრული მოდელი, მისი წარმოდგენის ხერხის მიუხედავად (რასტრული თუ აქტ) ფართოდ გამოიყენება გეოგრაფიული სივრცითი ინფორმაციის დამუშავებაში. ასეთი მოდელების საშუალებით განსაზღვრავენ ამაღლებულ ტერიტორიებს, ფერდობების დახრილობას, ექსპოზიციას და სხვ. რელიეფის ციფრული მოდელით მარტივადაა შესაძლებელი ადგილმდებარეობის სპეციფიკური უბნების - მდინარეთა აუზების, მწვერვალების, ღრმულების იდენტიფიკაცია. სამგანზომილებიანი გამოსახულებები განსაკუთრებით ძვირფასი მასალაა გის ანალიზის და სამშენებლო პრაქტიკული ამოცანების განხორციელებისთვის: მშენებლობების და კომუნიკაციების გაყვანისთვის ადგილის შერჩევის, ხედვის ანალიზის, მოძრაობის ოპტიმალური მარშრუტის განსაზღვრისთვის და სხვ. რელიფის ციფრული მოდელის გამოყენებით ახდენენ აეროკოსმოსური სურათების ტრანსფორმაციას, აგებენ იზოხაზებით გამოსახულ რელიეფის რუკებს, ადგენენ ადგილმდებარეობის პროფილს და წყვეტენ კარტოგრაფიულ-გეოდეზიურ სხვა ამოცანებს. [37]

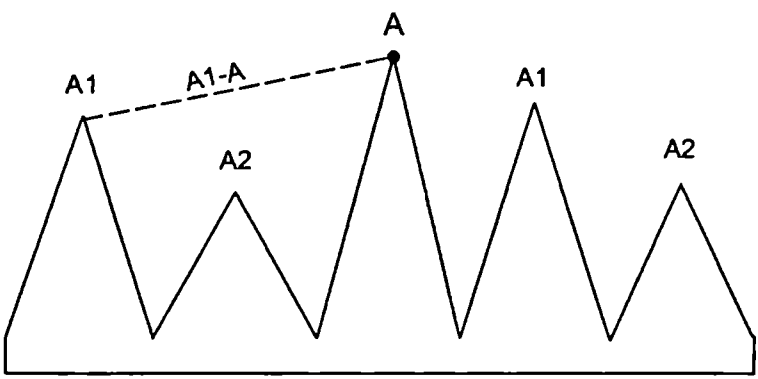
ხედვის ანალიზი

რელიეფის ციფრული მოდელი ხშირად გამოიყენება ხედვის ანალიზისთვის. **ხედვის ანალიზი** არის ზედამიწის ზედაპირზე ისეთი არეების განსაზღვრა, რომელიც გამოჩნდება მომხმარებლის მიერ განსაზღვრული წერტილიდან. ხედვის არეების განსზღვრის პრინციპიული სქემა მოცემულია 49-ე ნახაზზე. მასზე დაკვირების

წერტილია A, რომლიდანაც მოსჩანს ყველა A1 წერტილი. თუ წერტილი A2 მდებარეობს A1-A წერტილებს შორის, იგი ხილული იქნება A წერტილიდან, ხოლო თუ A2 წერტილი მდებარეობს A1 წერტილის მიღმა, იგი A წერტილიდან არ გამოჩნდება. წერტილების სიმრავლეს, რომლებიც სჩანს დაკვირვების წერტილიდან **მხედველობის არეს**, ხოლო ხედვის მატრიცის გამოთვლას და მათ ინტერპრეტაციას **მხედველობის არის განსაზღვრას** უწოდებენ.

ხედვის არის გამოთვლა „გრიდებისა" და ატქ-ის თვის თითქმის არ განსხვავდება ერთმანეთისგან. ორივე შემთხვევაში საბოლოო შედეგად ხედვის რუკა მიიღება. ხედვის რუკა აქტიურად გამოიყენება საინჟინრო-საძიებო, (რადიო და ტელეანძების მდებარეობის განსაზღვრა და სხვ.) თავდაცვითი საქმიანობის, გარემოსდაცვითი პროექტების განხორციელებისას და სხვ.

ზოგიერთ გის პროგრამულ უზრუნველყოფაში არსებობს დამატებითი ბარიერების გათვალისწინების საშუალება. ხედვის არის ანალიტიკური საშუალებები იზრდება, როდესაც მისი საფუძველი რელიეფის ციფრულ მოდელთან შეთავსებული აეროკოსმოსური სურათებია. [3] [64]



ნახ. 49. ხედვის ანალიზის პრინციპული სქემა.

სივრცითი ინტერპოლაცია

ინტერპოლაციას უწოდებენ განზომილების წერტილებს შორის ატრიბუტების მნიშვნელობის შეფასების მიღების პროცესს. თუ შეფასება ეძლევა წერტილებს, რომელიც მოთავსებულია განზომილების არის მიღმა, ასეთ პროცესი - **ექსტრაპოლაციაა**. მარტივად რომ ვთქვათ, გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებში ინტერპოლაციის დანიშნულებაა შეავსოს ორ წერტილის მონაცემებს შორის შუალედი და ამით მოახდინოს ატრიბუტის უწყვეტი სივრცითი გავრცელების მოდელირება. ინტერპოლაცია აუცილებელია შემდეგ სიტუაციებში:

- რასტრული გამოსახულების ტრანსფორმაცია;
- ადგილმდებარეობის რელიეფის მოდელის გარდაქმნა.
- ცალკეული წერტილების ნაკრების დახმარებით უწყვეტი ზედაპირის მოდელირებისას.

ამასთან ერთად ინტერპოლაცია ჩვეულებრივ გამოიყენება იზოჰოფსების ასაგებად რელიეფის ციფრული მოდელის ცალკეული წერტილების მიხედვით. შექმნილი გეოდეზიური აგეგმის ან ფოტოგრამმეტრიის საშუალებით. უმეტეს პროგრამულ პაკეტებში რეალიზებულია ინტერპოლაციის რამდენიმე მეთოდი.

ინტერპოლაციის ლოკალური და გლობალური მეთოდები

თუ განზომილების ყველა წერტილის მიმართ გამოიყენება ერთი და იგივე ფუნქცია, ინტერპოლაციის ასეთ მეთოდს უწოდებენ **გლობალურს**. თუ ინტერპოლაცია გამოიყენება თანამიმდევრობით, მონაცემების მცირერიცხოვანი წერტილების მიმართ, მას **ლოკალურ ინტერპოლაციას** უწოდებენ. ასეთი ხერხებით მიღებულ ლოკალურ ზედაპირებს, რელიეფის მოდელის ფორმირებისთვის უთავსებენ მთელ საკვლევ არეს. ზედაპირი, მიღებული გლობალური ინტერპოლაციით, როგორც წესი, უფრო გლუვია.

წერტილოვანი და მიახლოებული მეთოდები

ინტერპოლაციის **წერტილოვანი მეთოდების** გამოყენებისას შედეგობრივი ფუნქცია განზომილების წერტილებში იღებს იგივე მნიშვნელობას, როგორიც იყო ინტერპოლაციამდე. **მიახლოებითი მეთოდების** გამოყენებისას საწყისი და დამუშავებული მნიშვნელობები განზომილების წერტილებში შეიძლება განსხვავდებოდეს. წერტილოვან მეთოდებს იყენებენ იმ შემთხვევაში როცა განზომილებებს აქვს ძალიან მაღალი საიმედოობის ხარისხი. საწყისი მონაცემების გაურკვეველობის შემთხვევაში უფრო ხშირად მიახლოებულ მეთოდს მიმართავენ.

გლუვი და არაგლუვი მეთოდები

გლუვი და **არაგლუვი** მეთოდები განსხვავდებიან შედეგობრივი ფუნქციის (ზედაპირის) სიგლუვის ხარისხით. გლუვი მეთოდები გამოიყენება გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის მოდელირებისთვის. ხოლო არაგლუვი – დიდი დახრილობის ფერდობების, ქედების და ველების წარმოსადგენად. თუ საკვლევ ტერიტორიაზე წარმოდგენილია რელიეფის სხვადასხვა ფორმები, ინტერპოლაციის მეთოდის გამოყენებისას საჭიროა ორივე მეთოდის გამოყენება.

დეტერმინისტული და ალბათობის მეთოდები

დეტერმინისტული მეთოდები გამოიყენება რელიეფის მაღალი ხარისხის მათემატიკური მოდელის არსებობის შემთხვევაში. რადგან გამოსახულება იშვიათად იქმნება, უფრო ხშირად გამოიყენება **ალბათობის მეთოდი**. რომელიც იძლევა საშუალებას გაითვალისწინონ ზედაპირის ფორმების შემთხვევითი ვარიაციები.

ქსელების ანალიზი

როგორც აღვნიშნეთ, გეოინფორმატიკაში **ქსელებს** უწოდებენ მრავალ ურთიერთდაკავშირებულ ხაზოვან ობიექტებს, რომელთა გასწვრივაც შესაძლებელია რაიმე რესურსის გადაადგილება.

გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემაში ქსელებს შეიძლება ჰქონდეს უბრალოდ საინფორმაციო-საცნობარო ფუნქცია. მაგ. თუნდაც საშუალო ქალაქის ინფრასტრუქტურა ათასობით ხაზოვან კომპონენტს (ელექტრო და წყალმომარაგება, საკანალიზაციო ქსელი, ბუნებრივი აირით უზრუნველყოფა და სხვ.) შეიძლება შეიცავდეს. ასეთი მეურნეობის ინვენტარიზაცია, რა თქმა უნდა მნიშვნელოვანი საქმეა, მაგრამ არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ქსელების ანალიზსაც (მაგ. იგივე ელექტროგადამცემი ქსელის დატვირთვის განსაზღვრა ან სანიაღვრე სისტემის შევსების მოდელირება).

ქსელის ანალიზს იყენებენ შემდეგი ტიპური ამოცანების გადასაჭრელად:

- ქსელის ორ მოცემულ წერტილს შორის ოპტიმალური გზის მონახვა (მაგ. უმოკლესი ან ნაკლებად ხარჯიანი) – **გზის მონახვა;**
- ქსელის გარკვეული ნაწილის რომელიმე პუნქტისთვის მიწერა – **ალოკაცია;**
- ქსელის ყველა ნაწილის მონახვა, რომელიც დაკავშირებულია გარკვეული ტიპის ობიექტების მაგ. საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობასთან – **ტრასირება;**
- ობიექტების გარემოზე ზემოქმედების შეფასება და ობიექტამდე მისაღწევად საჭირო დანახარჯების განსაზღვრა – **გრავიტაციული მოდელირება.** ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური, გეოგრაფიული და ტექნიკური ამოცანების გადასაჭრელად. ასევე ქალაქდაგეგმარებისთვის.
- ქსელის სხვადასხვა წერტილს შორის მანძილების მატრიცის გამოთვლა.
- მომსახურების არსებული და დაგეგმილი ობიექტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრა და იმავდროულად მათი მიწერა ქსელის შესაბამისი ნაწილისა - **იდენტიფიკაცია-ალოკაციის** ტიპის მოდელირება.

ოპტიმალური გზის მონახვის ამოცანა

ოპტიმალური შეიძლება იყოს უმოკლესი გზა ან გზა, რომელსაც სჭირდება მინიმალური დრო. ოპტიმალური გზის გათვლისთვის რასტრულ მოდელისთვის გამოიყენება მეზობელი უჯრედების ანალიზი, ხოლო სხვადასხვა დაბრკოლებების მოდელირება ხდება შესაბამისი უჯრედებისთვის უფრო დიდი მნიშვნელობების მინიჭებით. ოპტიმალური გზის შერჩევისთვის იყენებენ **უმცირესი ღირებულების კრიტერიუმს**. სხვადასხვა მარშრუტების ანალიზის შესაძლებლობა მნიშვნელოვნად იზრდება ვექტორული მონაცემების გამოყენებისას. კერძოდ, ასეთი მოდელი საშუალებას იძლევა გაითვალისწინონ ტიპური დაბრკოლებანი (მაგ. სატრანსპორტო საცობები და სხვ.).

მარშრუტის ტრასირება

ტრასირება გამოიყენება ერთმიმართულებიანი (მაგ.წყალმომარაგების სისტემების) ნაკადების ანალიზისთვის. ტრასირების გასაკეთებლად ძალიან მნიშვნელოვანია ნაკადის მიმართულების ცოდნა, რომლის მითითება/გასაზღვრაც ყველაზე ხშირად მონაცემთა ბაზის შექმნის მომენტში (აციფვრისას) ხდება უბრალოდ იმაზე ყურადღების მიქცევით, რომ მისი რიგითობა ემთხვეოდეს ნაკადის მიმართულებას. შედეგად მარშრუტის ტრასირებისას ყოველთვის იქნება დაცული მიმართულება ან ნაკადის მიმართულებით ან ნაკადის საწინააღმდეგოდ.

მოდელი „იდენტიფიკაცია – ალოკაცია“

ქსელის ანალიზის ერთერთი ამოცანაა რესურსების **ალოკაცია**: შემავალი და გამავალი ნაკადების მოდელირების საფუძველზე. ჩვეულებრივ ასეთ მოდელში ქსელის ცალკეული უბნები მიეწერება (მიეკუთვნება) უახლოს მიწოდების ცენტრს, რომელიც განისაზღვრება ქსელური იმპენდანსის მნიშვნელობის გათვალიწინებით.

მომსახურების ცენტრის მაქსიმალურ ზონა შეიძლება განისაზღვროს, მასთან დაკავშირებული ქსელის უბნების გასწვრივ მოთხოვნის ანალიზებით. ანალიზის შედეგად შეიძლება აღმოჩნდეს

ქსელის ისეთი უბნები, რომლებიც არ ხვდებიან არსებული ცენტრების მომსახურების ზონაში. ამ პრობლემის გადასაჭრელად შეიძლება სხვა მარშრუტებზე მიწოდების შემცირება, ან ახალი ცენტრის ორგანიზება, მისთვის ოპტიმალური ადგილმდებარეობის წინასწარი შერჩევით. [3] [1] [65]

მოდელირება და ანალიზი გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით (რეზიუმე)

ზოგჯერ გის პროექტის განხორციელება მხოლოდ მონაცემთა ბაზის შექმნას უკავშირდება. ასეთ შემთხვევაში მონაცემთა ბაზა მოიცავს ინფორმაციას გეოსისტემის ან მისი რომელიმე ნაწილის შესახებ და როგორც წესი, წარმოდგენილია სხვადასხვა თემატიკის რუკებით, სურათებითა და სტატისტიკური თუ სხვა სახის ატრიბუტული ინფორმაციით. ანუ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა უბრალოდ აფიქსირებს ობიექტური რეალობის საგნებს და მოვლენებს დროის გარკვეულ მომენტში. მაგრამ ასეთი ვიწრო უტილიტარული შედეგი არ არის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის მთავარი მიზანი. მის ძირითადი უპირატესობა მოდელირების და ანალიზის შესაძლებლობაა. მოკლედ რომ განვაზოგადოთ მოდელირებისა და ანალიზის არსი, **მოდელირება** და **ანალიზი** გამოავლენს იმ მოვლენებს, სტრუქტურებს და პროცესებს, რომელიც ხდება გეოგრაფიულ გარემოში. ასეთი პროცესების ნაწილის ბუნებრივად აღქმა შეუძლებელია. გეოგრაფიული ინფორმაციის ანალიზის შედეგად მიიღება ხარისხობრივად ახალი ინფორმაცია, ნათელი ხდება მანამდე უცნობი კანონზომიერებანი.

ზოგადად **გეოინფორმაციული მოდელირება** შეიძლება განისაზღვროს როგორც გრაფიკული ობიექტების მოდელირების კლასი, რომელიც დაკავშირებულია მონაცემთა ბაზებთან და

მოიცავს მოდელირებს შემდეგ 5 ძირითად ტიპს: **გრაფიკული ინფორმაციის გარდაქმნა** (იწვევს გრაფიკული და ცხრილური მონაცემების ცვლილებას), **ცხრილური მონაცემების გარდაქმნა** (იწვევს გრაფიკული და ცხრილური მონაცემების ცვლილებას), გრაფიკული **ინფორმაციის ერთი ტიპიდან მეორეში გარდაქმნა** (რეალური სამყაროს ობიექტის ან მოვლენის ციფრული მოდელის აგება), **გრაფიკული ობიექტების აგება, რედაქტირება ან მოდიფიკაცია** სივრცით ობიექტებს შორის ურთიერთობების საფუძველზე (გრაფიკული რედაქტორების გამოყენების გარეშე).

გეოინფორმატიკაში მოდელირების ტექნოლოგიის მიხედვით გამოყოფენ შემდეგ სახეებს: **სემანტური მოდელირება** დაკავშირებულია კოდირების და ლინგვისტიკური უზრუნველყოფის ამოცანასთან. ამიტომ გამოიყენება ინფორმაციის შეგროვების ეტაპზე. პირველადი ინფორმაცია რაც უფრო განსხვავებულია სტრუქტურის და შინაარსის მიხედვით, მით უფრო მეტად დგას სემანტური მოდელირების საჭიროება.

ინვარიანტული მოდელირება ეფუძნება მთლიანად ან ნაწილობრივ უნიფიცირებული ინფორმაციის ელემენტებს ან სტრუქტურებს. ინვარიანტული მოდელირება ინვიდუალური მოდელირებისგან განსხვავებით მნიშვნელოვანად ამაღლებს შრომის ნაყოფიერებას. ასეთი მოდელირების მაგალითია ფენებთან მუშაობა: ფენის მახასიათებლების ცვლილება იწვევს მოცემული ფენის ყველა ობიექტის ცვლილებას.

გეომეტრიული მოდელირება გულისხმობს ობიექტების გეომეტრიული მახასიათებლების ან აგებულების ცვლილებას. იგი გამოიყენება მაშინ, როდესაც საჭიროა მეტრული მონაცემების ცვლილება.

ევრისტიკული მოდელირება მოიცავს ინტერაქტიულ დამუშავებას. იგი დაფუძნებულია მონაცემების დამუშავების თითოეულ ნაბიჯის შედეგად მიღებული შედეგების ექსპერტულ შეფასება-

ზე და მონაცემების დამუშავების მომდევნო ეტაპის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებაზე. ევრისტიკული მოდელი საშუალებას აძლევს მომხმარებელს გაითვალისწინოს არატიპური ობიექტების ინდივიდუალური თვისებები.

ინფორმაციული მოდელირება უკავშირდება ინფორმაციული მოდელების შექმნას და აგებას. იგი მოიცავს სხვადასხვა ფორმის ინფორმაციის (მაგ. გრაფიკულის ან ტექსტურის) გარდაქმნის ხერხებს მომხმარებლის საჭიროებისამებრ. ინფორმაციული მოდელი ეფექტურია მხოლოდ წინასწარ შემუშავებული ინტეგრირებული ინფორმაციული საფუძვლის და მონაცემთა ბაზის გამოყენებისას.

მანძილის, პერიმეტრის და ფართობის გაზომვას თვლიან **ელემეტარულ ანალიზად**. ასეთი გაზომვების შედეგები ყოველთვის მიახლოებითია, რადგან მაგ. ვექტორულ მონაცემებში ნებისმიერი მდორე ხაზი აღიწერება სწორხაზოვანი მონაკვეთებით, ხოლო რასტრულში - ყველა ფიზიკური ობიექტი გამოისახება უჯრედების (პიქსელების) ნაკრებით.

რასტრულ მონაცემებთან მუშაობისას ორ წერტილს შორის **უმოკლესი მანძილის გაზომვა** შესაძლებელია ერთერთი შემდეგი ხერხით: წერტილებს შორის გაივლოს პირდაპირი ხაზი და გამოითვალოს სწორკუთხა სამკუთხედის ჰიპოტენუზა პითაგორას თეორემის გამოყენებით; დაიხაზოს კონცენტრირებული წრეები ტოლი ნაბიჯით, შემდეგ კი გაიზომის ამ წრეწირის რადიუსები, რასტრის უჯრედების გვერდების სიგრძეების შეკრებით. სხვადასხვა მეთოდით ჩატარებული გაზომვები რასტრულ გამოსახულებაზე იძლევა განსხვავებულ შედეგებს. უზუსტობა იზრდება, როდესაც მრუდი გადის არა ზუსტად უჯრედების დიაგონალებზე. **პერიმეტრი რასტრზე** განისაზღვრება როგორც პიქსელების გვერდების რაოდენობა, რომელიც შეადგენს ობიექტის საზღვრებს. ანალოგიურად ითვლება ობიექტის ფარ-

თობი განისაზღვრება როგორც საზღვრებს შიგნით მოხვედრილი უჯრების რაოდენობა.

ვექტორული მონაცემებისთვის გაცილებით მარტივია მანძილების, პერიმეტრის და ფართობის გაზომვა, ხოლო მისი შედეგები - უფრო ზუსტი. **მანძილის გასაზომად** ითვლიან კოორდინატებს შორის სხვაობას, ვექტორული ობიექტის **ფართობის** გამოსათვლელად ობიექტს ჰყოფენ რამდენიმე მარტივ გეომეტრიულ ფიგურად, ხოლო შემდეგ აჯამებენ ფართობებს. ვექტორული ობიექტის **პერიმეტრი** გამოითვლება საზღვრის ყველა სეგმენტის სიგრძეების დაჯამებით.

ბუფერს უწოდებენ პოლიგონს, რომელიც გარკვეული მანძილით არის დაშორებული წერტილიდან, ხაზიდან ან პოლიგონიდან, ანუ ბუფერული ზონის აგებისას ობიექტის გარშემო იქმნება ახალი ფართობული ობიექტი. ბუფერიზაციის ფუნქცია გამოიყენება ისეთ კითხვებზე პასუხის გასაცემად, რომელიც ეხება ობიექტების ურთიერთგანლაგებას. ზოგჯერ საჭიროა ობიექტის გარშემო არა ერთი – არამედ რამდენიმე ბუფერული ზონის აგება. ასეთ ბუფერებს **მრავალფენიან ბუფერს** უწოდებენ.

მონაცემთა ბაზაში, გარკვეული მახასიათებლების მიხედვით მონაცემების ძებნის ოპერაციას **შეკითხვას** (Enquiry) უწოდებენ. ასეთი დავალება ფორმირდება მომხმარებლის მბმს-თან სპეციფიკური ენის გამოყენების კომუნიკაციისას. გის პროგრამული უზრუნველყოფაში გამოიყენება **შეკითხვების ენა** და **შეკითხვები ნიმუშის მიხედვით.** შეკითხვების განხორციელებისთვის შესაძლებელია დამატებითი ოპერაციების ჩატარება (მაგ. მონაცემების დაჯგუფება, შეჯამება საშუალოს გამოყოფა და სხვ.). შეკითხვები შეიძლება დაიყოს 2 კატეგორიად: **სივრცითი შეკითხვების** დამუშავებისთვის საჭიროა მონაცემების სივრცითი ანალიზი. სივრცითი ობიექტების საკოორდინატო ან სხვა მონაცემების (მაგ. მანძილის და სხვ.) ძებნა ხორციელდება სივრცითი შეკითხვების მიხედვით.

არასივრცითი შეკითხებისას გამოიყენება მხოლოდ ობიექტების ატრიბუტები ანუ პასუხის ფორმირებისთვის საკმარისია მონაცემთა ბაზაში არსებული ჩანაწერების გამოყენება. ხანდახან საჭიროა განისაზღვროს ობიექტები, რომელიც უნდა შეესაბამებოდეს არა ერთ, არამედ რამდენიმე სივრცით და არასივრცით კრიტერიუმს. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება ლოგიკური ოპერატორების (AND, NOT, OR და XOR) საშუალებით ფორმირებული შეკითხვები.

რასტრულ მონაცემებში გარემოს ანალიზის ფუნქციის განსაკუთრებულობა თვისებაა შეცვალოს რასტრის უჯრედის მნიშვნელობა მომიჯნავე უჯრედების თვისებებთან დაკავშირებით. ერთ-ერთი ასეთი ტიპის ფუნქციაა **ფილტრაცია**. ყველა ფილტრისთვის საერთოა ის, რომ ისინი მოიცავენ რასტრის რამდენიმე უჯრედს, ხოლო ფილტრის ზომას და ფორმას (მაგ. კვადრატული ან წრიული) უთითებს ოპერატორი. ფილტრაციას ხშირად იყენებენ კლასიფიცირებული კოსმოსური სურათებიდან ციფრული „ხმაურის" მოსაცილებლად. სიგნალების ციფრული დამუშავების სფეროში ფილტრებს, რომლებიც გამოიყენება ხმაურის ჩასახშობად, უწოდებენ **დაბალი სიხშირის გამტარ ფილტრებს**, ხოლო ფილტრებს, რომლებიც გამოიყენება კონტურების გამოსაკვეთად, **მაღალი სიხშირის გამტარ ფილტრებს ან საზღვრების გამაგრების ფილტრებს**.

კლასიფიკაცია ნიშნავს გამოსახულების ყველა ისეთი პიქსელის გამოყოფას და ერთ კლასში გაერთიანებას, რომელთაც აქვთ ერთნაირი სპექტრალური სტრუქტურა. კლასიფიკაცია ხშირად გამოიყენება გამოსახულების შემდგომი ვექტორიზაციის ან გამოსახულების ხარისხის გაუმჯობესებისთვის. სპეციალური ფორმის შეკითხვას, რომლის შედეგადაც ყალიბდება ახალი გამოსახულება რასტრის **რეკლასიფიკაციას** უწოდებენ.

გეოინფორმატიკაში რამდენიმე თემატური ფენის კომბინაციას

კარტოგრაფიულ ზედდებას (Overlay) უწოდებენ. ამ რთულ პროცესში ხშირად ჩართულია როგორც გრაფიკა, ისე - ატრიბუტები. ყველაზე ხშირად კარტოგრაფიულ ზედდების სამ ტიპს იყენებენ: წერტილების პოლიგონზე ზედდებას, ხაზების პოლიგონზე ზედდებას და პოლიგონის პოლიგონზე ზედდებას.

რელიეფის ციფრული მოდელირება გეოინფორმაციული მოდელირების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი, სასარგებლო და იმავდროულად რთული ამოცანაა. ასეთი მოდელირება პირობითად შეიძლება ორ ნაწილად გაიყოს: საკუთრივ რელიეფის ციფრული მოდელის შექმნა და მისი გამოყენება. **რელიეფის ციფრული მოდელი** არის სივრცითი მოდელი, რომელიც ადგილმდებარეობის გამოსახვის კლასიკური მოდელისგან - ორგანზომილებიანი რუკისგან - სიმაღლის (ან სიღრმის) განზომილების არსებობით განსხვავდება. სამგანზომილებიანი სივრცითი მოდელების აგებისას გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები ბუნებრივი ობიექტების ან მოვლენების (ფიზიკური ზედაპირისთვის) და გამოთვლითი (სოციალურ-ეკონომიკური, სტატისტიკური და სხვ.) მონაცემებისთვის. რცმ-ს შექმნის მრავალი ხერხი და მეთოდი არსებობს. მათი სიმრავლის მიუხედავად რცმ-ს საფუძველი მხოლოდ ოთხი ტიპისაა: წერტილების არარეგულარული განლაგება; წერტილების ისეთი არარეგულარული განლაგება, რომლებიც რელიეფის სტრუქტურასთან არიან დაკავშირებული; ველის სტრუქტურასთან მცირედ დაკავშირებული, ხაზის გასწვრივ რეგულარულად განლაგებული წერტილები და რეგულარულად განლაგებული წერტილები (სწორკუთხედი, სამკუთხედი ან ექვსკუთხედი რეგულარული ქსელი). **რცმ-ის სიზუსტე** არის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი, რომელიც სუბიექტურად ფასდება ორიგინალი საფუძვლის ან იმ ამოცანის საჭიროების მიხედვით, რომელი ამოცანის გადაჭრისთვისაც იქმნება იგი.

თანამედროვე გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების უმრავლესობა იყენებს რცმ-ს ორ ტიპს: რასტრული მოდელით გამოსახული რცმ წარმოადგენს მონაცემების რასტრულ მოდელს, რომელზეც მესამე განზომილების საჩვენებლად რასტრის ელემენტებს (უჯრედებს) ღებავენ უჯრედის ცენტრალური წერტილის სიმაღლის მიხედვით, გარკვეული შკალის შესაბამისად. ასეთი მოდელის უპირატესობა მისი კომპიუტერული ტექნიკის საშუალებით დამუშავების სიიოლეა. ასეთი რასტრულ გამოსახულებას ყველაზე ხშირად „გრიდს“ უწოდებენ, ხოლო თავად პროცესს - „გრინდინგს“

არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელი (ატქ) რასტრული მოდელის ალტერნატივაა და გაცილებით უფრო ხშირად გამოიყენება. ატქ-ს პირველი ასეთი უპირატესობაა ის, რომ ატქ-ში წერტილების მდებარეობა ადაპტირებულია ადგილმდებარეობასთან. ვაკე ადგილებში წერტილები უფრო მცირე რაოდენობითაა, ხოლო მთიანში - უფრო ხშირად. ამორჩეული წერტილები შეერთებულია პირდაპირი მონაკვეთებით, რომელთა შიგნით ზედაპირი რჩება ბრტყელი. ზედაპირი უწყვეტია, ხოლო თავად სამკუთხედები - ურთიერთდაკავშირებული. ატქ მოდელში მონაცემების სტრუქტურა უფრო კომპაქტურია. ასეთი მოდელის აგებისთვის, პირველადი ინფორმაციის დამუშავების შემდეგ საჭიროა განისაზღვროს კვანძების საკმარისი რაოდენობა. ასევე შეირჩეს ზედაპირის სამკუთხედებად დაყოფის ხერხი. ამასთან უკეთესია, თუ პროცესი ისე განხორციელდება, რომ მიღებული სამკუთხედები უმეტესწილად ტოლგვერდა იყოს. ტრიანგულაცია შეიძლება განხორციელდეს წერტილების ერთმანეთს შორის მანძილების მოწესრიგებით. ამ პროცესისთვის წერტილების ყველა წყვილი მანძილების ზრდის მიხედვით გამოითვლება და ხარისხდება. უახლოესი წერტილების წყვილები ერთდება ხაზებით.

პროცესი სრულდება, როდესაც ვეღარ ხერხდება ვერც ერთი მონაკვეთის შექმნა. შედეგად მიიღება ატქ, რომელიც წარმოდგენილია მრავალი მახვილკუთხა სამკუთხედით.

ტრიანგულაციის მეორე მეთოდი, რომლის გამოყენებაც ხდება ატქ-ს შექმნისთვის **დელონეს ტრიანგულაციის** სახელითაა ცნობილი. მასში სამი წერტილისაგან სამკუთხედი ყალიბდება მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ამ სამკუთხედის გარშემო არ არის დაყოფის სხვა წერტილები. ზედაპირი ისეთ ნაწილებად იყოფა, რომელშიც თითოეული წერტილი მდებარეობს რაიმე ქსელის კვანძის - მაგენერირებელი წერტილთან ყველაზე ახლოს. ასეთი ხერხით მიღებულ საზღვრებს **ტისენის ან ვორონოვის პოლიგონებს** უწოდებენ. დელონეს ტრიანგულაციისას ორი წერტილი ერთდება ხაზით, მათ ტისენის პოლიგონებს აქვთ საერთო საზღვარი. ასეთი სახით მიიღება უფრო ზუსტი მოდელი.

ატქ-ს მონაცემების **შენახვის** ორი ძირითადი ხერხი არსებობს. პირველ მათგანში - **სამკუთხედის ხერხში** - თითოეული სამკუთხედისთვის იქმნება ატრიბუტული ჩანაწერი, რომელიც შეიცავს უნიკალურ ნომერს, სამი წვეროს წერტილის კოორდინატებს და მომიჯნავე სამკუთხედების ნომრებს. მეორე - **წერტილების ხერხში** თითოეული წერტილისთვის ინახება მისი უნიკალური ნომერი, კოორდინატები და იმ წერტილების ნუსხა, რომლებთანაც დაკავშირებულია მონაკვეთებით, საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით.

რელიეფის ციფრული მოდელი ხშირად გამოიყენება ხედვის ანალიზისთვის. **ხედვის ანალიზი** არის ზედაპირზე ისეთი არეების განსაზღვრა, რომელიც გამოჩნდება მომხმარებლის მიერ განსაზღვრული წერტილიდან. წერტილების სიმრავლეს, რომლებიც სჩანს დაკვირვების წერტილიდან **მხედველობის არეს**, ხოლო ხედვის მატრიცის გამოთვლას და მათ ინტერპრეტაციას **მხედველობის არის განსაზღვრას** უწოდებენ.

ინტერპოლაციას უწოდებენ განზომილების წერტილებს შორის ატრიბუტების მნიშვნელობის შეფასების მიღების პროცესს. თუ შეფასება ეძლევა წერტილებს, რომელიც მოთავსებულია განზომილების არის მიღმა, ასეთ პროცესი - **ექსტრაპოლაციაა**. ინტერპოლაცია აუცილებელია შემდეგ სიტუაციებში: რასტრული გამოსახულების ტრანსფორმაცია, ადგილმდებარეობის რელიეფის მოდელის გარდაქმნა, ცალკეული წერტილების ნაკრების დახმარებით უწყვეტი ზედაპირის მოდელირებისას. თუ განზომილების ყველა წერტილის მიმართ გამოიყენება ერთი და იგივე ფუნქცია, ინტერპოლაციის ასეთ მეთოდს უწოდებენ **გლობალურს**. თუ ინტერპოლაცია გამოიყენება თანამიმდევრობით, მონაცემების მცირერიცხოვანი წერტილების მიმართ - მას **ლოკალურ ინტერპოლაციას** უწოდებენ. ინტერპოლაციის **წერტილოვანი მეთოდების** გამოყენებისას შედეგობრივი ფუნქცია განზომილების წერტილებში იღებს იგივე მნიშვნელობას, როგორიც იყო ინტერპოლაციამდე. **მიახლოებითი მეთოდების** გამოყენებისას საწყისი და დამუშავებული მნიშვნელობები განზომილების წერტილებში შეიძლება განსხვავდებოდეს. ინტერპოლაციის **გლუვი მეთოდები** გამოიყენება გორაკ-ბორცვიანი რელიეფის მოდელირებისთვის. ხოლო **არაგლუვი** – დიდი დახრილობის ფერდობების, ქედების და ველების წარმოსადგენად. თუ საკვლევ ტერიტორიაზე წარმოდგენილია რელიეფის სხვადასხვა ფორმები, ინტერპოლაციის მეთოდის გამოყენებისას საჭირო ორივე მეთოდის გამოყენება. **დეტერმინისტული მეთოდები** გამოიყენება რელიეფის მაღალი ხარისხის მათემატიკური მოდელის არსებობის შემთხვევაში. რადგან ასეთი გამოსახულება იშვიათია, უფრო ხშირად გამოიყენება **ალბათობის მეთოდი**, რომელიც იძლევა საშუალებას გაითვალისწინონ ზედაპირის ფორმების შემთხვევითი ვარიაციები.

ქსელის ანალიზს იყენებენ შემდეგი ტიპური ამოცანების გადასაჭრელად: ქსელის ორ მოცემულ წერტილს შორის ოპტი-

მალური გზის მონახვა (მაგ. უმოკლესი ან ნაკლებად ხარჯიანი) – **გზის მონახვა**; ქსელის გარკვეული ნაწილის რომელიმე პუნქტისთვის მიწერა – **ალოკაცია**; ქსელის ყველა ნაწილის მონახვა, რომელიც დაკავშირებულია გარკვეული ტიპის ობიექტების მაგ. საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობასთან. – **ტრასირება**; ობიექტების გარემოზე ზემოქმედების შეფასება და ობიექტამდე მისაღწევად საჭირო დანახარჯების განსაზღვრა – **გრავიტაციული მოდელირება** (ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური, გეოგრაფიული და ტექნიკური ამოცანების გადასაჭრელად. ასევე ქალაქდაგეგმარებისთვის.); ქსელის სხვადასხვა წერტილს შორის **მანძილების მატრიცის** გამოთვლა. მომსახურების არსებული და დაგეგმილი ობიექტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრა და იმავდროულად მათი მიწერა ქსელის შესაბამისი ნაწილისა - **იდენტიფიკაცია-ალოკაციის** ტიპის მოდელირება.

საკონტროლო შეკითხვები X თავისთვის

- რა ძირითადი განსხვავებაა გეოგრაფიულ ინფორმაციულ და სხვა სისტემებს შორის?
- მოკლედ ჩამოაყალიბეთ გეოინფორმატიკული მოდელირების და ანალიზის არსი.
- ჩამოთვალეთ გეოინფორმაციული მოდელირების 5 ძირითადი ტიპი.
- რას ნიშნავს სემანტური მოდელირება?
- რას ნიშნავს ინვარიანტული მოდელირება?
- რას ნიშნავს გეომეტრიული მოდელირება?
- რას ნიშნავს ევრისტიკული მოდელირება?
- რას ნიშნავს ინფორმაციული მოდელირება?
- რომლებია გეოინფორმაციული ანალიზის ელემენტარული სახეები?

- აღწერეთ მანძილების გაზომვის ხერხები რასტრული გამოსახულებისთვის.
- აღწერეთ პერიმეტრის და ფართობის გაზომვის ხერხები რასტრული გამოსახულებისთვის;
- აღწერეთ მანძილების გაზომვის ხერხი ვექტორული გამოსახულებისთვის.
- აღწერეთ პერიმეტრის და ფართობის გაზომვის ხერხები ვექტორული გამოსახულებისთვის.
- როგორია გაზომვების სიზუსტე თითოეული მოდელისთვის და რომელს მიანიჭებთ უპირატესობას მეტი სიზუსტის მისაღებად?
- რა არის ბუფერული ზონა და როდის არის საჭირო მოდელირების ამ სახეობის გამოყენება?
- რას უწოდებენ შეკითხვას?
- რას ნიშნავს სივრცითი და არასივრცითი შეკითხვები?
- რას ნიშნავს ფილტრაცია და როდის მიმართავენ მას?
- მოკლედ აღწერეთ კლასიფიკაციის და რეკლასიფიკაციის პროცესი.
- რას უწოდებენ კარტოგრაფიულ ზედდებას?
- ჩამოთვალეთ ყველაზე ხშირად გამოყენებული ზედდების ტიპები.
- მოკლედ აღწერეთ წერტილის პოლიგონეზე ზედდების, ხაზის პოლიგონზე ზედდების და პოლიგონის პოლიგონზე ზედდების პროცესი ვექტორული მოდელისთვის.
- მოკლედ აღწერეთ ზედდების პროცესი რასტრული მოდელისთვის.
- რას უწოდებენ რელიეფის ციფრულ მოდელს?
- რამდენი ტიპის საფუძველი შეიძლება ჰქონდეს რელიეფის ციფრულ მოდელს?

- ჩამოთვალეთ რელიეფის ციფრული მოდელების წყაროები. რომელი მათგანია ყველაზე უკეთესი?
- რას უწოდებენ რელიეფის ციფრული მოდელის სიზუსტეს?
- მოკლედ აღწერეთ რასტრული მოდელით წარმოდგენილი რელიეფის ციფრული მოდელი.
- რა უპირატესობა აქვს არარეგულარულ ტრიანგულაციურ ქსელს რასტრულ მოდელთან შედარებით?
- მოკლედ აღწერეთ არარეგულარული ტრიანგულაციური ქსელის შექმნის პროცესი.
- რა მნიშვნელობა აქვს რელიეფის ციფრულ მოდელს პრაქტიკული გამოყენებისთვის?
- რას ნიშნავს ხედვის ანალიზი და როგორ ხდება მისი მოდელირება?
- რას უწოდებენ ინტერპოლაციას და ექსტრაპოლაციას?
- ჩამოთვალეთ ინტერპოლაციის მეთოდები.
- ჩამოთვალეთ ქსელის ანალიზის სახეები და მოკლედ აღწერეთ თითოეული მათგანი.

გის პროექტის განხორციელების ბოლო ეტაპი - მიღებული შედეგების გამოსახვაა. ხშირად გამოსასვლელი მონაცემები ანალიზის განხორციელებით მიღებულ ახალ მონაცემებს გადმოსცემს. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემები უმეტეს შემთხვევაში კარტოგრაფიული გამოსახულებით - რუკითაა წარმოდგენილი. ხოლო უფრო იშვიათად ცხრილებისა და სხვა ტიპის მონაცემებით.

რუკების შედგენის და გაფორმების ტექნოლოგია გეოინფორმატიკის ინტერესების სფეროს ნაკლებად მიეკუთვნება. რეალურად ამის საჭიროებაც არ დგას: რუკასთან დაკავშირებით ნებისმიერი საკითხი კარტოგრაფიას კარგა ხანია დეტალურად აქვს დამუშავებული. გის მომხმარებლის მხრიდან საჭიროა მხოლოდ მათი კარგად შესწავლა და კორექტულად გამოყენება. კორექტულად გამოყენება გულისხმობს ტრადიციული კარტოგრაფიული მეთოდის შეთავსებას გის პროგრამულ პროდუქტებსა და ტექნიკურ შესაძლებლობებთან.

საუკუნეების განმავლობაში ხელით შედგენილი რუკები იმდენად ოსტატურად გადმოსცემდნენ ინფორმაციას, რომ ზოგიერთი რუკა ხელოვნების ნიმუშადაც კი ითვლება. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განვითარების პირველ ეტაპზე სწორედ გამოსახვის შეზღუდული შესაძლებლობების (მაგალითისთვის იხილეთ ნახ.3, გვ. 44) გამო ბევრი კარტოგრაფი უარს ამბობდა როგორც გეოგრაფიულ ინფორმაციული სისტემებზე, ისე ზოგადად ელექტრონულ კარტოგრაფიაზე და მუშაობას ტრადიციული მეთოდებით აგრძელებდა. დღეს ინფორმატიკის არნახულმა პროგრესმა ბევრად გააუმჯობესა გამოსახვის შესაძლებლობანი. მაგრამ რუკათშედგენის პროცესში კვლავ რჩება ზოგიერთი საკითხი, რომელიც ისევ კარტოგრაფის - გის მომხმარებლის კომპეტენციაზეა დამოკიდებული.

ტრადიციული კარტოგრაფიისგან განსხვავებით გის გამოსასვლელი მონაცემები შეიძლება იყოს **მუდმივი** და **დროებითი**. პირველ მათგანს მიეკუთვნება მყარ (ქაღალდი და სხვ.) მასალაზე ნაბეჭდი ორიგინალები ან ელექტრონულ-მაგნიტურ შემნახველ მოწყობილობაზე გადატანილი (ხანგრძლივი შენახვისთვის) ელექტრონული გამოსახულებები. დროებითი - ესაა მონიტორის ან პროექტორის საშუალებით სადემონსტრაციოდ, რედაქტირებისთვის ან სხვა მიზნებით გამოსახული მონაცემები. გამოსასვლელი მონაცემები ასევე იყოფა ადამიანზე ორიენტირებულ და მანქანაზე ორიენტირებულ მონაცემებად. **ადამიანზე ორიენტირებული** გამოსასვლელი მონაცემები, როგორც მისი დასახელებიდანაც ნათლად სჩანს, ადამიანის მიერ მოხმარებისთვისაა განკუთვნილი, ხოლო **მანქანაზე ორიენტირებული მონაცემები** - მონაცემების ციფრული ფორმატით კომპიუტერულ-ტექნიკურის საშუალებებით შენახვისთვის. [13]

კარტოგრაფიული გამოსასვლელი მონაცემები

ტრადიციულ კარტოგრაფიაში რუკის შედგენის პროცესი რთული პროცედურა იყო, რომელშიც ჩართული სპეციალისტების რაოდენობა რუკის სიდიდის, მასშტაბისა და შინაარსის მიხედვით განისაზღვრებოდა. თავად პროცესი ოთხი ძირითადი ეტაპისაგან შედგებოდა:

სარედაქციო -მოსამზადებელი სამუშაოები;

შედგენის ორიგინალის დამზადება;

რუკის მომზადება გამოცემისთვის;

რუკათა გამოცემა.

სარედაქციო-მოსამზადებელი ეტაპის მიზანი რუკის პროგრამის ანუ იმ დოკუმენტის შედგენა იყო, რომელიც რუკის დანიშნულების შესაბამისად განსაზღვრავდა შინაარს, მეთოდურ მითითებებს და

რუკის საავტორო ორიგინალის შექმნის ტექნოლოგიურ გეგმას. **საავტორო ორიგინალით** აღინიშნებოდა ისეთი შინაარსის ხელნაწერი რუკა, როგორიც გამოცემის დროს უნდა ყოფილიყო. საავტორო ორიგინალი, ცხადია გრაფიკული გაფორმების მხრივ ჩამოუვარდებოდა საბოლოო შედეგს, მაგრამ იგი შინაარსობრივად სრულყოფილი პროდუქტი იყო, ანუ გამოცემის პროცესში უცვლელი რჩებოდა. **რუკის რედაქტორი** ან **რედაქტორთა ჯგუფი** საქმეში საავტორო ორიგინალის შედგენისას ერთვებოდა და პროცესს ბოლომდე ხელმძღვანელობდა.

სარედაქციო-მოსამზადებელი ეტაპის წარმატებით დასრულების შემდეგ ხდებოდა რუკის შედგენის ორიგინალის შექმნა. **შედგენის ორიგინალი** მზადდებოდა რუკის გამოსაცემი მასშტაბით, გამოსახავდნენ რუკის შინაარსის ყველა ელემენტს პირობითი ნიშნებით, ობიექტებს აწერდნენ სახელწოდებებს და აფორმებდნენ რუკის გარე ჩარჩოს. პროცესის პარალელურად სპეციალურ ჟურნალში, **ფურმულიარში**, აღნუსხავდნენ მთელ სამუშაოს პროცესს (რა სახის სამუშაო იყო შესრულებული, როგორი კარტოგრაფიული მასალა გამოიყენეს და ა.შ.). მისი საშუალებით განისაზღვრებოდა რუკის შედგენის ხარისხი.

შედგენის ორიგინალი საბოლოო პროდუქტი არ იყო. მისგან არ ხდებოდა რუკის უშუალო გამოცემა (ბეჭდვა). შედგენის ორიგინალისგან მზადდებოდა **რუკის გამოცემის ორიგინალი**, რომელიც იყო შედგენის ორიგინალის ზუსტი ასლი, ოღონდ შესრულებული მაღალი ხარისხით, დამტკიცებული პირობითი ნიშნებით და ვარგისი - პოლიგრაფიული წესით გამოცემისთვის.

ასეთი, რუკის გამოცემის ორიგინალიდან მზადდებოდა უკვე საბეჭდი ფორმები, შემდეგ ხდებოდა ამ ფორმების კორექტურა, საბეჭდ დაზგაზე ბეჭდავდნენ **სასინჯ ეგზემპლარს**, და თუ სასინჯ ეგზემპლარზე არ გამოვლინდებოდა რაიმე ხინჯი - შემ-

დეგ იწყებოდა უკვე რუკის **ტირაჟის ბეჭდვა** ანუ რუკათა გამოცემა. [29] [30]

წარმოდგენილი რუკათაშედგენის და გამოცემის პროცესი გამარტივებულადაა მოტანილი. მასში, რა თქმა უნდა, ტექნიკური ნიუანსები: მაგ. სარედაქციო მოსამზადებელი სამუშაოს დროს გამოყენებული ძირითადი, დამატებითი და დამხმარე მასალების სისტემატიზაცია და ანალიზი არ არის მოცემული, არც რუკათშედგენის ხერხები (რუკის შინაარსის გადაღება უჯრედების, ეპისკოპის, დიასკოპისა და ოპტიკური პანტოგრაფის, ფოტომექანიკური და ელექტრონული ხერხებით) თუ სხვა ტექნიკური დეტალები, რადგან ჩვენი მიზანი ტრადიციული ტექნოლოგიის გაცნობა არ არის. მოცემული მასალა კი, ვფიქრობთ, საკმარისია რუკათშედგენის და გამოცემის ტექნოლოგიის სირთულის დემონსტრაციისთვის. თანამედროვე ელექტრონული კარტოგრაფიის და გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების წყალობით ასეთი ტექნიკური პროცედურები მნიშვნელოვნად გამარტივებულია. ხაზს ვუსვამთ, ტექნოლოგიური პროცედურებია გამარტივებული - გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების მომზადებისას სრულად უნდა იყოს დაცული რუკათშედგენის პრინციპები.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების საშუალებით შესაძლებელია შესაბამის თავში განხილული მრავალი თემატიკის, შინაარსის და მასშტაბის რუკების შედგენა. თუმცა რუკათა შედგენისას, მათი განსხვავების მიუხედავად გამოიყენება ერთიანი ტრადიციული **კარტოგრაფიული მეთოდოლოგია**, რომლის დარღვევაც ხშირად იწვევს თავად რუკის, როგორც ინფორმაციის კომპაქტურად გადმოცემის თუ სხვა ძვირფასი თვისებების დაკარგვას, მისი შემეცნებითი შესაძლებლობების დაკნინებას.

ტრადიციულ კარტოგრაფიაში რუკათა შედგენა მონაცემების მოძიებით იწყება. პროცესი კონცეპტუალურად გის პროექტის

შედგენის ანალოგიურია, ამიტომ ქვემოთ გამოვარჩევთ მხოლოდ ზოგიერთ საკვანძო საკითხს, რომელთა ცოდნაც გის მომხმარებლისთვის იქნება მინიმალური საფუძველი სწორად განახორციელოს გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების ორგანიზაცია.

რუკის შედგენისას პირველ რიგში ქმნიან გეოგრაფიულ საფუძველს, რომელზედაც შემდგომ დააქვთ თემატური ინფორმაცია. გეოგრაფიული საფუძვლის **აუცილებელი ელემენტებია:** საკოორდინატო ბაზა, ჰიდროგრაფია (სანაპირო ზოლის ჩათვლით), გზები, დასახლებული პუნქტები და საზღვრები. ზოგიერთი თემატური რუკის შედგენისას აუცილებელი კომპონენტია ასევე რელიეფი. [66]

შემდეგი ეტაპია ლეგენდის შედგენა. **ლეგენდის შედგენა** გულისხმობს კარტოგრაფირებადი მოვლენის ამა თუ იმ ფორმით კლასიფიკაციას, გრადაციის ნიშნების სახეობის და ზომის, ფერთა გამის, ფონის ფერის, ტექსტური მონაცემების შრიფტის და ზომის განსაზღვრას. გის კომერციული პროგრამული უზრუნველყოფის უმეტესობას გააჩნია ლეგენდის ავტომატური შექმნის ფუნქცია. მომხმარებლის საქმე მხოლოდ გრადაციების ლოგიკური სიდიდეების მითითებაა.

ტრადიციული მეთოდით რუკათშედგენის საკვანძო პროცესი შინაარსის ელემენტების შეთანხმებაა. **შინაარსის ელემენტების შეთანხმება** წარმოადგენს სხვადასხვა გეოგრაფიული კანონზომიერების და ურთიერთკავშირის (ზონალური, ჰიფსომეტრიული, ლანდშაფტური და სხვ.) გათვალისწინების -, აგრეთვე შინაარსის, ელემენტების საზღვრების, ბუნებრივი მიჯნების და სტრუქტურული ხაზების გასწვრივ შეჯერების პროცესს.

შინაარსის ელემენტების შეთანხების პროცესი გეოინფორმატიკაში **თემატური ფენების შეჯერებით** გამოიხატება. გეოგრაფიული

ინფორმაციული სისტემების გამოყენებით ხშირად ხორციელდება შემდეგი სახის შეჯერება - დამთხვევა:

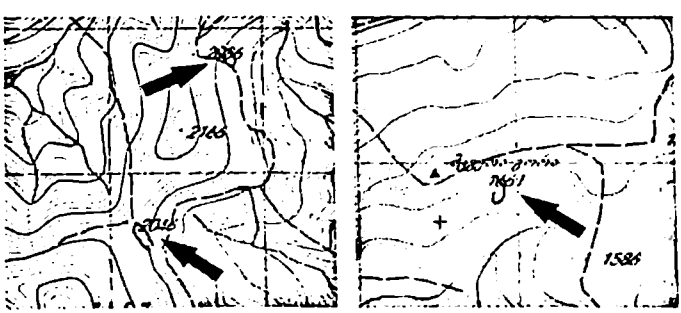
- გეოგრაფიული საფუძვლის ცალკეული ელემენტების შეჯერება;
- თემატური შინაარსის საფუძვლის და ელემენტების შეჯერება;
- ერთი სახის ელემენტების შეჯერება (ერთი თემატური ფენის ფარგლებში);
- თემატური შინაარსის სხვადასხვა ელემენტების შეჯერება (სხვადასხვა ფენებზე);
- სხვადასხვა რუკების შეჯამება რუკათა სერიის ან ატლასების ფარგლებში. [43]

კარტოგრაფიული გამოსახულება - რუკა, მისი შედგენის ხერხის და მეთოდის მიუხედავად, უნდა იყოს **კითხვადი, ანალიზირებადი** და **ინტერპრეტირებადი**. მასზე არ უნდა მოთავსდეს ისეთი ობიექტი, რომელიც უმნიშვნელოა ან ნებისმიერი ფორმით გადაფარავს ან შეამცირებს ძირითადი შინაარსის გამოხატვის ხარისხს.

რუკის დიზაინი შეიძლება უმარტივესიდან ურთულესამდე იცვლებოდეს, მაგრამ ამისდა მიუხედავად სტრუქტურა უნდა ლოგიკურად, ისეთნაირად აიგოს, რომ ზუსტად გადმოსცეს თემის შინაარსი. რუკის შედგენის პირველი ეტაპია რუკის ტიპის, მასზე გამოსასახი ობიექტების და საერთო სახის შერჩევა. შემდეგ განსაზღვრავენ ამა-თუ იმ სიმბოლოთა ნაკრებს (ფერები, ხაზის სისქე და სხვ.), რომელიც გამოყენებული იქნება როგორც გეომეტრიული, ისე რიცხვითი მონაცემების გამოსახვისას. გრაფიკული სიმბოლოების პარამეტრები (ზომა, ორიენტაცია, ფერი და სხვ.) უნდა იყოს **გარჩევადი**, ხოლო ფორმები - **ამოცნობადი**. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საშუალებით განსაკუთრებული ყურადღება

წარწერებს უნდა მიექცეს. გარდა კარტოგრაფიული წესებისა, გის პროგრამული პროდუქტების დიდ ნაწილში ხშირად იჩენს თავს შემდეგი პრობლემა: მონაცემების დროებითი გამოსახვისას (მაგ. მონიტორზე) ყველაფერი კორექტულად ჩანს, მაგრამ შემდეგ, მყარი ორიგინალის შექმნისას ობიექტები - პირობითი ნიშნები და მათი აღმწერი წარწერები ან დაშორებულია, ან ერთმანეთს ფარავს, ან ისე არ არის შეხამებული, როგორც მონიტორზე ჩანდა. (ნახ. 50) ამის მიზეზი ხშირად ტექნიკური საკითხია. ანბანური სიმბოლოების გამოსახვის პრინციპი მონიტორზე და საბეჭდ მოწყობილობაზე (მაგ. პრინტერზე) განსხვავდება. ამიტომ ჩნდება ხშირად ობიექტს და წარწერებს შორის დაშორება, გადაფარვა და სხვ. კომპიუტერის პროგრამული საშუალებებისთვის ფაქტიურად სტანდარტად ქცეული ლათინური (ინგლისური) ანბანის ნაცვლად ეროვნული ანბანური სიმბოლოების გამოყენებისას, ზოგჯერ ნაბეჭდ ორიგინალზე გაურკვეველი სიმბოლოები ისახება. ამიტომ ანბანური სიმბოლოების (შრიფტი) თავსებადობა საყურადღებო თემაა.

ანალოგიური პრობლემები ჩნდება ფერებთან მუშაობისას. მონიტორზე ერთი ფერის გრადაციით მიღებული განსხვავებული ობიექტები ნაბეჭდ ვერსიაში შეიძლება ერთი ფერით იყოს წარმოდ-



ნახ. 50. 1:50 000 ზოგადგეოგრაფიული რუკის ფრაგმენტი, ტიპური შეცდომა - წარწერების გადაფარვა (მასშტაბი დაცული არ არის).

გენილი. მიზეზი - უმეტეს შემთხვევაში საბეჭდი მოწყობილობის არასაკმარისი ტექნიკური შესაძლებლობაა გამოსახოს ფერის მრავალი გრადაცია. გამოსავალი ორივე შემთხვევაში (წარწერების და ფერების ცდომილება) ერთია: რუკის ნაწილს ბეჭდავენ კონკრეტული მოდელის საბეჭდ მოწყობილობაზე და მიღებული შედეგების მიხედვით ახდენენ მთელი გამოსახულების რედაქტირებას.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების ფიგურების ზომები და ხაზების სისქე უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ მოთხოვნებს. ხაზების შემთხვევაში ადამიანის თვალს აქვს უნარი გაარჩიოს 0,02 -0,03 მმ სისქის შავი იზოლირებული ხაზი. თანამედროვე აპარატული შესაძლებლობებით ასეთი მაჩვენებელი რთული მისაღწევია, ხოლო მინიმალური ზღვრული სისქის არჩევამ, შესაძლოა გამოსახულების ხარისხზე იქონიოს გავლენა. ფერადი ხაზის გამოყენებისას რაც უფრო ნათელია ფერი - მით უფრო მეტი უნდა იყოს სისქე. წინააღმდეგ შემთხვევაში გამოსახულება რთულად გასარჩევი იქნება. ობიექტის ზომები უფრო მნიშვნელოვანია ორმაგი ხაზების გამოყენებისას: თეთრ ფონზე გავლებულ ორმაგ ხაზს ადამიანი ერთ მთლიანად აღიქვამს თუ მათ შორის მანძილი 0,18 მმ-ზე ნაკლებია.

ფიგურების მინიმალური ზომა გარჩევადობის მხრივ არ უნდა იყოს 0,3-0,4 მმ ზე ნაკლები. იგივე მინიმალური ზღვარია კონტურებისთვის. ობიექტების გარჩევადობაზე მოქმედებს გეოგრაფიული გარემოცვაც (გამოსასახი ფონი). მაგალითად კუნძულების გამოსახვა შეიძლება პატარა წერტილებით მოხდეს, რადგან ცისფერ ფონზე ისინი მაინც კარგად გარჩევადი იქნება.

რუკის შიგნით განლაგებულ შტრიხოვან აღნიშვნებს რუკის **გრაფიკულ დატვირთვას** უწოდებენ. რაც უფრო სრულია რუკის შინაარსი, მით უფრო მეტია მისი გრაფიკული დატვირთვა. ზედმეტი გრაფიკული დატვირთვის გამო რუკა ცუდად იკითხება, ამიტომ

მეორეხარისხოვანი ელემენტები მინიმალურად უნდა იყოს გამოსახული. [29]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საშუალებით რუკის შედგენისას გასათვალისწინებელია შემდეგი ფაქტორები:

- რუკის დანიშნულება;
- რეალიზმი;
- ხელმისაწვდომი მონაცემები;
- მიზნობრივი აუდიტორია;
- გამოყენების პირობები;
- აპარატულ-ტექნიკური შესაძლებლობების ზღვარი.

რუკის დანიშნულების განსაზღვრის ერთ-ერთი ასპექტია არსებითი ამოცანა, რომელმაც უნდა გადმოსცეს რუკაზე გამოსასახი ინფორმაციის ბუნება. რუკის დანიშნულების კიდევ ერთი ასპექტია - ერგონომიკული ამოცანა, რომელიც განსაზღვრავს არა უფრო „რა“ უნდა იყოს რუკაზე გამოსახული, არა უფრო მეტად „როგორ“.

კარტოგრაფიული დიზაინის მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტორია **რეალიზმი**, რომელიც გულისხმობს განხორციელებული ანალიზის სირთულის მიუხედავად, სწორედ გადმოიცეს თითოეული ტერიტორიის ინდივიდუალური თვისებები.

მესამე ფაქტორი - **ხელმისაწვდომი მონაცემები** (Available Data). გის მონაცემთა ბაზა უამრავ მონაცემს შეიცავს. მათი ყველას პირდაპირ გამოსახვა შეუძლებელი და მიუღებელია. მაგალითად თუ მონაცემთა ბაზაში არის 100-ზე მეტი კატეგორიის მონაცემი, იგივე ფერთა გრადაციით გამოსახვა დაარღვევს რუკათშედგენის ზემოთხსენებულ პრინციპს (რუკაზე ფერი უნდა იყოს იოლად ამოცნობადი). ასეთ შემთხვევაში შესაძლოა საჭირო გახდეს დამატებითი ანალიზის ჩატარება რუკაზე გამოსასახი ობიექტების დაჯგუფება-კლასიფიკაციის მიზნით.

მიზნობრივი აუდიტორია თავისებულ გავლენას ახდენს რუკათშედგენის პროცესზე. მაგ. თუ რუკა არაკვალიფიციური მომხმარებლისთვისაა განკუთვნილი - მაშინ რუკის შედგენა ისე უნდა განხორციელდეს, რომ ასეთმა მომხმარებელმა იოლად და რაც მთავარია სწორად აღიქვას რუკის საშუალებით გადმოცემული ინფორმაცია. თუ რუკის სამიზნე აუდიტორია გამოცდილი მომხმარებელია, მაშინ რეკომენდირებულია მონაცემების ისეთი დოზით განთავსება - რუკის მკითხველმა საჭიროების შემთხვევაში მიიღოს დამატებითი ინფორმაცია.

გამოყენების პირობების ფაქტორი ნიშნავს რუკის ისეთი სახით მომზადებას, რომ იგი მაქსიმალურად მოხერხებული იყოს გამოყენებისთვის. (მაგ. მყარი ვერსიის გამოყენების პირობებია საველე, სამაგიდო და სხვ. ციფრული ვერსიისთვის - რაიმე კონკრეტულ პროგრამულ-აპარატულ სისტემასთან თავსებადობა).

გამოსასვლელი მონაცემების კარტოგრაფიული დიზაინის განსაზღვრის ბოლო ფაქტორია გამოყენებული **აპარატულ-ტექნიკური შესაძლებლობების ზღვარი**. გარდა ზემოთხსენებული შესაძლო ტექნიკური უზუსტობებისა, ტექნიკური შესაძლებლობებისთვის გასათვალისწინებელია მაქსიმალური გარჩევადობა და სხვა. [13]

არაკარტოგრაფიული გამოსასვლელი მონაცემები

რუკის გარდა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემები შეიძლება არაკარტოგრაფიული სახით იყოს წარმოდგენილი. ზოგჯერ საჭიროა, რომ მონაცემების ანალიზის შედეგებს გრაფიკების ან დიაგრამების სახე ჰქონდეს. გრაფიკების ყველა უფრო ფართოდ გავრცელებული ტიპებია:

- სვეტური დიაგრამა;
- სექტორული დიაგრამა;
- გაფანტვის დიაგრამა;
- ჰისტოგრამა;
- სხვ.

სვეტური დიაგრამა გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ობიექტების ატრიბუტული მონაცემების განსხვავების ილუსტრაციისთვის. (მაგ. დროის მიხედვით მიწების გამოყენების ეფექტურობა ქალაქის, გარეუბნის და სოფლის ტერიტორიაზე).

სექტორული დიაგრამა წარმოადგენს სექტორებად დაყოფილ წრეს და გამოიყენება რაიმე პროპორციის ნათელი ილუსტრირებისთვის (მაგ. ქვეყნის ქალაქის, გარეუბნის და სოფლის მოსახლეობის პროცენტული წილი).

გაფანტვის დიაგრამა გამოიყენება იმისთვის, რომ აჩვენონ როგორაა დამოკიდებული ერთი ატრიბუტული მონაცემი მეორეზე (მაგ. მოსავალი სასუქის სახეობაზე.).

ჰისტოგრამები ახასიათებენ ატრიბუტული ინფორმაციის მნიშვნელობების განაწილებას სხვადასხვა დიაპაზონებში. (მაგ. დამწყები და საშუალო სკოლების, კოლეჯების და უმაღლეს სასწავლებლებში მოსწავლეთა პროცენტული რაოდენობა).

ხანდახან მომხმარებელს სჭირდება დაითვალის ისეთი სტატისტიკური შეფასებები, როგორიცაა **საშუალო, მედიანა, დისპერსია, სტანდარტული გადახრა, ატრიბუტის მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობა** და სხვ. ამ ინფორმაციის წარმოდგენა შეიძლება ცხრილების და ანგარიშების სახით. (მაგ. რუკის ლეგენდაში პროცენტული ცხრილის სახით წარმოდგენილი მონაცემები). ისევე როგორც კარტოგრაფიულ მეთოდში, ყველა ასეთი მონაცემი უნდა იყოს იოლად გასაგები, კომპაქტური და მიზნობრივ აუდიტორიაზე მორგებული. [1] [3]

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოსასვლელი მონაცემები
(რეზიუმე)

გის გამოსასვლელი მონაცემები შეიძლება იყოს **მუდმივი** და **დროებითი**. პირველ მათგანს მიეკუთვნება მყარ (ქაღალდი და სხვ.) მასალაზე ნაბეჭდი ორიგინალები ან ელექტრონულ-მაგნიტურ შემნახველ მოწყობილობაზე გადატანილი (ხანგრძლივი შენახვისთვის) ელექტრონული გამოსახულებები. დროებითი გამოსასვლელი მონაცემები ესაა მონიტორის ან პროექტორის საშუალებით სადემონსტრაციოდ, რედაქტირებისთვის ან სხვა მიზნებით გამოსახული მონაცემები. გამოსასვლელი მონაცემები ასევე იყოფა ადამიანზე ორიენტირებულ და მანქანაზე ორიენტირებულ მონაცემებად. **ადამიანზე ორიენტირებული გამოსასვლელი მონაცემები**, ადამიანის მიერ მოხმარებისთვისაა განკუთვნილი, ხოლო **მანქანაზე ორიენტირებული მონაცემები** - მონაცემების ციფრული ფორმატით კომპიუტერულ- ტექნიკის საშუალებებით შენახვისთვის.

რუკის შედგენისას პირველ რიგში ქმნიან გეოგრაფიულ საფუძველს, რომელზედაც შემდგომ დააქვთ თემატური ინფორმაცია. გეოგრაფიული საფუძვლის აუცილებელი ელემენტებია: **საკოორდინატო ბაზა, ჰიდროგრაფია** (სანაპირო ზოლის ჩათვლით), **გზები, დასახლებული პუნქტები** და **საზღვრები**. ზოგიერთი თემატური რუკის შედგენისას აუცილებელი კომპონენტია ასევე რელიეფი.

შემდეგი ეტაპია ლეგენდის შედგენა. **ლეგენდის შედგენა** გულისხმობს კარტოგრაფირებადი მოვლენის ამა თუ იმ ფორმით კლასიფიკაციას, გრადაციის ნიშნების სახეობის და ზომის, ფერთა გამის, ფონის ფერის, ტექსტური მონაცემების შრიფტის და ზომის განსაზღვრას. გის კომერციული პროგრამული უზრუნველყოფის უმეტესობას გააჩნია ლეგენდის ავტომატური შექმნის ფუნქცია.

მომხმარებლის საქმე მხოლოდ გრადაციების ლოგიკური სიდიდეების მითითებაა.

შინაარსის ელემენტების შეთანხმების პროცესი გეოინფორმატიკაში თემატური ფენების შეჯერებით გამოიხატება. გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გამოყენებით ხშირად ხორციელდება შემდეგი სახის შეჯერება - დამთხვევა: გეოგრაფიული საფუძვლის ცალკეული ელემენტების შეჯერება; თემატური შინაარსის საფუძვლის და ელემენტების შეჯერება; ერთი სახის ელემენტების შეჯერება (ერთი თემატური ფენის ფარგლებში); თემატური შინაარსის სხვადასხვა ელემენტების შეჯერება (სხვადასხვა ფენებზე); კარტოგრაფიული გამოსახულება უნდა იყოს **კითხვადი, ანალიზირებადი** და **ინტერპრეტირებადი**. მასზე არ უნდა მოთავსდეს ისეთი ობიექტი, რომელიც უმნიშვნელოა ან ნებისმიერი ფორმით გადაფარავს ან შეამცირებს ძირითადი შინაარსის გამოხატვის ხარისხს.

რუკის დიზაინი შეიძლება უმარტივესიდან ურთულესამდე იცვლებოდეს, მაგრამ ამისდა მიუხედავად სტრუქტურა უნდა ლოგიკურად, ისეთნაირად აიგოს, რომ ზუსტად გადმოსცეს თემის შინაარსი. რუკის შედგენის პირველი ეტაპია რუკის ტიპისა გამოსასახი ობიექტების და საერთო სახის შერჩევა. შემდეგ განსაზღვრავენ ამა-თუ იმ სიმბოლოთა ნაკრებს (ფერები, ხაზის სისქე და სხვ.) რომელიც გამოყენებული იქნება როგორც გეომეტრიული, ისე რიცხვითი მონაცემების გამოსახვისას. გრაფიკული სიმბოლოების პარამეტრები (ზომა, ორიენტაცია, ფერი და სხვ.) უნდა იყოს **გარჩევადი**, ხოლო ფორმები - **ამოცნობადი**. განსაკუთრებული ყურადღება **წარწერებს** უნდა მიექცეს. ხშირად მონაცემების დროებით გამოსახვისას (მაგ. მონიტორზე) ყველაფერი კორექტულად ჩანს, მაგრამ შემდეგ, მყარი ორიგინალის შექმნისას ობიექტები - პირობითი ნიშნები და მათი აღმწერი წარწერები ან დაშორებულია, ან ერთმანეთს ფარავს, ან ისე არ არის შეხამე-

ბული, როგორც მონიტორზე ჩანდა. ანალოგიური პრობლემები ჩნდება ფერებთან მუშაობისას. მონიტორზე ერთი ფერის გრადაციით მიღებული განსხვავებული ობიექტები ნაბეჭდ ვერსიაში შეიძლება ერთი ფერით იყოს წარმოდგენილი. მიზეზი - უმეტეს შემთხვევაში საბეჭდი მოწყობილობის არასაკმარისი ტექნიკური შესაძლებლობაა გამოსახოს ფერის მრავალი გრადაცია. გამოსავალი ორივე შემთხვევაში (წარწერების და ფერების ცდომილება) ერთია: რუკის ნაწილს ბეჭდავენ კონკრეტული მოდელის საბეჭდ მოწყობილობაზე და მიღებული შედეგების მიხედვით ახდენენ მთელი გამოსახულების რედაქტირებას.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების ფიგურების ზომები და ხაზების სისქე უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ მოთხოვნებს. ხაზების შემთხვევაში ადამიანის თვალს აქვს უნარი გაარჩიოს 0,02-0,03 მმ სისქის შავი იზოლირებული ხაზი. თანამედროვე აპარატული შესაძლებლობებით ასეთი მაჩვენებელი რთული მისაღწევია, ხოლო მინიმალური ზღვრული სისქის არჩევამ, შესაძლოა გამოსახულების ხარისხზე იქონიოს გავლენა. ფერადი ხაზის გამოყენებისას რაც უფრო ნათელია ფერი - მით უფრო მეტი უნდა იყოს სისქე, წინააღმდეგ შემთხვევაში გამოსახული ობიექტის რთულად გასარჩევი იქნება. ობიექტის ზომები უფრო მნიშვნელოვანია ორმაგი ხაზების გამოყენებისას: თეთრ ფონზე გავლებულ ორმაგ ხაზს ადამიანი ერთ მთლიანად აღიქვამს თუ მათ შორის მანძილი 0,18 მმ-ზე ნაკლებია.

ფიგურების მინიმალური ზომა გარჩევადობის მხრივ არ უნდა იყოს 0,3-0,4 მმ ზე ნაკლები. იგივე მინიმალური ზღვარია კონტურებისთვის. ობიექტების გარჩევადობაზე მოქმედებს გეოგრაფიული გარემოცვაც (გამოსასახი ფონი). მაგალითად კუნძულების გამოსახვა შეიძლება პატარა წერტილებით მოხდეს, რადგან ცისფერ ფონზე ისინი მაინც კარგად გარჩევადი იქნება.

რუკის შიგნით განლაგებულ შტრიხოვან აღნიშვნებს რუკის **გრაფიკულ დატვირთვას** უწოდებენ. რაც უფრო სრულია რუკის შინაარსი, მით უფრო მეტია მისი გრაფიკული დატვირთვა. ზედმეტი გრაფიკული დატვირთვის გამო რუკა ცუდად იკითხება, ამიტომ მეორეხარისხოვანი ელემენტები მინიმალურად უნდა იყოს გამოსახული.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის საშუალებით რუკის შედგენისას გასათვალისწინებელია შემდეგი ფაქტორები: რუკის **დანიშნულება; რეალიზმი; ხელმისაწვდომი მონაცემები; მიზნობრივი აუდიტორია; გამოყენების პირობები და აპარატულ-ტექნიკური შესაძლებლობების ზღვარი.**

რუკის გარდა გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემები შეიძლება არაკარტოგრაფიული სახით იყოს წარმოდგენილი. ზოგჯერ საჭიროა, რომ მონაცემების ანალიზის შედეგებს გრაფიკების ან დიაგრამების სახე ჰქონდეს. გრაფიკების ყველა უფრო ფართოდ გავრცელებული ტიპებია: **სვეტური დიაგრამა; სექტორული დიაგრამა; გაფანტვის დიაგრამა; ჰისტოგრამა** და სხვ. ისევე როგორც კარტოგრაფიულ მეთოდში, ყველა ასეთი მონაცემი უნდა იყოს იოლად გასაგები, კომპაქტური და მიზნობრივ აუდიტორიაზე მორგებული.

საკონტროლო შეკითხვები XI თავისთვის

- რომელი ტიპის მონაცემებით ხდება ყველაზე ხშირად გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის გამოსასვლელი მონაცემების რეალიზება?
- რამდენად ჩართულია გეოინფორმატიკა რუკების შედგენის და გაფორმების კვლევის სფეროში? რა არის ამის მიზეზი?
- გეოინფორმატიკაში როგორი გამოსასვლელი მონაცემებია მუდმივი და დროებითი?

- რას ნიშნავს ადამიანზე ორიენტირებული და მანქანაზე ორიენტირებული გამოსასვლელი მონაცემები?
- რუკის შედგენისას რა სამუშაო ხორციელდება პირველ რიგში?
- როგორ ხდება ზოგადად გის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ლეგენდების შედგენა?
- რას ნიშნავს შინაარსის ელემენტების შეთანხმება?
- როგორაა შინაარსის ელემენტების შეთანხმება წარმოდგენილი გეოინფორმატიკაში?
- მოკლედ აღწერეთ რუკის დიზაინის საკვანძო პრინციპები.
- აღწერეთ რა პრობლემებია მოსალოდნელი ობიექტებთან, წარწერებთან და ფერებთან მუშაობისას?
- მოკლედ ჩამოაყალიბეთ ობიექტების გარჩევადობის მინიმალური ზომები.
- რას უწოდებენ რუკის გრაფიკულ დატვირთვას?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი რუკის დანიშნულება რუკის შედგენისას?
- რას გულისხმობს რეალიზმი რუკის შედგენისას?
- რას ნიშნავს ხელმისაწვდომი მონაცემები რუკის შედგენის კონტექსტში?
- რატომაა მნიშვნელოვანი მიზნობრივი აუდიტორიის გათვალისწინება?
- რას ნიშნავს რუკის გამოყენების პირობები?
- რას ნიშნავს გამოყენებული აპარატულ-ტექნიკური შესაძლებლობების ზღვარი?
- მოკლედ დაახასიათეთ გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის არაკარტოგრაფიული გამოსასვლელი მონაცემები.

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების განმარტებანი სხვადასხვა ავტორების მიხედვით

აბლერი (R. Abler)

„აპარატულ-პროგრამული კომპლექსი და ადამიანის საქმიანობა გეოგრაფიული (სივრცით შესაბამისი) მონაცემების შენახვის, მანიპულირების და გამოსახვისთვის. [14]

არინოფი (S. Aronoff)

კომპიუტერზე დაფუძნებული პროცედურების ქსელი, რომელიც გამოიყენება გეოგრაფიულად ორიენტირებული მონაცემების შენახვისა და მანიპულაციისთვის. [21]

ბერლიანტი (A. M. Берлянт)

განსაკუთრებული აპარატულ-პროგრამული კომპლექსი, რომელიც უზრუნველყოფს სივრცით-კოორდინირებული მონაცემების შეგროვებას, დამუშავებას გამოსახვას და გავრცელებას. [6]

ბეროუ (P. A. Burrough)

ინსტრუმენტბის მძლავრი ქსელი რეალური სამყაროს სივრცითი მონაცემების შეგროვების, შენახვის, შესწორების, ტრანსფორმაციის და ჩვენებისთვის. [21]

ბერი (J. Berry)

შინაგანად პოზიციონირებული ავტომატიზირებული სივრცითი ინფორმაციული სისტემა, შექმნილი მონაცემების მართვისთვის, მათი კარტოგრაფიული გამოსახვისა და ანალიზისთვის. [14]

კლარკი (K. C. Klarce)

ინფორმაციული სისტემის განსაკუთრებული შემთხვევა, სადაც მონაცემთა ბაზა შედგება სივრცით-განაწილებულ ისეთი მოვლენებზე დაკვირვების, პროცესების ან მოვლენების შედეგე-

ბით, რომლებიც შეიძლება განისზღვროს როგორც წერტილები, ხაზები და კონტურები. [14]

დეგანი (A. Degani)

დინამიურად ორგანიზებული მონაცემების სიმრავლე (მონაცემების დინამიური ბაზა ან მონაცემთა ბანკი) დაკავშირებული მრავალნაირ მოდელებთან, რეალიზებული ეგმ-ზე ამ მონაცემების გამოთვლითი, გრაფიკული და კარტოგრაფიული გარდაქმნების საშუალებით სივრცით ინფორმაციად გადაქცევისთვის, გარკვეული მომხმარებლის სპეციფიკური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებისთვის ზუსტად განსაზღვრული კონცეფციის და ტექნოლოგიის სტრუქტურის ფარგლებში. [14]

დემერსი (M. Demers)

დედამიწის ზედაპირის რაღაც ნაწილთან აშკარად მიბმული სივრცითი ინფორმაციის დამუშავების და მართვის ინსტრუმენტი. [13]

დევინი და ფილდი (H. Devine, R. Field)

მართვის საინფორმაციო სისტემის ფორმა, რომელიც იძლევა რუკის ზოგადი ინფორმაციის ჩვენების საშუალებას. [21]

დუეკერი (Dueker)

საინფორმაციო სისტემების სივრცითი სახე, სადაც მონაცემთა ბაზა შეიცავს სივრცით-კოორდინირებულ ობიექტებზე დაკვირვებას, მოვლენებს, შემთხვევებს, რომლებიც სივრცეში განსაზღვრულია წერტილის, ხაზის ან პოლიგონი სახით. ძებნისა და ანალიზისთვის გეოინფორმაციული სისტემა ახდენს ამ წერტილების, ხაზების და პოლიგონების მონაცემების მანიპულაციას. [21]

კლარკე (K. Klark)

ინფორმაციული სისტემის განსაკუთრებული სახე, სადაც მონაცემთა ბაზა მოიცავს დაკვირვებებს მოვლენებისა და პროცესების

სივრცით განლაგებაზე და რომლებიც შეიძლება განსაზღვრული იყვნენ როგორც წერტილები, ხაზები და კონტურები. [21]

კონენსი (M. Konecny)

სისტემა, შემდგარი ადამიანებისგან, ასევე ტექნიკური და ორგანიზაციული საშუალებებისგან, რომელიც ახორციელებს მონაცემების შეგროვებას, გადაცემას, შეტანას და დამუშავებას ინფორმაციის გამომუშავების მიზნით, სამომავლო გეოგრაფიული გამოკვლევებში მოხერხებულად წარმოების და პრაქტიკული გამოყენებისთვის. [14]

კოშკარიოვი (А. Кошкарев)

აპარატულ-პროგრამული ადამიანურ-მანქანური კომპლექსი, რომელიც უზრუნველყოფს სივრცით-კოორდინირებული მონაცემების შეგროვებას, დამუშავებას, გამოსახვას და გავრცელებას, მონაცემების და ცოდნის ინტეგრაციას ტერიტორიის შესახებ მათი ეფექტურად გამოყენებისთვის ინვენტარიზაციასთან, ანალიზთან, მოდელირებასთან, პროგნოზირებასთან, გარემოს და საზოგადოების ტერიტორიული ორგანიზაციასთან დაკავშირებული სამეცნიერო და გამოყენებითი ამოცანების გადასაჭრელად. [14]

კოვენი (D. J. Cowen)

გადაწყვეტილების მხარდაჭერის სისტემა, რომელიც პრობლემათა გადაჭრისას ახდენს სივრცით-კოორდინირებული მონაცემების ინტეგრაციას. [21]

ლანგფორისი (B. Langeforce)

ისეთი სისტემა, რომლის შემადგენლობაში შედის ტერიტორიის შესახებ ინფორმაციის შეგროვების, გადაცემის, შენახვის, დამუშავების და გაცემის კომპონენტები. [14]

ლილესენდი (T. Lillesand)

„სისტემა, რომელიც მოიცავს მონაცემთა ბაზას, აპარატურას, სპეციალიზირებულ მათემატიკურ უზრუნველყოფას და პროგრამების პაკეტს, განკუთვნილს მონაცემთა ბაზის გაფართოების-

თვის, მონაცემთა მანიპულაციისთვის, მათი რუკების ან ცხრილების სახით ვიზუალიზაციისთვის, და საბოლოო ჯამში, ამა თუ იმ სამეურნეო საქმიანობის ვარიანტში გადაწყვეტილების მიღებისთვის. [14]

მაკდონალდი და კრაინი (C. L. MacDonald, I. K. Crain)

სისტემა, დაპროექტებული გეოგრაფიულად განსაზღვრული მონაცემების შეგროვება, შენახვა, მანიპულირება, ძებნისა და გამოსახვისთვის. [14]

რეიზინგერი და დევისი (T. W. Reisinger, C. J. Davis)

სისტემა, რომელიც ახდენს რუკა-საფუძვლის მიმართ გეოგრაფიულად განსაზღვრული თემატური ფენების სახით შენახული მონაცემების მანიპულირებას და მართვას. [14]

რინდი (D.W. Rhind)

დედამიწის ზედაპირთან დაკავშირებული ინფორმაციის შეგროვების, შემოწმების ინტეგრაციის და ანალიზის კომპიუტერული სისტემა. [13]

სერბენიუკი (С. Н. Сербенюк)

გეოინფორმაციის ავტომატური შეგროვების, სისტემატიზაციის, გადამუშავების და ახალი სახით წარმოდგენის (გაცემის) სამეცნიერო-ტექნიკური კომპლექსი საკვლევი სივრცითი სისტემების შესახებ ცოდნის ზრდის გათვალისწინებით. [14]

სიმონოვი (А. В. Симонов)

აპარატულ-პროგრამული საშუალებების და ალგორითმული პროცედურების სისტემა, შექმნილი გეოგრაფიული კოორდინატული მონაცემების ციფრული მხარდაჭერის, შევსების, მართვის, მანიპულირების, ანალიზის, მათემატიკურ-კარტოგრაფიული მოდელირების და ხატოვნად გამოსახვითვის.“ [14]

ტიკუნოვი (В. С. Тикунов)

ინტერაქტიური სისტემა, რომელსაც შეუძლია მონაცემების შეგროვება, სისტემატიზაცია, შენახვა, დამუშავება, შეფასება,

გამოსახვა და გავრცელების რეალიზაცია და მათ საფუძველზე სივრცე-დროითი მოვლენების შესახებ ახალი ინფორმაციის მიღების საშუალება. [14]

ტროფიმოვი და პანასიუკი (А. М. Трофимов, М. В. Панасюк)

ბუნების და საზოგადოების ტერიტორიული ურთიერთმოქმედების შესახებ ავტომატიზირებული, ეგმ-ს საშუალების რეალიზებული სისტემური ცოდნის საცავი, ასევე პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც ახდენს ძებნის მოდელირებული ფუნქციის, შეტანის და სხვ. მოდელირებას. [14]

ვიტეკი, ოლში და გრეგორი (J. D. Vitek, St. J. Walsh, M. S. Gregory)

ინფორმაციული სისტემა, რომელსაც შეუძლია უზრუნველყოს გეოგრაფიულად განსაზღვრული მონაცემების შეტანა, მანიპულირება და ანალიზი გადაწყვეტილების მიღების პროცესის მხარდაჭერის პროცესში. [14]

ზოგიერთი ელიფსოიდის პარამეტრები

[42]-ის მიხედვით, გვ. 388

რეფერენც-ელიფსოიდის დასახელება და გამოთვლის წელი	ნახევარღერძები		შეკუმშულობა f	ელიფსოიდის გამოყენების გეოგრაფიული არეალი
	დიდი a (მეტრი)	პატარა b (მეტრი)		
კრასოვსკი (1940)	6,378,245	6,3268,63	1:298.3	რუსეთი, ზოგიერთი პოსტსაბ-ჭოუთა - და აღმოსავლეთ ევრო-პის ქვეყანა
ბესელი (1841)	6,377,397.2	6,356,079	1:299.15	ევროპის და აზიის ზოგიერთი ქვეყანა
პეიფორდი (1909)	6,378,388	6,356,912	1:297.0	ევროპა, აზია, სამხრ. ამერიკა, ანტარქტიდა
კლარკი I (1866)	6,378,206	6,356,185	1:299.3	სამხრ. და ცენტრ. ამერიკა
კლარკი II (1880)	6,378,249	6,356,515	1:293.46	აფრიკა, ბარბადოსი, ისრაელი, იორდანია, ირანი, აიმაიკა
ეირი (1880)	6,377,491	6,356,185	1:299.3	დიდი ბრიტანეთი
ეირი II	6,377,340.2	6,356,034	1:299.32	ირლანდია
ევერესტი (1830)	6,377,276.3	6,356,075	1:300.8	ინდოეთი, პაკისტანი, ნეპალი, შრი-ლანკა
ავსტრალიის (1965)	6,378,160	6356,775	1:298.25	ავსტრალია, პაპუა-ახალი გვინეა
საერთაშორისო	6,378,388	6,356,912	1:297	მთელი მსოფლიო
WGS 84	6,378,137	6,356,752	1:298.277	მთელი მსოფლიო
ПЗ 90	6,378,136	6,356,751	1:298.258	რუსეთის ფედერაცია

სხვადასხვა ქვეყნებში გამოყენებული რუკის მასშტაბები

[35]-ის მიხედვით, გვ. 96

ქვეყანა	რუკის მასშტაბი
დიდი ბრიტანეთი	1:10 560 1:63 360 1:126 270 1:253 440 1:633 600
აშშ	1:31 680 1:62 000 1:125 000 1:250 000
საფრანგეთი	1:50 000 1:80 000 1:100 000 1:200 000 1:500 000
გერმანია	1:50 000 1:100 000 1:200 000 1:250 000 1:500 000
იტალია	1:50 000 1:100 000 1:200 000 1:500 000
იაპონია	1:50 000 1:200 000 1:500 000 1:2 000 000

თემატური რუკების კლასიფიკაცია

[9]-ის მიხედვით, გვ. 607-609

ბუნებრივი მოვლენების რუკების ჯგუფი:

- **გეოლოგიური**
  - ტექტონიკური და არატექტონიკური;
  - ლითოლოგიურ-სტრატიფიციური;
  - მეოთხეული ნაფენების;
  - ჰიდროგეოლოგიური;
  - სასარგებლო წიაღისეულის;
  - სეისმური და ვულკანიზმის;
  - გეოლოგიური გარემოს დაცვის;
  - სტრუქტურულ-გეოლოგიური რაიონირების.
- **გეოფიზიკური რუკები:**
  - გრავიტაციური ველის;
  - მაგნიტური ველის;
  - ელექტრული ველის.
- **დედამიწის ზედაპირის და ოკეანის ფსკერის რელიეფის რუკები:**
  - ჰიფსომეტრიული და ბათიომეტრიული;
  - მორფომეტრიული;
  - გეომორფოლოგიური.
- **მეტეოროლოგიური და კლიმატოლოგიური რუკები:**
  - კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების;
  - ტემპერატურული რეჟიმის;
  - ტენიანობის;
  - ბარული რეჟიმის;
  - ქარის რეჟიმის;
  - ატმოსფერული მოვლენების;

- ატმოსფერული პროცესების და ამინდის ელემენტების;
- კლიმატური რაიონირების.

- **ჰიდროლოგიური (ხმელეთის წყლის) რუკები:**
  - ჰიდროგრაფიული;
  - წყლის რეჟიმის;
  - ყინულის რეჟიმის და ჰიდროლოგიური მოვლენების;
  - წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების;
  - წყლების დაბინძურების;
  - ჰიდროლოგიური რაიონირების;
- **ოკეანოლოგიური (ოკეანეების და ზღვების) რუკები:**
  - ჰიდროგრაფიული;
  - წყლის მასების ფიზიკური თვისებების და დინამიკის;
  - ჰიდროქიმიური;
  - ოკეანეების და ზღვების ფლორის და ფაუნის;
  - ოკეანეების დაბინძურების;
  - ოკეანოლოგიური რაიონირების.
- **ნიადაგის რუკები:**
  - ნიადაგის გენეტური ტიპების;
  - ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების;
  - ნიადაგურ-გეოქიმიური;
  - ნიადაგურ-კლიმატური;
  - ნიადაგურ-მელიორაციული;
  - ნიადაგების დაბინძურების;
  - ნიადაგების რაიონირების.
- **გეობოტანიკური რუკები:**
  - თანამედროვე მცენარეული საფარის;
  - აღდგენილი მცენარეული საფარის;
  - ცალკეული სახეობების და მცენარეთა ასოციაციების;
  - ფენოლოგიური;

- ბიოპროდუქტულობის;
- მცენარეული საფარის დარღვევის;
- გეობოტანიკური რაიონირების.

- **ზოოგეოგრაფიული რუკები:**
  - ცხოველთა ცალკეული არეალების;
  - ცხოველთა კომპლექსების;
  - ზოოგეოგრაფიული რაიონირების.
- **სამედიცინო გეოგრაფიული რუკები:**
  - დაავადების არეალების;
  - სამედიცინო გეოგრაფიულ რაიონირების;
  - გამაჯანსაღებელი ტერიტორიების;
- **საერთო ფიზიკურ-გეოგრაფიული რუკები:**
  - ლანდშაფტების;
  - ბუნებრივი გარემოს დაზიანების;
  - საშიში ბუნებრივი მოვლენების;
  - გარემოს დაცვის;
  - ფიზიკურ-გეოგრაფიული რაიონირების.

საზოგადოებრივი მოვლენების ჯგუფი:

- **მოსახლეობის რუკები:**
  - მოსახლეობის განთავსება და განსახლება;
  - ეროვნული შემადგენლობისა და ეთნოგრაფიული;
  - რელიგიური კონფესიები;
  - მოსახლეობის ბუნებრივი მოძრაობა (მატება და კლება);
  - მიგრაცია;
  - სამუშაო რესურსები;
  - სოციალური სტრუქტურები.
- **სამეურნეო რუკები:**
  - სამრეწველო (მთლიანად და დარგობრივად);

- სოფლის მეურნეობის (მემცენარეობის და მესაქონლეობის დარგების მიხედვით);
- აგროსამრეწველო კომპლექსები;
- სატყეო მეურნეობა;
- მეთევზეობის მეურნეობები;
- ენერგეტიკული;
- ტრანსპორტის და კავშირგაბმულობის;
- ვაჭრობის და ფინანსების;
- ეკონომიკურ-გეოგრაფიული დარაიონება.

- **მეცნიერების და კულტურის რუკები:**
  - განათლების;
  - მეცნიერების;
  - კულტურის;
  - ისტორიული ძეგლების.
- **მომსახურების და ჯანდაცვის რუკები:**
  - მოსახლეობის მომსახურების ცალკეული სახეობის და ფორმის;
  - ჯანდაცვის;
  - ფიზიკური კულტურის და სპორტის;
  - დასვენების და ტურიზმის.
- **პოლიტიკური და პოლიტიკურ-ადმინისტრაციული რუკები**:
  - ადმინისტრაციული დაყოფის;
  - პოლიტიკური ორგანიზაციების, პარტიების და მოძრაობების;
  - ელექტორალური.
- **ისტორიული რუკები:**
  - საზოგადოებრივ-პოლიტიკური ფორმაციის;
  - არქეოლოგიური;
  - ისტორიულ-ეკონომიკური;

- ისტორიულ-პოლიტიკური;
- სამხედრო-ისტორიული;
- ისტორიულ-კულტურული.

- სხვა.

ცხრილი. 9

ხშირად გამოყენებული პროექციები

[35]-ს მიხედვით, გვ. 98.

პროექციის დასახელება ქართულად	პროექციის დასახელება ინგლისურად
აზიმუტური	Azimutal projection
კონუსური	Konic(cal) projection
პოლიკონუსური	Polyconic projection
მრავალწახნაგოვანი	Polyhedral projection (polihedrik)
გაუს-კრიუგერის	Gaus-Kruger
ცილინდრული	Cylindrical projection
მერკატორის	Mercator's projection
ნარმოებული	Arbitrary projection
ნორმალური	Normal aspect of a map projection
განივი	Transverse aspect of the map projection
ირიბი	obique aspect of the map projection
ტოლკუთხა	Conformal projection
ტოლდიდი	Equivalente projection
ტოლშორისული	equidistant projection

დისტანციური ზონდირების გამოყენების ზოგიერთი სფერო

[3]-ის მიხედვით, გვ. 21-22

სასოფლო და სატყეო მეურნეობა	მინათსარგებლობა	გეოლოგია	წყლის რესურსები	ოკეანოგრაფია	გარემოს შესწავლა
მცენარეულობის ტიპების განსაზღვრა	კლასიფიკაცია მინათსარგებლობის მიზნით	სამთო ქანის ტიპის განსაზღვა	წყლის რესურსების ზედაპირის კარტოგრაფირება	ცოცხალი ორგანიზმების შესწავლა	საბადოების მონიტორინგი
მოსახლეობის პროგნოზირება და ნათესების მდგომარეობის კონტროლი	კარტოგრაფირება და რუკების განახლება	ძირითადი გეოლოგიური სტრუქტურების კარტოგრაფირება	დატბორვის ადგილების კარტოგრაფირება	წყლის დონების და სიმღვრიეის კვლევა	წყლის დაბინძურების კარტოგრაფირება და მონიტორინგი
ტყეების ინვენტარიზაცია	ნიადაგის ეარეისიანობის შეფასება	გეოლოგიური რუკების განახლება	თოვლის საფარის საზღვრების და სისქის განსაზღვრა	სანაპირო ხაზის ცვლილების კარტოგრაფირება	პაერის დაბინძურების მონიტორინგი
საძოვრების მდგომარეობის მონიტორინგი და მცენარეულობის ბიომასის განსაზღვრა	სასოფლო და საქალაქო ტერიტორიების გამიჯნვა	ფხვიერი ნაღექების საზღვრების განსაზღვრა	გლაციოლოგია	დაბალწყლიანი შელფის რელიეფის კარტოგრაფირება	ბუნებრივი კატასტროფების შედეგების განსაზღვრა
მცენარეული საფარის მდგომარეობის შესწავლა	რეგიონული დაგეგმარება	ეულკანური ინტრუზიის კარტოგრაფირება	წყლის ფერის ცვლილების მიზეზების კვლევა, ნატანი მასების გადატანის და დაღეჭვის შესწავლა	ყინულის მდგომარეობაზე დაკვირვება	გარემოზე ანთროპოგენული ზემოქმედების მონიტორინგი
მცენარეულ საფარზე დატვირთვის განსაზღვა	სატრანსპორტო ქსელების ეფექტურობა	უახლესი ეულკანოგენური დანალექების კარტოგრაფირება	ტბების ინვენტარიზაცია	ტაღლების და ოკეანური ქარიშხლების შესწავლა	
ნიადაგის საფარის მდგომარეობის შეფასება	წყლის ობიექტების საზღვრების კარტოგრაფირება	რელიეფის ფორმების კარტოგრაფირება	სარწყავი ადგილების საზღვრების დადგენა		
ნიადაგის შემადგენლობის განსაზღვრა		რეგიონალური სტრუქტურების გამოვლენა			
ტყის ხანძრების გავრცელების შეფასება		ღინეამენტების გამოვლენა			

ა

აბრევიატურა (abbreviature) - სიტყვების პირობითი შემოკლება. [67]

აბრისი (abris) - ადგილის გეგმა, საველე გადაღების დროს შესრულებული სქემატური, რუკის მსგავსი ნახატი, გაზომილი მანძილების და იმ სხვა მონაცემების მითითებით, რომელიც აუცილებელია ადგილის გეგმის შესადგენად. [36]

აბსოლუტური სიმაღლე (absolute height, altitude) - დედამიწის ზედაპირის ნებისმიერი წერტილის სიმაღლე, რომელიც აითვლება ოკეანეების ან შიდა ზღვების ძირითადი დონებრივი ზედაპირის ფიქსირებული სიმაღლიდან შვეული ხაზის მიმართულებით. რუსეთისთვის ეს არის კრონშდანდტის (სანქტ-პეტერბურგი, ბალტიის ზღვა) სასიმაღლო ლარტყის – ფუტშტოკის ნული. ადრე საქართველოში და ამიერკავკასიაში აბსოლუტურ სიმაღლეებს ითვლიდნენ ფოთის ფუტშტოკის ნულიდან (შავი ზღვა), ხოლო შემდეგ და დღესაც – ბალტიის ზღვის დონიდან. განასხვავებენ გეოდეზიურ სიმაღლეს (მანძილი ელიფსიოდის ზედაპირიდან დედამიწის ფიზიკურ სიმაღლემდე ნორმალის მიმართულებით) ორტომეტრიულ სიმაღლეს (მანძილი გეოდიდან ანუ დონებრივი ზედაპირიდან დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირამდე შვეულის მიმართულებით) და ნორმალურ სიმაღლეს (მანძილი კვაზიგეოიდიდან დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირამდე შვეულის მიმართულებით). სიმაღლე შეიძლება იყოს დადებითი (ათვლის ზედაპირიდან ზევით) და უარყოფითი – (ათვლის ზედაპირიდან) ქვევით. [36]

აბსტრაჰირების კარტოგრაფიული ფორმა (Cartographic form of abstraction) - შემეცნების კარტოგრაფიული მეთოდის ერთ-ერთი ფორმა, რომელიც გულისხმობს რუკაზე მოხაზულობათა ანუ

სივრცითი ფორმების გამარტივებას. ეს გამოწვეულია მასშტაბისა და დანიშნულების შეცვლით (მსხვილი მასშტაბიდან – წვრილზე, სამეცნიერო დანიშნულებიდან – საცნობარო ან სასწავლო დანიშნულებაზე გადასვლა). აბსტრაჰირების კარტოგრაფიული ფორმა ტრადიციული გენერალიზაციის ნაწილია და ვლინდება საზღვრის, სანაპირო ხაზის, მდინარის, გზის, ჰორიზონტალების კლაკნილობის გამარტივება-გასქემატურებაში. [36]

აგეგმვა (survey) - საველე და კამერალურ სამუშაოთა ერთობლიობა. განასხვავებენ დედამიწის ზედაპირის, წიაღის და აეროაგეგმვას. დედამიწის ზედაპირზე შესრულებულ აგეგმვას ტოპოგრაფიულს უწოდებენ. იგი არის ინსტრუმენტული (მენზულური, ტაქეომეტრიული, ფოტოთეოდოლიტური, GPS და ლაზერული), ნახევრად ინსტრუმენტული და თვალზომითი. თუ აგეგმვა სპეციალური სამეცნიერო დარგებისთვის ტარდება, იგი იღებს შესაბამის სახელწოდებას – გეოლოგიური, გეოფიზიკური, საგზაო, სატყეო და სხვ. აგეგმვები. აგეგმვის შედეგად იქმნება ადგილის გეგმა, რომელიც ტოპოგრაფიული ან თემატურია. [36]

აგროკლიმატური რუკა (agroclimatic map) - გამოსახავს კლიმატური რესურსების შეფასებას სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისთვის. რუკაზე მოცემულია კლიმატწარმომქმნელი ფაქტორები (მზის რადიაცია, თერმული რეჟიმი, ნალექები, აორთქლება და სხვ.). სოფლის მეურნეობისთვის არახელსაყრელი მოვლენები (წაყინვები, გვალვა), სავეგეტაციო პერიოდის თერმული პირობები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების სიმწიფის ფაზები, მოსავლის აღების ვადები. [36]

ადგილმდებარეობის განსაზღვრის გლობალური სისტემა (Global Positioning system - GPS) -გლობალური პოზიციონირების სისტემა, რომლითაც ხდება კოსმოსურ სივრცესა და დედამიწაზე (პოლარული ოლქების გარდა) ობიექტის ადგილმდებარეობის

განსაზღვრა (განედი, გრძედი, სიმაღლე ზღვის დონიდან, მოძრაობის მიმართულება და სიჩქარე). დამუშავდა აშშ-ში, როგორც სივრცითი კოორდინატების მაღალი სიზუსტით განსაზღვრის სამხედრო სანავიგაციო სისტემა. (ოფიციალური სახელწოდება NAVSTAR -Navigation Satellite Timing, and Ranging. აშშ-ს თავდაცვის სამინისტროს კუთვნილებაა). იყენებს ორბიტალურ თანამგზავრებს, დედამიწის ზედაპირის სრული დაფარვისთვის გამოყენებულია 24 თანამგზავრი, რომლებიც მოძრაობენ 20180 კმ. სიმაღლეზე, 6 ორბიტალურ სიბრტყეზე. მათ სიგნალებს დედამიწაზე იღებენ სპეციალური მოწყობილობით. გეოგრაფიული კოორდინატების და აბსოლუტური სიმაღლის განსაზღვრისთვის საჭიროა სიგნალების მიღება მინიმუმ ოთხი თანამგზავრიდან. GPS თავიდან გათვალისწინებული იყო სამხედრო მიზნებისთვის. ამჟამად საჰაერო, საზღვაო და სახმელეთო ნავიგაციაში გამოიყენება სამოქალაქო დანიშნულებით, (მაგ. მიწის ნაკვეთების წერტილთა კოორდინატების განსაზღვრა, ელექტრონულ რუკაზე ობიექტის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა და მისი მოძრაობის მონიტორინგი). არსებობს ადგილმდებარეობის განსაზღვრის სხვა გლობალური და რეგიონალური სისტემები. [36]

ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული რუკა (administrative map) - გამოსახულია ქვეყნის შიდა ადმინისტრაციულ-ტერიტორიული ერთეულები. სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვანაირი ერთეულებია, საქართველოს მაგალითზე ადმინისტრაციული დაყოფა შემდეგნაირია: ავტონომიური რესპუბლიკა, მხარე, მუნიციპალიტეტი (რაიონი) ქალაქი - მუნიციპალიტეტის მნიშვნელობით (თვითმმართველი). ეს ტერიტორიული ერთეულები ერთმანეთისგან გამიჯნულია სხვადასხვა კატეგორიის საზღვრებით და შეფერილობით. [36]

აეროგადაღება (aerial survey) - საჰაერო საფრენი აპარატიდან სხვადასხვა გადამღები სისტემებით დედამიწის ზედაპირის

გადაღება ელექტრომაგნიტური სპექტრის სხვადასხვა დიაპაზონში. [36]

აეროკოსმოსური კარტოგრაფირება (remote sensing mapping) - კარტოგრაფიული ნაწარმოებების შექმნა აეროკოსმოსური ზონდირების მასალებით. მოიცავს ტოპოგრაფიული, თემატური და სპეციალური დანიშნულების რუკების, ატლასების, გის-თვის კარტოგრაფიული ფენების, ოპერატიული რუკებისა და ვირტუალური გამოსახულებების შექმნას და განახლებას. [36]

აეროკოსმოსური (დისტანციური) მეთოდები (Methods of remote sensing) - დედამიწის ზედაპირის, ჰიდროსფეროს, ლითოსფეროს, ატმოსფეროს და კოსმოსური სხეულების შესწავლის უკონტაქტო მეთოდები (აეროკოსმოსური ზონდირება). ტერმინი დამკვიდრდა 1957 წელს დედამიწის პირველი ხელოვნური თანამგზავრის გაშვებისა და 1959 წელს მთვარის უკანა მხარის გადაღების შემდეგ. [36]

აეროლოგიური რუკა (aaerologic(al) chart) – გამოსახავს ატმოსფეროს მდგომარეობას დედამიწის ზედაპირიდან გარკვეულ სიმაღლეზე. [36]

აეროფოტოგადაღება (aerophotography, air photography) - აეროგადაღების ერთ-ერთი სახე, დედამიწის ზედაპირის ფოტოგრაფირება თვითმფრინავიდან, შვეულმფრენიდან ან სხვა საფრენი აპარატიდან. გადაღება ხდება ფერად ან შავ-თეთრ ფოტოფირზე. ტოპოგრაფიული და თემატური კარტოგრაფირების მიზნებისთვის. პირველი აეროფოტოგადაღება შედგა 1858 წელს ქ. პარიზის თავზე. ხოლო ტერიტორიის კარტოგრაფირების მიზნით იგი პირველად შესრულდა 1918 წელს. [36]

აეროფოტოსურათი (aerial photo, aerophoto) - საფრენი აპარატებიდან გადაღებული დედამიწის ზედაპირის ორგანზომილებიანი ფოტოგრაფიული გამოსახულება. აეროფოტოსურათებს

იყენებენ ხილული და დაფარული ობიექტების, მოვლენებისა და პროცესების კვლევისთვის, რისთვისაც ხდება მათი დეშიფრირება. აეროფოტოსურათს აქვს მასშტაბი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია გადაღების სიმაღლეზე. არის მსხვილმასშტაბიანი, საშუალომასშტაბიანი და წვრილმასშტაბიანი სურათები. თუ ფოტოგრაფირების ღერძი შვეულის მიმართ ძლიერ არ არის გადახრილი, მიიღება გეგმური აეროფოტოსურათები. თუ ფოტოგრაფირების ღერძის დახრილობა მნიშვნელოვანია - მიიღება პერსპექტიული სურათები. ფოტოფირის მიხედვით არის: შავ-თეთრი, მონოქრომული, ფერადი, სპექრაზონალური, ერთეული და წყვილი (სტერეოსკოპული) სურათები. სტერეოსკოპული აეროფოტოსურათებით რეალობის აღქმა ხდება სამ განზომილებიანი სტერეოხელსაწყოებით ან კომპიუტერის ეკრანზე. აეროფოტოსურათები გამოიყენება მიწის კადასტრში, გეოლოგიურ, გეომორფოლოგიურ და სხვა კვლევებში, რისთვისაც იქნება ფოტოგეგმა, ორთოფოთოგეგმა, ორთოფოტორუკა. [36]

ავტომატიზირებული კარტოგრაფია (automated cartography) - გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების შემადგენელი ნაწილი, მოიცავს კარტოგრაფიული გამოსახულების (რუკის, ატლასის) შედგენის, გამოყენების და განახლების თეორიას, მეთოდოლოგიას და პრაქტიკას. კარტოგრაფიული გამოსახულება იქმნება გრაფიკული, ციფრული და ელექტრონული ფორმით, ავტომატიზირებული კარტოგრაფული სისტემის და აპარატულ-პროგრამული საშუალებების გამოყენებით. [36]

ავტომატიზირებული კარტოგრაფირება (Automated mapping, computer aided mapping) – რუკების შედგენის, გაფორმების, რედაქტირების, გამოცემისა და გამოყენების პროცესი. იგი ხორციელდება აპარატულ-პროგრამული საშუალებების, კომპიუტერული ტექნოლოგიისა და ლოგიკურ-მათემატიკური მოდელირების

გამოყენებით. გამორიცხავს ხელით შრომით პროცესს, ამაღლებს შრომის ნაყოფიერებას და რუკების ხარისხს. [36]

ავტომატიზირებული კარტოგრაფიული სისტემა (automatic(al) mapping system, computer aided mapping system, CAM) - ავტომატური კარტოგრაფიული ხელსაწყოების, კომპიუტერების, პროგრამული უზრუნველყოფისა და ინფორმაციული საშუალებების საწარმოო და სამეცნიერო-კვლევითი კომპლექსი, რომელიც ფუნქციონირებს როგორც რუკების შედგენისა და გამოყენების ერთიანი სისტემა. აქვს ქვესისტემები: მონაცემთა შეყვანის, მონაცემთა ბაზების მართვის, მონაცემთა ციფრული ფოტოგრამმეტრიული დამუშავების, ინფორმაციის მოდელირებისა და გარდაქმნის, ინფორმაციის ვიზუალიზაციის, ავტომატური ფერდაყოფის, რუკების გამოცემის და სხვა. არსებობს სპეციალური ავტომატური კარტოგრაფიული სისტემები, რომლებიც გათვალისწინებულია ერთი ტიპის კარტოგრაფიული ნაწარმოებების შესაქმნელად. [36]

აზიმუტი (azimuth) - კუთხე დამკვირვებლის დგომის წერტილის მერიდიანის სიბრტყესა და დასამზერ საგანზე (დედამიწის ზედაპირზე ან მნათობზე) გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყეს შორის. იზომება ჰორიზონტალური კუთხე მერიდიანის მიმართულებასა და დასამზერი საგნის მიმართულებით. განასხვავებენ ჭეშმარიტ ანუ გეოგრაფიულ, გეოდეზიურ და მაგნიტურ აზიმუტებს. თუ საწყის მიმართულებად მიღებულია ასტრონომიული დაკვირვებებით განსაზღვრული გეოგრაფიული მერიდიანი, მას გეოგრაფიულ აზიმუტს უწოდებენ. თუ საწყის მიმართულებად მიღებულია მაგნიტური მერიდიანი, მას მაგნიტური აზიმუტი ეწოდება. ჭეშმარიტი და მაგნიტური აზიმუტები არ ემთხვევა ერთმანეთს. რადგან ერთმანეთს არ ემთხვევა თავად დედამიწის გეოგრაფიული და მაგნიტური პოლუსები. თუმცა ერთმანეთთან

მიახლოებულად მდებარეობენ. კომპასის გამოყენებით განსაზღვრავენ მაგნიტურ მერიდიანს. გეოგრაფიულ მერიდიანზე გადასასვლელად საჭიროა მაგნიტური მიხრილობის ცოდნა, რომლის კუთხე მითითებულია ტოპოგრაფიულ რუკაზე. დედამიწის ზედაპირზე მდებარე საგნის გეოგრაფიული აზიმუტი აითვლება მერიდიანის ჩრდილოეთი მიმართულებიდან აღმოსავლეთით 0°-დან 360°-მდე. აზიმუტი გამოისახება გრადუსული სიდიდით. აზიმუტის ცნება გამოიყენება ტოპოგრაფიაში, კარტოგრაფიაში, ასტრონომიაში, ავიაციაში და სხვ. [36]

აკვატორია (Water surface) - ბუნებრივი ან ხელოვნური წყალსატევის წყლის ზედაპირის ნაწილი გარკვეულ საზღვრებში. [36]

ანალიზური კარტოგრაფირება (analytical mapping) - თემატური კარტოგრაფირების ფორმა, მარტივი შინაარსის რუკების შექმნა საკვლევი ობიექტის ცალკეული მხარეების შესწავლის მიზნით. მაგ. თუ საკვლევი ობიექტია ჰავა, მისი ცალკეული ელემენტები – მზის რადიაცია, ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები, ქარის სიჩქარე და მიმართულება – აისახება ანალიზურ რუკებში, რომელთა შედგენა და გაფორმება ხდება მარტივი მეთოდიკით. ანალიზური კარტოგრაფირება სინთეზური კარტოგრაფირების განხორციელების პირობაა. [36]

ანიმაცია (animatic) - ეკრანზე გეოგამოსახულების ანუ კადრების დინამიკური თანამიმდევრობა, რომელიც დემონსტრირების დროს მოძრაობის ეფექტს ქმნის, განასხვავებენ ბრტყელ და მოცულობით (სტერეოსკოპულ) ანიმაციას. [36]

ანოტაცია (annotation) - ტექსტური, ციფრული, სიმბოლური, გრაფიკული და სხვ. ელემენტების ერთობლიობა, რომელიც მოთავსებულია კარტოგრაფიული გამოსახულების შიგნით ან გარეთ, ანუ გის-ში რუკის ან სხვა გრაფიკული გამოსახულების დამატებითი ან დამხმარე ინფორმაცია.

აპარატულ-პროგრამული უზრუნველყოფა (software/hardware) - ინფორმაციის დამუშავების სისტემისთვის განკუთვნილი აპარატული და პროგრამული უზრუნველყოფის ერთობლიობა. [82]

აპროქსიმაცია (approximation) - მეცნიერული მეთოდი, რომელიც გამოიყენება ობიექტების უფრო მარტივი, კვლევისთვის მოსახერხებელი ობიექტებით ჩანაცვლებისთვის. გეოგრაფიასა და კარტოგრაფიაში აპროქსიმაცია არის რთული დამოკიდებულებების გამარტივების საშუალება. იგი კვლევის კარტოგრაფიული მეთოდის შემადგენელ ნაწილად გვევლინება ისეთი გამოსახულების შექმნით, რომელზეც მოვლენები ერთმანეთთან ფუქციურ და/ან სტატისტიკურ დამოკიდებულებაში იმყოფებიან და გამოდგებიან მათემატიკური ანალიზისთვის. (მაგ. სამგანზომილებიანი გამოსახულების აპროქსიმაცია რელიეფის ციფრული მოდელის დამუშავებისას). [36]

არისტოტელე (Aristoteles) ძვ. წ. აღ. 384-322 წ.წ. - ძველი ბერძენი ფილოსოფოსი და მეცნიერი, პლატონის მოწაფე. შრომები ეხება: მეტაფიზიკას, ლოგიკას, ფიზიკას, ბიოლოგიას, ეთიკას და სხვ. [48]

არქიმედე (Archimedes) ძვ. წ. აღ. ≈287-212 წ.წ. - ძველი ბერძენი მეცნიერი, მათემატიკოსი და მექანიკოსი. მისი შრომები ეხება: ასტრონომიას, მექანიკას და მათემატიკას, შექმნა საკუთარი სითხეებისა და აირების სტატისტიკის კანონი, რომელიც „არქიმედეს კანონის“ სახელით არის ცნობილი. მოღვაწეობის პირველ ეტაპზე შექმნილი შრომების ნაწილს (მაგ. გლობუსის და მზის დიამეტრის გამზომი ხელსაწყოს შესახებ) ჩვენამდე არ მოუღწევია და ზოგადი ინფორმაცია მეგობარ მეცნიერებთან: ერატოსთენესა და კონონთან მიმოწერიდან გახდა ცნობილი. [48]

ატმოსფერული ნალექების რუკა (atmospheric precipitation map, rainfall map) - გამოსახავს დედამიწაზე მოსული ნალექების

სივრცით განაწილებას (წვიმა, თოვლი, სეტყვა და სხვ.) დროის გარკვეულ მომენტში ან მონაკვეთში (დღე-ღამეში, თვეში, წელიწადში) გრაფიკული გამოსახვის საშუალება-იზოჰიეტა. [36]

ატრიბუტი (attribute) - სივრცითი ობიექტის დამახასიათებელები თვისება, ხარისხობრივი ან რაოდენობრივი ნიშანი, რომელიც არ არის დაკავშირებული ობიექტის ადგილმდებარეობასთან და ასოცირებულია უნიკალური ნომრით (იდენტიფიკატორით). ატრიბუტების სიმრავლე აყალიბებს ატრიბუტულ მონაცემებს. [82]

აქსიომა (Axiom) - ამა თუ იმ მეცნიერებაში ამოსავლად მიღებული დებულება, რომელიც არ არის დამტკიცებული და რომლიდანაც დედუქციული მეთოდით გამომდინარებს სხვა დებულება. [67]

აღმოსავლეთი (east) - აღმოსავლეთის წერტილი, ჰორიზონტის ოთხი მთავარი წერტილიდან ერთ-ერთი. მდებარეობს დამკვირვებლიდან მარჯვნივ, თუ იგი პირისსახით ჩრდილოეთს უყურებს. ბუნიობის დღეებში მზე ამ წერტილის მახლობლად ამოდის. [36]

ბ.

ბადე (რუკის) (grid, map grid) - ხაზების სისტემა რუკაზე ობიექტის გეოგრაფიული კოორდინატების განსაზღვრისთვის. კოორდინატების დახმარებით ხდება რუკაზე ობიექტების დატანა, მოძებნა, ორიენტირება. კარტოგრაფიასა და გეოინფორმატიკაში იყენებენ სხვადასხვა (გეოგრაფიულ, კარტოგრაფიულ, მართკუთხა, კოლომეტრულ, ინდექსთა) ბადეს. [36]

ბიოგეოგრაფიული რუკა (biogeographical map) - ბიოსფეროს რუკების საერთო დასახელება. აერთიანებს ბოტანიკურ და ზოოგეოგრაფიულ რუკებს. გამოსახავს დედამიწაზე მცენარეთა და ცხოველთა გავრცელებას, მათ რესურსებს, მდგომარეობას გარემოსთან კავშირში. [36]

ბიტი (bit) - კომპიუტერულ ტექნიკაში ინფორმაციის ყველაზე მცირე განზომილება, ორობითი სიმბოლო, რომელსაც აქვს მხოლოდ ორი შესაძლო მნიშვნელობა: 0 და1. [21]

ბაიტი (Byte) - ინფორმაციის რაოდენობის და მეხსიერების გაზომვის ერთეული. 1 კილობაიტი უდრის 1024 ბაიტს, 1 მეგაბაიტი უდრის 1024 კილობაიტს, 1 გიგაბაიტი უდრის 1024 მეგაბაიტს, 1 ტერაბაიტი უდრის 1024 გიგაბაიტს, 1 პეტაბაიტი უდრის 1024 ტერაბაიტს. [21]

ბრტყელი გამოსახულება (flat mapping) - ორგანზომილებიანი (განედი φ და გრძედი λ) კარტოგრაფიული გამოსახულება (რუკა, გეგმა, აერო- და კოსმოსური სურათი, ფოტორუკა) რომლის ყველა ელემენტი ერთ სიბრტყეზეა. [36]

ბუნებრივი ზონების რუკა (geographic zone map) - გამოსახავს განედური გეოგრაფიული ზონებისა და ქვეზონების გავრცელებას, მათ კანონზომიერ ცვლას ეკვატორიდან ჩრდილოეთით და სამხრეთით, პოლუსებისკენ. მთიან მხარეებში ზონის ანალოგი არის სიმაღლითი სარტყელი. [36]

ბუნებრივი რესურსების რუკა (map of natural resources) - გამოხატავს ბუნებრივი გარემოს იმ პირობებსა და კომპონენტებს, რომლებიც გამოიყენება საზოგადოების მატერიალური და სულიერი მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. ბუნებრივი რესურსებია: მინერალური, ენერგეტიკული, კლიმატური, წყლის, მიწის, მცენარეული, ცხოველური, რეკრეაციული და სხვა. [36]

ბუფერი (buffer) - სპეციფიკური არე, პოლიგონი გეოგრაფიული ობიექტის გარშემო გარკვეულ მანძილზე, რომელიც გამოყოფილია შემდგომი ანალიზისთვის. [21]

გ

განედი (latitude) - კოორდინატი, რომელიც განსაზღვრავს დედამიწაზე წერტილის მდებარეობას სამხრეთ-ჩრდილოეთის

მიმართულებით. განასხვავებენ: ასტრონომიულ, გეოდეზიურ და გეოცენტრულ განედებს. ასტრონომიული განედი (φ) განისაზღვრება კუთხით, რომელსაც წერტილიდან დაშვებული მართობი ქმნის ეკვატორის სიბრტყესთან. აითვლება 0°-დან 90°-მდე ეკვატორიდან პოლუსების მიმართულებით. აუცილებელია მინიშნება: ჩრდილოეთის განედი (ან +), სამხრეთის განედი (ან -). გლობუსზე და რუკაზე განედი აითვლება პარალელების გამოყენებით, [36]

განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა (cartographic form of generalization) - შემეცნების კარტოგრაფიული მეთოდის ერთ-ერთი ფორმა, რომელიც გულისხმობს კარტოგრაფიული გამოსახულების შინაარსის გამარტივებას დანიშნულების შეცვლის გამო (მსხვილი მასშტაბიდან - წვრილზე, სამეცნიერო დანიშნულებიდან საცნობარო ან სასწავლო დანიშნულებაზე გადასვლა). განზოგადების კარტოგრაფიული ფორმა ტრადიციული გენერალიზაციის შემადგენელი ნაწილია. იგი აზრისეული, ლოგიკური ფორმით მიმდინარეობს და კარტოგრაფიულ ფორმას იღებს, როდესაც მისი შედეგი რუკაზე უნდა აისახოს. მაგ. ერთი და იგივე შინაარსის მცირე, ახლომდებარე კონტურების გაერთიანება, იზოხაზებს შორის ინტერვალის გაზრდა, წერტილის წონის გადიდება. აბსტრაჰირების მსგავსაც, რუკის ენის საშუალებით ხორციელდება და აისახება როგორც რუკაზე, ისე ლეგენდაში. [36]

გარჩევადობა (resolution) - გამოსახულების შემადგენელი პიქსელების განთავსების სიმჭიდროვე, ანუ გარკვეულ მონაკვეთზე პიქსელების რაოდენობა. ყველაზე ხშირად გარჩევადობა იზომება 1 დუიმზე წერტილების რაოდენობით – DPI (Dots Per Inch).

გაუს-კრიუგერის საკოორდინატო სისტემა (Gauss-kruger coordinate system) - ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატების სისტემა, რომელშიც წერტილის მდებარეობა განისაზღვრება არა კუთხოვანი ზომებით (φ, λ), არამედ მეტრებით. ემყარება კ. გაუსის

ტოლკუთხა განივცილინდრულ პროექციას. დედამიწის ელიფსოიდი სიბრტყეზე გამოისახება ზონებით, რომელთა კიდურა მერიდიანებს შორის გრძედთა სხვაობა 6° - ია. ზონები დანომრილია საწყისი მერიდიანიდან აღმოსავლეთით. X (აბსცისა) ღერძი არის ზონის შუა ანუ ღერძული მერიდიანი, ხოლო Y (ორდინატა) ღერძი ეკვატორის გამოსახულებაა. კოორდინატების საწყისი ეკვატორისა და პირველი 6°-იანი ზონის ღერძულის მერიდიანის გადაკვეთაზეა. მისი X=0, Y=500 კმ. ზონის ნომერი იწერება წინ. თითოეულ ზონაში აბსცისები ეკვატორიდან ჩრდილოეთით დადებითია, სამხრეთით – უარყოფითი. ორდინატები ღერძმერიდიანიდან აღმოსავლეთით დადებითია, დასავლეთით უარყოფითი. ცალკეულ ზონებში Y-ის ორნიშნოვნება ზოგჯერ შეცდომებს იწვევს. ორდინატები ყოველ ზონაში დადებითი რომ იყოს, ღერძული მერიდიანისა და ეკვატორის გადაკვეტის წერტილს პირობით ანიჭებენ Y=500. [36]

გაუსის ტოლკუთხა განივცილინდრული პროექცია (Gauss conformal transverse cylindrical projecion) - დაამუშავა 1820-1830 წლებში გერმანელმა მათემატიკოსმა კ. გაუსმა. 1912-1919 წლებში გერმანელმა მათემატიკოსმა ი. კრიუგერმა შექმნა პროექციის უფრო მოხერხებული ვარიანტი, რის შემდეგ პროექციას ეწოდება გაუს-კრიუგერის. მიღებულია ტოპოგრაფიული რუკების მათემატიკურ საფუძვლად. მასში დედამიწის სფერული ზედაპირი გეგმილდება ცილინდრის ზედაპირზე ისე, რომ მისი რომელიმე მერიდიანი ეხება ცილინდრის შიგა ზედაპირს, სფეროს (სფეროიდის) ზედაპირი მერიდიანებით დაყოფილია 60 ექვს გრადუსიან ზონად. თითოეულ ზონას აქვს თავისი ღერძ-მერიდიანი, რომლითაც ეხება ცილინდრის შიგა ზედაპირს. პირველი ზონის დასავლეთი მერიდიანი გრინვინჩის მერიდინია, საიდანაც ხდება ზონების ათვლა დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. გაუსის პროექციის განსაკუთრებული თვისება ისაა, რომ თუ ცილინდრის ზედაპირზე

ზონის დაგეგმილების შემდეგ ცილინდრს გავშლით სიბრტყეზე, ღერძმერიდიანი და ეკვატორი ურთიერთპერპენდიკულარული სწორი ხაზებით გამოისახება. თითოეულ ზონაში მიიღება მართკუთხა კოორდინატული ბადე. [36]

გეგმა (plan, draft) – დედამიწის ზედაპირის ან სხვა ციური სხეულის მსხვილმასშტაბიანი (1:500-1:2000) პირობითი ნიშნებით შესრულებული გამოსახულება, რომელზეც ზედაპირის სიმრუდე მხედველობაში არ მიიღება (ამიტომ მასშტაბი გეგმის ყველა წერტილში მუდმივია). შინაარსით და დანიშნულებით განასხვავებენ ტოპოგრაფიულ, საზღვაო, ქალაქის, საკადასტრო და სხვ. გეგმებს. [36]

გეოგამოსახულება (geoimage, georepresentation) - დედამიწის ობიექტების, მოვლენების და პროცესების სივრცე-დროითი, მასშტაბური, განერალიზირებული, გრაფიკულ-ხატებრივი მოდელი. არსებობს: ორგანზომილებიანი (2D, 2 demensional) ანუ ბრტყელი გეოგამოსახულება, სამგანზომილებიანი (3D, 3 demensional) ანუ მოცულობითი გეოგამოსახულება, ოთხგანზომილებიანი ანუ დინამიკური გეოგამოსახულება. [36]

გეოგრაფია (geography) - მეცნიერება (მეცნიერებათა სისტემა), რომელიც შეისწავლის დედამიწის გეოგრაფიულ გარსს, გამოავლენს მის სივრცე-დროით კანონზომიერებებს. გეოგრაფიული მეცნიერების კვლევის ობიექტებია: ლითოსფერო, ატმოსფერო, ჰიდროსფერო, პედოსფერო, ბიოსფერო და ნოოსფერო. [36]

გეოგრაფიული მონაცემები (geographical data) - ციფრული მონაცემები სივრცითი ობიექტების შესახებ, რომლებიც მოიცავს ცნობებს მათი ადგილმდებარეობის და სხვა თვისებების შესახებ, სივრცით და არასივრცით ატრიბუტებს.

გეოგრაფიული პოლუსები (geographical pole) - წერტილები, სადაც დედამიწის წარმოსახვითი ბრუნვის ღერძი კვეთს დედამიწის ზედაპირს. გეოგრაფიულ პოლუსებში თავს იყრის დედამიწის

ყველა მერიდიანი. ამიტომ მათ არა აქვთ გრძედი. ჩრდილოეთი პოლუსის განედია +90°, სამხრეთ პოლუსის კი -90°. გეოგრაფიულ პოლუსებზე არ არის ჰორიზონტის მხარეები, არ არის დღისა და ღამის მონაცვლეობა, რადგან პოლუსები არ მონაწილეობენ დედამიწის დღეღამურ ბრუნვაში. ჩრდილოეთი გეოგრაფიული პოლუსი მდებარეობს ჩრდ. ყინულოვან ოკეანეში. სამხრეთი – ანტარქტიდაზე. გეოგრაფიული პოლუსების მახლობლად მდებარეობენ მაგნიტური პოლუსები. [36]

გეოდეზია (geodesy) - მეცნიერების, ტექნიკის და წარმოების დარგი, რომელიც შეისწავლის დედამიწის ფორმას, ზომებს, მათ ცვალებადობას დროის მიხედვით, გრავიტაციულ ველს, ამუშავებს გაზომვებისა და გამოთვლების მეთოდებს, საშუალებებს. შედგება შემდეგი დისციპლინებისაგან: უმაღლესი გეოდეზია (თეორიული გეოდეზია, სფერული გეოდეზია, ძირითადი გეოდეზიული სამუშაოები). კოსმოსური ანუ თანამგზავრული გეოდეზია, ტოპოგრაფია, საზღვაო გეოდეზია, გამოყენებითი ანუ საინჟინრო გეოდეზია, სამარკშეიდერო საქმე. გეოდეზიასთან მჭირდრო კავშირშია: ასტრონომია, გრავიმეტრია, კარტოგრაფია, გის, ფოტოგრამმეტრია, დისტანციური ზონდირება, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები, მათემატიკა, ფიზიკა და სხვ. [36]

გეოდეზიური საფუძველი (geodetic control) - გეოდეზიული მონაცემების ერთობლიობა, რომელიც აუცილებელია რუკის შესადგენად (ელიფსოიდი, გეოდეზიური ქსელი, განედი, გრძედი და სიმაღლე ზღვის დონიდან, აბსოლუტური სიმაღლე). [36]

გეოდეზიური ქსელი (control net, geodetic net) - დედამიწის ზედაპირზე შექმნილი იმ პუნქტების ქსელი, რომელთა მდებარეობა განსაზღვრულია საკოორდინატო სისტემით. არსებობს: ნიველირებით შექმნილი ქსელი, სადაც ყოველ სანიველირო პუნქტზე – რეპერზე – განსაზღვრულია სიმაღლე ზღვის დონიდან, ტრიანგულაციით

შექმნილი გეგმური ანუ საყრდენი გეოდეზიური ქსელი, სადაც გეგმური ქსელის ყოველ პუნქტზე განსაზღვრულია გეოდეზიური განედი, გრძედი და ბრტყელი მართკუთხა კოორდინატები. სივრცითი გეოდეზიური ქსელი, რომელიც იქმნება კოსმოსური გეოდეზიის მეთოდებით. ყოველ პუნქტზე მითითებულია სამი კოორდინატი, რომლებიც განსაზღვრავენ პუნქტის მდებარეობას დედამიწაზე. გეოდეზიურ ქსელს განასხვავებენ დანიშნულების, ტერიტორიის მომცველობის, სიზუსტის, სიხშირის მიხედვით. არის მსოფლიოს, კონტინენტების, სახელწიფო და ლოკალური ქსელები. გეოდეზიური ქსელი, რომლის პუნქტებზე განსაზღვრულია ასტრონომიული კოორდინატები და აზიმუტები, იწოდება ასტრონომიულ-გეოდეზიურ ქსელად. ტოპოგრაფიული აგეგმვისთვის იქმნება სპეციალური გეოდეზიური ქსელი. [36]

გეოდეზიური ხელსაწყოები (geodetic instruments) - გეოდეზიაში გამოყენებულია შემდეგი ხელსაწყოები: თეოდოლიტი – ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეების გასაზომად, მანძილმზომი – მანძილების გასაზომად, ნიველირი – მზერის ჰორიზონტალური სხივის აღმატების განსაზღვრისთვის, ტაქეომეტრი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური კუთხეები და მანძილების გასაზომად. თანამედროვე გეოდეზიური ხელსაწყოები ავტომატიზირებულია (აქვთ გამოთვლითი მოწყობილობა და მონაცემთა ჩამწერი). [36]

გეოიკონიკა (geoiconics) - ახალი მეცნიერული დისციპლინა გეოგამოსახულების შესახებ. შეიქმნა რუსეთში, ა. ბერლიანტის მიერ. ამუშავებს გეოგამოსახულებების ზოგად თეორიას, ამ გამოსახულებების ანალიზის, გარდაქმნის და სამეცნიერო-პრაქტიკული დანიშნულებით გამოყენების მეთოდებს. იგი არის კარტოგრაფიის, აეროკოსმოსური მეთოდებისა და კომპიუტერული გრაფიკის დამაკავშირებელი დისციპლინა. იყენებს ციფრულ კარტოგრაფირებას

და გეოინფორმაციულ სისტემებს. აგრეთვე კიბერნეტიკას, აღქმის ფსიქოლოგიას, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებების ცოდნას გეოგამოსახულებების შინაარსის გადმოსაცემად. [36]

გეოინფორმაცია (geoinformation) - 1. სივრცით კოორდინირებული მონაცემების ან ცოდნის ერთობლიობა გეოსისტემებისა და მათი ელემენტების შესახებ. განიხილება, როგორც სამეცნიერო-პრაქტიკულ საქმიანობაში გამოყენებული რესურსი.; 2. ადამიანის ან ამომცნობი მოწყობილობის მიერ გეოგამოსახულების აღქმის შედეგი. გეოინფორმაციის კომპიუტერულ ქსელებში მიმოქცევას შეისწავლის გეოტელეკომუნიკაცია. [36]

გეოლოგიური რუკა (geological map) - დედამიწის ქერქის ზედა ნაწილის გეოლოგიური აგებულების კარტოგრაფიული გამოსახულება. ნაჩვენებია ქერქის ამგებელი ქანების გავრცელება, შედგენილობა და ასაკი, მათი ურთიერთდამოკიდებულება და სტრუქტურა. გეოლოგიური რუკა საფუძვლად უდევს სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა ძიებას, საინჟინრო ნაგებობათა პროექტების შედგენას და სხვ. გეოლოგიური რუკა შინაარსისა და დანიშნულების მიხედვით არის: გეოლოგიური, ანთროპოგენული (მეოთხეული) ნალექების, ტექტონიკური, ლითოლოგიური, ფორმაციული, პალეოგეოგრაფიული, სასარგებლო წიაღისეულის, ჰიდროგეოლოგიური და სხვ. [36]

გეომატიკა (geomatics) - 1. კარტოგრაფიის, გეოინფორმატიკის და აეროკოსმოსური ზონდირების ინტეგრაციით შექმნილი სინთეზური მეცნიერული მიმართულება. ინტეგრაციის მეცნიერული საფუძველია კარტოგრაფია, როგორც თეორიული და მეთოდოლოგიურად განვითარებული მეცნიერება. 2. ტერმინი, რომელიც გამოიყენება გეოინფორმაციული კარტოგრაფიის სინონიმად. [36]

გეოსისტემა (geosystem) - გეოგრაფიის და გეოეკოლოგიის ფუნდამენტური კატეგორია, რომელიც აღნიშნავს გეოგრაფიული გარსის ურთიერთდაკავშირებული კომპონენტების ერთობას.

გეოფიზიკური რუკა (geophysical map) - გამოსახავს დედამიწის რომელიმე ფიზიკურ ველს: გრავიტაციულს, მაგნიტურს, ელექტრულს, სითბურს და სხვ. [36]

გის ატლასი (GIS atlas) - ელექტრონული ატლასი, რომელშიც რუკები, სქემები და სხვა გეოგამოსახულებები წარმოდგენილია გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების ფენების სახით. შესაძლებელია რუკების (ფენების) კომბინირება, შედარება, რაოდენობრივი ანალიზი და შეფასება. ხშირად ჩართულია ანიმაციური მოდულები, სამგანზომილებიანი მოდელირება. [36]

გრადაცია (gradation) - საფეხური, თემატური რუკების შესადგენად გამოყენებული რაოდენობრივი მაჩვენებლების დალაგება. გამოიყენება უწყვეტი ან წყვეტილი სკალა. უწყვეტი სკალით გამოისახება ობიექტურ რეალობაში უწყვეტად განვითარებულ მოვლენები – სიღრმეები ან სიმაღლეები მეტრობით, ჰაერის ტემპერატურა, ატმოსფერული ნალექები, ატმოსფერული წნევა. წყვეტილი სკალით – მოსახლეობის სიმჭიდროვე 1 კვ. კმ-ზე, მოსავლიანობა 1 ჰა-ზე და ა.შ. იზოხაზებით რუკების შედგენისას იყენებენ უწყვეტ სკალას, თვისობრივი და რიცხვითი ფონის გამოყენებისას კი – წყვეტილს. რელიეფის გამოსახვა ფერად ჰიფსომეტრიულ რუკებზე ხდება რაოდენობრივი მაჩვენებლების აღმავალი დალაგებით და ფერის თანდათანობით გამუქებით. სიღრმეების გამოსახვისთვის ფერი მუქდება სიღრმეების მატების შესაბამისად. [36]

გრადიენტი (gradient) - სიდიდის ცვლის მიმართულება. იყენებენ ფიზიკაში, მეტეოროლოგიასა და ოკეანოლოგიაში. კარტოგრაფიაში გამოიყენება თემატური რუკების შედგენის დროს რაიმე სიდიდის სივრცეში ცვალებადობის დასახასიათებლად (თერმული, ბარიერული, ბარიერული და სხვ. გრადიენტი). [36]

გრავიმეტრიული რუკა (gravimetrical map) - გეოფიზიკური რუკა, რომელზეც მოცემულია დედამიწის სიმძიმის ძალის ველისა

და მისი ანომალიის დახასიათება, რაც გამოწვეულია გეოლოგიური აგებულებით და დედამიწის ქერქის ამგები ქანების სხვადასხვა სიმკვრივით. [36]

გრაფიკა (graphic) - რუკაზე ობიექტების გამოსახვა წერტილების, ხაზებს, პოლიგონების პირობითი აღნიშვნებით, კარტოგრაფიული სახვითი საშუალებებისა და კარტოგრაფიული მეთოდის ერთობლივი გამოყენების პროცესი. [36]

გრაფოამგები (igive ploteri Plotter) - ავტომატური კოორდინატოგრაფი, მოწყობილობა, რომლითაც მონაცემების გრაფიკული გამოსახულება მიიღება ქაღალდზე, პლასტიკურ მასაზე, ფოტომგრძნობიარე მასალაზე. იყენებენ ხაზვის, გრავირების, ფოტორეგისტრაციის ხერხებს. განასხვავებენ ვექტორულ და რასტრულ გრაფოამგებებს, ვექტორული გრაფოამგები გამოსახულებას ქმნის კალმით ან ფანქრით, რასტრული კი სტრიქონ-სტრიქონ ბეჭდვის ხერხით. გრაფოამგებით შექმნილი გამოსახულების ფორმატი ცვალებადობს A4 ფორმატიდან რამდენიმე ათეულ მეტრამდე. გრაფოამგების ზოგ მოდელს დამატებული აქვს სკანერის ფუნქციაც. [36]

გრძედი (Longitude) - კოორდინატი, რომელიც განსაზღვრავს დედამიწაზე წერტილის მდებარეობას საწყისი მერიდიანიდან დასავლეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით. განასხვავებენ ასტრონომიულ, გეოდეზიურ და გეოცენტრულ გრძედებს. ასტრონომიული გრძედის (λ) განსაზღვრა ხდება ორწახნაგა კუთხით, რომელსაც წერტილის მერიდიანის სიბრტყე ქმნის საწყისი მერიდიანის სიბრტყესთან. აითვლება 0°-დან 360°-მდე დასავლეთიდან აღმოსავლეთით, ან 0°-დან 180°-მდე საწყისი მერიდიანის აღმოსავლეთით და დასავლეთით. ამ შემთხვევაში აუცილებელია მინიშნება აღმოსავლეთის გრძედი (აგ) ან ნიშანი (+), დასავლეთის გრძედი (დგ) ან ნიშანი (-). პრაქტიკულად გრძედი განისაზღვრება მერიდიანებს შორის დროთა

სხვაობით, ამიტომ იგი შეიძლება დროის ერთეულებშიც გამოისახოს. (საათი, წუთი, წამი), 1884 წლის საერთაშორისო შეთანხმებით საწყის მერიდიანად მიჩნეულ იქნა გრინვიჩის მერიდიანი. [36]

დ

დაკაბადონება რუკის (map montage) - რუკის ჩარჩოს შიგნით ძირითადი რუკის, ჩანართი რუკის და ყველა სხვა ინფორმაციის (გრაფიკული, ტექსტური, პირობითი აღნიშვნები, ფოტომასალა) განლაგების წესრიგი ერთიანი კარტოგრაფიული გამოსახულების შექმნის მიზნით. რუკის სახელწოდების, მასშტაბის, რუკის ავტორის, სამეცნიერო რედაქტორის, გამომცემლის და გამოსახულების თარიღის მითითება ხდება როგორც ჩარჩოს შიგნით, ისე მის გარეთ. [36]

დამახინჯების ელიფსი (ellipse of distortion) - კარტოგრაფიული პროექციაში სფეროს ან სფეროიდის ელემენტების დამახინჯების გრაფიკული გამოხატულება ანუ ინდიკტრისა (მაჩვენებელი) XIX საუკუნეში ფრანგმა მეცნიერმა ნ. ტისომ ჩამოაყალიბა დამახინჯების ზოგადი თეორია. კარტოგრაფიული პროექციის თეორიის მიხედვით ელიფსოიდის ზედაპირის უმცირესი წრე სიბრტყეზე ელიფსად გამოისახება და მას დამახინჯების ელიფსი ეწოდება. ამ ელიფსის დიდი (a) და მცირე (b) ღერძები აჩვენებენ რუკის მოცემულ წერტილში უდიდესი და უმცირესი მასშტაბების მამართულებებს, ხოლო შეკუმშულობა მიუთითებს ფორმების დამახინჯებაზე. ელიფსის ფორმა და ზომები კარტოგრაფიული პროექციის დამახინჯების მაჩვენებელია. [36]

დასავლეთი (west) - დასავლეთის წერტილი, ჰორიზონტის ოთხი მთავარი წერტილიდან ერთ-ერთი. მდებარეობს დამკვირვებლიდან მარცხნივ, თუ იგი პირისახით ჩრდილოეთს უყურებს. ბუნიობის დღეებში მზე ამ წერტილის მახლობლად ჩადის. [36]

დედამიწის ღერძი (earth axis) – დედამიწის გეოგრაფიული პოლუსების შემაერთებელი წარმოსახვითი სწორი ხაზი, რომელიც ორბიტის სიბრტყის მიმართ დახრილია 66°33"-ით. ღერძის გარშემო ერთ სრულ შემობრუნებას დედამიწა ანდომებს 23 საათს, 56 წუთს და 4 წამს. ღერძის გარშემო დედამიწის ბრუნვის შედეგია დღისა და ღამის მონაცვლეობა. [36]

დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრი (satellite) - კოსმოსური საფრენი აპარატი, რომელიც გაყვანილია ორბიტაზე სამეცნიერო და პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად. განასხვავებენ: გეოფიზიკურ, გეოდეზიურ, კარტოგრაფიულ, მეტეოროლოგიურ, რესურსულ, სანავიგაციო ხელოვნურ თანამგზავრებს. [36]

დეფინიცია (definition) - მოკლე განმარტება, ცნების ზუსტი განსაზღვრა არსებითი ნიშნების მიხედვით. [67]

დეშიფრირება (interpretation, photo interpretation, decoding) - ტერიტორიის, აკვატორიის და ატმოსფეროს შესწავლის პროცესი აერო, კოსმოსური და წყალქვეშა ფოტოგამოსახულებებით, დეშიფრირების ამოცანაა დისტანციური ზონდირების მონაცემებითა და დეშიფრირების ნიშნებით ობიექტების, მოვლენებისა და პროცესების შესახებ მრავალმხრივი თვისებრივი და რაოდენობრივი ინფორმაციის მიღება, სურათზე გამოსახულ და ბუნებაში არსებულ ობიექტებს შორის დამოკიდებულების განსაზღვრა. არსებობს ვიზუალური, ინსტრუმენტალური და ავტომატიზირებული დეშიფრირება. შინაარსის მიხედვით განასხვავებენ ზოგადგეოგრაფიულ (ტოპოგრაფიულ), თემატურ (გეოლოგიურ, გეობოტანიკურ, ნიადაგების და სხვ.) და სპეციალურ (მელიორაციულ, ტყეთმოწყობითი და სხვ.) დეშიფრირებას. [36]

დიგიტაიზერი (digitaizer) - მოწყობილობა, რომლითაც გეონფორმატიკაში, კომპიუტერულ გრაფიკასა და კარტოგრაფიაში ხდება კარტოგრაფიული და გრაფიკული მასალის დიგიტალიზაცია წერტილების მრავალრიცხოვანი თანამიმდევრობით. წერტილთა

მდებარეობა განსაზღვრულია დეკარტის საკოორდინატო სისტემაში. დიგიტაიზერი შედგება მაგიდისა და ინფორმაციის ამღებისაგან (კურსორი ან კალამი). [36]

დიგიტალიზაცია (digitaizing) - აციფვრა, მონაცემების ციფრულ ფორმატში გადაყვანა X და Y კოორდინატების სახით და მონაცემთა ბაზაში შეყვანა. კარტოგრაფიასა და კომპიუტერულ გრაფიკაში სივრცითი ობიექტების დიგიტალიზაცია არის ორიგინალების ციფრული ფორმით ჩაწერა. დიგიტალიზაცია შესაძლებელია დიგიტაიზერით ან მაუსით შესაბამის პროგრამაში, აგრეთვე - ავტომატურ რეჟიმში. [36]

დინამიკური (ოთხგანზომილებიანი) გეოგამოსახულება (dynamic geoimage) - კინემატოგრაფიული გამოსახულება, სადაც სამ განზომილებას: განედს (φ) გრძედს (λ), სიმაღლეს ზღვის დონიდან (h) ემატება მეოთხე განზომილება – დრო (t) დინამიკური გეოგამოსახულების მაგალითებია: სტერეოფილმები, სტერეომულტიპლიკაციები, დინამიკური ბლოკ-დიაგრამები. [36]

დინამიკური რუკები (dynamic maps) - მოვლენების და პროცესების დროსა და სივრცეში ცვალებადობის ამსახველი რუკები. ტრადიციულ კარტოგრაფიაში წარმოდგენილია ერთი რუკით ან რუკათა სერიით (მაგ. ქალაქის ტერიტორიული საზღვრების შეცვლა საუკუნეებისა და წლების განმავლობაში გამოისახება ერთ კომპლექსურანრამდენიმეანალიზურრუკაზე).დინამიკურრუკებზე მოვლენების და პროცესების დროის მიხედვით ცვალებადობა სხვადასხვა კარტოგრაფიული სახვითი საშუალებით გამოისახება (მოძრაობის ხაზები, თვისებრივი ფონი). გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება დინამიკურ რუკებს ანიმაციური რუკების სახით წარმოადგენს. მოვლენები და პროცესები არის რუკა–კადრები. გამოიყენება ტრადიციული კარტოგრაფიული სახვით საშუალებები, მაგრამ მათგან განსხვავებით ისინი მოძრაობენ,

გადაადგილდებიან სივრცეში რეალურ ან რეალურთან მიახლოებულ დროში. [36]

დირექციული კუთხე (directional angle, position angle) - სფერული ან ბრტყელი კუთხე, რომელიც წარმოიქმნება წრფის ნებისმიერ მიმართულებასა და საწყისად მიჩნეულ მიმართულებას შორის. გეოდეზიაში, დირექციულ კუთხეს უწოდებენ ჰორიზონტალურ კუთხეს, ათვლილს მოცემულ წერტილსა და აბსცისათა ღერძის პარალელურ ჩრდილოეთის მიმართულებას შორის. დირექციული კუთხე იზომება საათის ისრის მოძრაობის მიმართულებით, ჩრდილოეთის მიმართულებიდან 0°-დან 360°-მდე. და გამოიყენება ადგილზე ორიენტაციისთვის. [28] [68]

დისკრეტული (discrete) - წყვეტილი, ნაწილ-ნაწილისაგან შემდგარი. [67]

დისტანციური ზონდირების მონაცემები (Remote sensing data, aerospace data) - აეროკოსმოსური ზონდირების მონაცემები - მონაცემები დედამიწის ზედაპირის, ობიექტების შესახებ რომლებიც განლაგებულნი არიან მასზე ან მის ნიაღში, მიღებული ნებისმიერი არაკონტაქტური ანუ დისტაციური მეთოდებით გადაღების პროცესში. ტრადაციულად დისტანციურ ზონდირებას მიაკუთვნებენ მონაცემებს, რომლებიც მიღებული სახმელეთო, საჰაერო ან კოსმოსური ბაზირების გადამღები აპარატურიდან ელექტრომაგნიტური სპექტრის ერთ ან მრავალ მონაკვეთში. [11]

დროის მასშტაბი (temporal scale) - კარტოგრაფიული გამოსახულების ერთ-ერთი მასშტაბი, რომელიც შეესაბამება დროის კონკრეტულ მომენტს ან მონაკვეთს. დინამიკური გამოსახულებებში (ანიმაცია, კარტოგრაფიული ფილმი, ვიზუალური მოდელი) გამოსახულების დემოსტრირების დრო შეფარდებულია რეალურ დროსთან ანუ გვიჩვენებს დემონსტრირების 1 წამს რეალური დროის რა მონაკვეთი შეესაბამება. მაგალითად დროის მასშტაბი

1: 86 000 ნიშნავს, რომ დემონსტრირების 1 წამი 24 სთ-ს ტოლია (86 000 წმ / 3600 =24). [36]

ე

ეკვატორი (equator) - სიბრტყე, რომელიც გაივლის დედამიწის მასის ცენტრზე მისი ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარულად. [36]

ეპიური (ortographic epure) - კარტოგრაფიული სახვითი საშუალება – მასშტაბური მოძრაობის ხაზი, რომლის მიმართულებაც მოვლენის შინაარსის რეალური გადაადგილების შესაბამისია. ხაზის სისქის ხაზოვანი მასშტაბი ოდენობრიობას და სტრუქტურას გამოსახავს. ეპიურის გამოყენების მაგალითია ემიგრაცია-იმიგრაცია, იმპორტ-ექსპორტი და სხვ. [36]

ერატოსთენე (Eratosthenes) ძვ. წ. აღ. დაახლ. 276-194 წ.წ. - ძველი ბერძენი მეცნიერი, დაინტერესებული იყო ფილოლოგიით, (ეს სიტყვა პირველად მანიხმარა „გრამატიკის" ნაცვლად) მათემატიკით, ასტრონომიით, ქრონოლოგიით, გეოგრაფიით („გეოგრაფია" 3 წიგნად), ფილოსოფიით, მუსიკით. ერატოსთენემ პირველმა გაზომა დედამიწის მერიდიანის სიგრძე. ჩამოაყალიბა მათემატიკური გეოგრაფიის საფუძვლები. მისი შრომების ნაწყვეტებია შემორჩენილი. [69]

ექსპერტული სისტემა (expert system) - ხელოვნური ინტელექტის სისტემა, გამოიყენება კონკრეტული ამოცანების გადასაწყვეტად. კომპიუტერის შესაძლებლობები გაერთიანებულია ექსპერტის ცოდნასა და გამოცდილებასთან. შეიცავს ცოდნის ბაზას, წესების ნაკრებს და მექანიზმს სიტუაციის ამოცნობის, გადაწყვეტილების მიღების და რეკომენდაციების ჩამოსაყალიბებლად. კეთდება, ისე როგორც ამას გააკეთებდა ადამიანი – ექსპერტი დაინტერესებულ პირთან დიალოგის მეშვეობით. ექსპერტული სისტემები გამოიყენება

მეცნიერებისა და ტექნიკის მრავალ დარგში. მათ შორის გეოგრაფიასა და კარტოგრაფიაში. მომხმარებელი ექსპერტულ სისტემას მიმართავს რჩევისთვის, თუ როგორ წარმართოს რაიმე პროცესი. [36]

3

ვებ-საიტი (web site) - საინფორმაციო წყარო ინტერნეტში. გამოიყენება მასალის (მათ შორის გეოგამოსახულებების) ოპერატიული განთავსების მიზნით. ვებ-გვერდების შექმნა არის ინტერნეტის ინფორმაციული რესურსების ზრდის მთავარი წყარო.

ვერიფიკაცია (data verification) - მონაცემთა კვლევის შედეგების ემპირიული შემოწმება, მისი ჭეშმარიტების დადგენა. იგი თეორიული დებულებების, პროგრამებისა და სხვადასხვა პროცედურების დამტკიცების ხერხია, რომელიც უდარდება უკვე აპრობირებულ, ეტალონურ მონაცემებს. არსებობს პირდაპირი და ირიბი ვერიფიკაცია. პირდაპირი ვერიფიკაცია გულისხმობს დაკვირვების ან ექსპერიმენტის შედეგების პირდაპირ შემოწმებას, ხოლო ირიბი - ლოგიკური ურთიერთკავშირის დადგენას. [67]

ვერტიკალი (vertical) - კარტოგრაფიული დიდი წრე დედამიწის ზედაპირზე. რომლის სიბრტყე გაივლის სფეროს ცენტრზე.

ვერტიკალური დანაწევრება (vertical dissection) - გამოსახავს ხმელეთის ზედაპირის მაქსიმალურ და მინიმალურ სიმაღლეებს შორის სხვაობას, ვერტიკალური დანაწევრების მაჩვენებელს. (კოეფიციენტს) განსაზღვრავენ გეომეტრიული ბადის უჯრედების, მდინარეთა აუზების, ლანდშაფტების, არეალების მიხედვით. გამოთვლილი სიდიდეების მიხედვით ადგენენ მორფომეტრიულ რუკებს. [36]

ვერტიკალური მასშტაბი (vertical scal) - ორი ან სამგანზომილებიანი გრაფიკული გამოსახულების (გრაფიკი, პროფილი, რელიეფური რუკა, ბლოკ-დიაგრამა, ვირტუალური მოდელი)

ვერტიკალური მონაკვეთის შეფარდება მის შესაბამის მონაკვეთთან ბუნებაში. [36]

ვექტორი (vector) - 1. სიდიდე, რომელსაც ახასიათებს მიმართულება და რიცხვითი მნიშვნელობა. 2. მოძრაობის ხაზი (ისარი) - კარტოგრაფიული სახვითი საშუალება, რომლითაც გამოსახავენ მოძრაობის თვისებრივ და ოდენობრივ მახასიათებლებს. [36]

ვექტორიზაცია (vectorization, rastert to vector conversation) - რასტრული ფორმატით მოცემული სივრცითი ობიექტების ვექტორული ფორმატით გამოსახვის (კონვერტაციის) ავტომატური ან ნახევრად ავტომატური ხერხი. [36]

ვიზუალიზაცია (visualization, visualisation viewing, display) - საწყისი ციფრული მონაცემების და მათი გარდაქმნის ალგორითმების საფუძველზე გამოსახულების, გეოგამოსახულების, კარტოგრაფიული და სხვა გრაფიკის გენერირება და პროექტირება (ჩვენება) რაიმე მოწყობილობაზე (მაგ. მონიტორზე) [36]

ვირტუალური კარტოგრაფირება (virtual mapping) - 1. ვირტუალური გეოგამოსახულების შექმნის პროცესი. 2. კომპიუტერული ტექნოლოგიების ნაკრები, რომელშიც შედის გის-ის, დისტანციური ზონდირების მონაცემების, ტელეკომუნიკაციური ქსელის, მულტიმედიის საშუალებების გამოყენება ვირტუალური რუკების შედგენისა და ანალიზისათვის. [36]

ვირტუალური რეალობა (virtual reality) - ხელოვნური მრავალგანზომილებიანი სინამდვილე, რეალური ან აზრისეული ობიექტების, მათი კავშირებისა და ურთიერთობების პროგრამულად მართვადი მოდელი. სუბიექტის მიერ ხელოვნური სინამდვილის აღქმის პროცესში შესაძლებელია ინტერაქტიური კავშირი.

ვირტუალური რუკა (virtual reality) - 1. რეალური ან აბსტრაქტული (აზრისეული ობიექტებისა და სიტუაციების რუკა, პროგრამულად მართვადი, მომხმარებელთან ინტერაქტიური ურთიერთობის

შესაძლებლობით. 2. დროებითი ელექტრონული რუკა ეკრანზე. 3. ხილულად დაუკვირვებადი რუკა (ციფრული კარტოგრაფიული მოდელი ან აზრისეული რუკა). [36]

ზ.

ზოგადგეოგრაფიული კარტოგრაფია (general geographic cartography) - გეოგრაფიული კარტოგრაფიის დარგი, რომელიც დედამიწის ზედაპირზე ხილულად დაკვირვებადი ობიექტების განლაგებას ასახავს დროის გარკვეული მომენტისა ან მონაკვეთისთვის. იქმნება სხვადასხვა მასშტაბის ზოგადგეოგრაფიული რუკები, რომლებიც ერთიანი, გლობალური ნომენკლატურით არიან წესრიგში მოყვანილი. [36]

ზოგადგეოგრაფიულ კარტოგრაფირება (general geographical mapping, topographical mepping) - ზოგადგეოგრაფიული რუკებისა და ატლასების შედგენის პროცესების ერთობლიობა. განასხვავებენ: ამ პროცესის შედეგად შექმნილ მსხვილმასშტაბიან (ტოპოგრაფიული) საშუალომასშტაბიან (სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიულს) და წვრილმასშტაბიან (სამიმოხილვო) რუკებს. გამოყენებულია ერთიანი სტანდარტული მითითებები, რაც აადვილებს სხვადასხვა ქვეყნის ზოგადგეოგრაფიული რუკებით სარგებლობას. [36]

ზოგადგეოგრაფიული რუკა (general geographical map) - ობიექტური რეალობის ობიექტების განლაგების გამოსახულება, რომლებსაც ხილულად დაკვირვებადი ფორმა აქვთ (რელიეფის ფორმები, მდინარე, ტბა, ტყე, დასახლებული პუნქტი, გზა და სხვ.). ზოგადგეოგრაფიულია: ტოპოგრაფიული, სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო რუკები. მათ შორის ყველაზე მსხვილმასშტაბიანი და შესაბამიად ყველაზე დეტალურია აეროფოტოგადაღებით შედგენილი ტოპოგრაფიული რუკა. ნაკლებად დეტალურია სამიმოხილვო-ტოპოგრაფიული და სამიმოხილვო რუკები (საშუალო

და წვრილი მასშტაბის გამო). ზოგადგეოგრაფიულ რუკებზე საჭიროების შემთხვევაში გამოსახავენ პოლიტიკურ და ადმინისტრაციულ საზღვრებსაც. [36]

ზოგადგეოგრაფიული საფუძველი (general geographic basis) - გამოიყენება თემატური ან სპეციალური დანიშნულების რუკების შესადგენად. იქმნება მსხვილმასშტაბიანი ზოგადგეოგრაფიული რუკებიდან. ზოგადგეოგრაფიული საფუძვლის სწორედ მომზადება მოითხოვს კარტოგრაფის მაღალ კვალიფიკაციას. რადგან საფუძვლის ელემენტების სწორად შერჩევაზეა დამოკიდებული შესადგენი რუკისა და ატლასის ხარისხი. [36]

თ

თემატური კარტოგრაფია (thematic caartography) - გეოგრაფიული კარტოგრაფიის დარგი, რომელიც მონაცემებს ობიექტური რეალობის საგნებისა და ხილულად დაუკვირვებადი მოვლენების შესახებ მოიპოვებს სპეციალური მეცნიერებებიდან. თემატური კარტოგრაფიის დარგები იქმნება კარტოგრაფიისა და იმ მეცნიერებათა ინტეგრაციით, რომელთა კვლევის საგნის სივრცე-დროითი თავისებურებები კარტოგრაფიასთან კავშირით გამოვლინდება. მაგ. ისტორიული კარტოგრაფია, სამედიცინო კარტოგრაფია, ფიზიკურ-გეოგრაფიული კარტოგრაფია და სხვ. [36]

თემატური კარტოგრაფირება (thematic mapping) - პროცესების, მეთოდებისა და ტექნოლოგიების ერთობლიობა, რომლებიც გამოიყენება თემატური რუკებისა და ატლასების შესადგენად. კარტოგრაფირების ფორმებია: ანალიზური, შეუღლებული, სინთეზური, კომპლექსური, სისტემური, გეოინფორმაციული. მათგან ანალიზური, სინთეზური, კომპლექსური და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების შედეგად იქმნება შესაბამისი რუკები. შეუღლებული და სისტემური კარტოგრაფირების ფორმები აზრისეულად

მონაწილეობენ რუკის შედგენაში. კარტოგრაფირების ფორმებს შორის კავშირი იერარქიულია. განასხვავებენ: ბუნების მოვლენათა, საზოგადოებრივ მოვლენათა, ბუნებისა და საზოგადოებრივ მოვლენათა კარტოგრაფირებას. [36]

თემატური რუკა (thematic map) - ხილვადი და არახილვადი ობიექტების სივრცითი ურთიერთკავშირის გამოსახულება რუკის ენით. შინაარსის დეტალურობას განსაზღვრავს დანიშნულება – სამეცნიერო, საცნობარო, სასწავლო. თემატური რუკებია: გეოლოგიური, კლიმატური, ნიადაგების, ზოოლოგიური, ლანდშაფტების და სხვ. [36]

ი

იდენტიფიკატორი (identifier) - უნიკალური ნომერი, რომელიც ენიჭება სივრცით ობიექტის ავტომატურად ან განისაზღვრება მომხმარებლის მიერ. საშუალებას იძლევა ცალსახად განისაზღვროს ერთი ობიექტისმსგავსი მრავალი ობიექტიდან. [36]

იზობათი (isobath) - ოკეანეების, ზღვების, ტბების, წყალსაცავების, მდინარეების და წყლის სხვა ობიექტების სიღრმეების, მათი ფსკერის გამომსახველი იზოხაზი.

იზობარი (isobar) - ატმოსფერული წნევის იზოხაზი, ერთმანეთთან აკავშირებს ერთნაირ მაჩვენებლებს. [36]

იზოთერმა (isotherm) - ჰაერის, წყლის, ნიადაგის და სხვა ობიექტების ერთნაირი ტემპერატურის დამაკავშირებელი იზოხაზი. [36]

იზოქრონა (isochrone) - 1. მოვლენის ერთდროულად დადგომისა და ხანგრძლივობის გამომსახველი იზოხაზი (მაგ. უყინვო პერიოდის ხანგრძლივობა). 2. რომელიმე ობიექტამდე მისვლისათვის საჭირო დროის მონაკვეთის გამომსახველი იზოხაზი. [36]

იზოხაზი (isoline) - ერთნაირი რიცხვითი მნიშვნელობის შემართებელი ხაზი. [36]

იზოხაზების ხერხი (method of isolines) - უწყვეტი, თანდათანობით ცვალებადი მოვლენის გამოსახვის საშუალება, რომლებიც ქმნის ზედაპირის რელიეფის, ტემპერატურის ან წნევის ველებს და სხვ. ორ მეზობელ იზოხაზს შორის განისაზღვრება კვეთის სიდიდე აბსოლიტური ან შეფარდებითი მაჩვენებლებით. თვალსაჩინოების გაძლიერების მიზნით იზოხაზებს შორის საფეხურები იფერება. [36]

იზოჰიეტა (isohyet) - ნალექების ერთნაირი რაოდენობის (ჯამი, ფენა) შემაერთებელი ხაზი. [36]

იზოჰიფსი (isohypse) - დედამიწის ზედაპირის რელიეფის ერთნაირი სიმაღლეების შემაერთებელი ხაზი. სინონიმია ჰორიზონტალი. [36]

ინდექსი (index, code) - 1. რიცხვითი ან ანბანური მაჩვენებელი, რომელიც რუკაზე ან ლეგენდაში ახლავს რომელიმე აღნიშვნას. სტანდარტული ინდექსები მიკუთვნებული აქვთ გეოლოგიურ რუკებს. ინდექსები გვხდება აგრეთვე გეომორფოლოგიურ, გეობოტანიკურ, ლანდშაფტურ და სხვ. რუკებზე. 2. გეოგრაფიული სახელწოდებების საძიებელში ანბანურ-ციფრული აღნიშვნა ანუ მინიშნება გვერდსა და რუკის უჯრედზე, სადაც ობიექტი მდებარეობს. 3. შეფარდებითი სტატისტიკური მაჩვენებელი, რომელიც რაიმე მოვლენის ინტენსივობას გამოსახავს ერთის მიმართ ნაწილებში ან პროცენტებში. 4. პირობითი ნიშანი, სიტყვა, კოდი, რომელსაც იყენებენ საინფორმაციო-საძიებო სისტემაში იდენტიფიკაციის, მინიშნების ან მოძიების მიზნით. [36]

ინვენტარული რუკა (inventory map) - რუკა, რომელზედაც დეტალურად არის აღნიშნული, ანუ დარეგისტრირებული ყველა ობიექტის ადგილმდებარეობა და მდგომარეობა (მაგ.: სასარგებლო წიაღისეული, სამკურნალო მცენარეები). ინვენტარული რუკა ანალიზური რუკაა. [36]

ინტერნეტ-კარტოგრაფირება (Internet mapping, web-mapping) - რუკების შედგენა და რედაქტირება ინტერნეტის გამოყენებით. ადგილი აქვს 3 პროცედურას: 1: საჭირო ინფორმაციის მოძიება და მიღება. 2. ინტერაქტიური კარტოგრაფირების პროცესი. 3. კარტოგრაფიული ნაწარმოების პრეზენტაცია (გამოიყენება, ანიმაცია და მულტიმედია).

ინტერპოლაცია (Interpolation) - მონაცემებს შორის შუალედური მნიშვნელობების გამოთვლა და გამოხაზვა იზოხაზების მეთოდით. გამოიყენება ტოპოგრაფიულ რუკებზე შუალედური და დამატებითი ჰორიზონტალების გასავლებად, აგრეთვე თემატური რუკების (რელიეფის, კლიმატური, მოსახლეობის სიმჭიდროვის და სხვ.) შედგენის დროს. [36]

ინფორმაცია (information) - 1. სინამდვილის ობიექტების შესახებ არსებული მონაცემების და ცოდნის ერთობლიობა. 2. ობიექტების შესახებ მონაცემების მიღება. 3. მონაცემები, რომელთა გადაცემა არის შესაძლებელი. 4. ადამიანის (სუბიექტის) მიერ მიღებული და აღქმული მონაცემები.

კ

კადასტრი (cadastre) - სისტემატიზირებული გრაფიკული და ტექსტური მონაცემების სისტემა ობიექტზე. მასში მონაცემების შევსება და განახლება ხდება პერიოდულად. განასხვავებენ: მინის, ქალაქის, გეოლოგიურ, მინერალური რესურსების, წყლის, ტყის, მცენარეების, ცხოველთა და სხვა სახის კადასტრს. შეიცავს მონაცემებს ადგილმდებარეობის, გამოყენების, გეოგრაფიული თავისებურებების, კლასიფიკაციის, შესწავლილობის ხარისხის, სამართლებრივი კუთვნილების, ეკოლოგიური მდგომარეობის და სხვ. კადასტრის წარმოება შესაძლებელია მონაცემთა ბაზების და საკადასტრო რუკების შექმნით. [36]

კარტირება (mapping) - დამახინჯებული ტერმინია. სწორია - კარტოგრაფირება. [36]

კარტოგრამა (cartogram, Choropleth map) - სტატისტიკური კარტოგრაფირების ფორმა, რუკა, რომელიც გვიჩვენებს შეფარდებითი მაჩვენებლების საფეხურისებრ განაწილებას სააღრიცხვო-ტერიტორიული ერთეულების მიხედვით. ეს მაჩვენებელი მიიღება საკვლევი მოვლენის რიცხვითი მონაცემების სხვა, მასთან დაკავშირებული მოვლენის რიცხვით მონაცემთან შეფარდებით. კარტოგრამის თავისებურებაა ის, რომ გარკვეული ფართობისთვის გამოთვლილი მაჩვენებლები დისკრეტულია. ისინი ქმნიან საფეხურისებრ ზედაპირებს, რომელთა აღქმას აადვილებს ინტერვალიანი სკალა. ტერიტორიული ერთეულები სკალის შესაბამისად დაფარულია ფერით ან შრაფირებით. ზოგჯერ აგებენ უწყვეტ სკალას. [36]

კარტოდიაგრამა (diagram map, diagrammatic map) - რუკა, რომელიც მოვლენის გავრცელებას ასახავს სხვადასხვა სახის დიაგრამით - სვეტოვანით, წრიულით, კვადრატულით, მეტწილად ადმინისტრაციული ან სხვა ტერიტორიული ერთეულების საზღვრებში. ხშირად იყენებენ სოციალური და ეკონომიკური რუკების შესადგენად. [36]

კარტოგრაფი (cartographer) - სპეციალისტი, პროფესიონალი რუკების შედგენისა და გამოყენების დარგში.

კარტოგრაფი-გეოინფორმატიკოსი (cartographer-specialist in geoinformatics, computer cartographer) - გეოინფორმატიკაში დასპეციალებული კარტოგრაფი, რომელიც გეოგრაფიულ ინფორმაციულ სისტემებს იყენებს კარტოგრაფიაში, გეოგრაფიასა და დედამიწის შემსწავლელ სხვა მეცნიერებებში კარტოგრაფირების მიზნით. [36]

კარტოგრაფირების ერთეული (mapping unit) - 1. ტერიტორიული ერთეული, რომელიც გამოყენებულია სხვადასხვა შინაარსის

რუკების შესადგენად მოვლენის თვისობრივი ან რაოდენობრივი დახასიათების დროს. 2. მონაცემთა ბაზის უმცირესი ობიექტი. [36]

კარტოგრაფიული კართოტეკა (cartographic card index) - 1. ბარათების ერთობლიობა, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას კარტოგრაფიულ ნაწარმოებებზე ან კარტოგრაფიულ ლიტერატურაზე. სისტემაშია მოყვანილი სხვადასხვა ნიშნით (მაგ. ანბანური თანამიმდევრობით, თემატიკით, ტერიტორიის მომცველობით). 2. კომპიუტერული სისტემა კარტოგრაფიული გამოყენების და დოკუმენტების შენახვის, კატალოგიზაციის და ძიებისათვის. [36]

კარტოგრაფიული კოლექცია (cartographic collection) - რუკების, ატლასების, გლობუსების და სხვა კარტოგრაფიული ნაწარმოებების სისტემატიკური ნაკრები. აქვს მეცნიერული, მხატვრული და ისტორიული ღირებულება.

კარტოგრაფიული კომუნიკაცია (cartographic communication) - კარტოგრაფიული ინფორმაციის გადაცემის პროცესი რუკის შემდგენელიდან რუკის მომხმარებლამდე. [36]

კარტოგრაფიული კონცეფციები (graphic collection) - თეორიული შეხედულებების სისტემა კარტოგრაფიის საგანზე. მასში განზოგადებულია გამოცდილება და კარტოგრაფიის საგანი განხილულია გარკვეულ ისტორიულ დონეზე. [36]

კარტოგრაფიული ლინგვისტიკა (cartographic linguistics) - მეცნიერული დისციპლინა კარტოგრაფიისა და ლინგვისტიკის მიჯნაზე. შეისწავლის რუკის ენას, მის ფუნქციონირებას და სოციალურ მნიშვნელობას.

კარტოგრაფიული სამსახური (mapping agency) - სახელმწიფო ორგანიზაცია, რომელიც პასუხისმგებელია სახელმწიფოს ზუსტი და თანამედროვე რუკებით უზრუნველყოფაზე. [36]

კარტოგრაფიული პროექციის დამახინჯება (distortions of a map protection) - სიგრძეების, ფართობების, კუთხეების და ფორმების

დამახინჯება რუკაზე, რაც გამოწვეულია დედამიწის სფერული ზედაპირიდან სიბრტყეზე გადასვლით. არსებობს დამოკიდებულება, რომელიც კონკრეტულ პროექციაში იძლევა სიგრძეების და ფართობების დამახინჯების შემცირების შესაძლებლობას კუთხეების და ფართობების დამახინჯების გაზრდის სანაცვლოდ და პირიქით.

კომპიუტერიზაცია (computerization) - (კარტოგრაფიაში) კომპიუტერული ტექნიკის დანერგვის, მონაცემების შეკრება-დამუშავების ელექტრონულ მეთოდებზე გადასვლის, კომპიუტერული რუკების შედგენის პროცესი. [36]

კომპიუტერული ატლასი (computer atlas) - 1. გეოგრაფიული ატლასი, რომელიც წარმოდგენილია ელექტრონული რუკების სახით კომპაქტ-დისკზე ან განთავსებული ინტერნეტში (ელექტრონული ატლასი) 2. ტრადიციული პოლიგრაფიული ატლასი, მაგრამ შედგენილი კომპიუტერული და გეოინფორმაციული ტექნოლოგიებით. [36]

კომპიუტერული გრაფიკა (computer graphics) - მეთოდების, ალგორითმების და პროგრამების სისტემა (დისფლეიზე, გრაფოამგებზე ან საბეჭ მოწყობილობაზე ინფორმაციის გრაფიკული ფორმით შეყვანის, გადამუშავების და გამოსახვის მიზნით ვექტორული, რასტრული ან სხვა სახით). [36]

კომპლექსური კარტოგრაფირება (computer mapping) - თემატური კარტოგრაფირების მიმართულება, რომლის არსებობა დაკავშირებულია კომპლექსური რუკების, რუკათა სერიების და კომპლექსური ატლასების შექმნასთან. გარემომცველი სინამდვილის სისტემურ საფუძველზე კვლევისა და მრავალმხრივი ასახვის საშუალება. [36]

კონტინუალიზაცია (continuitization) - რუკის გარდაქმნა დისკრეტული გამოსახულებიდან უწყვეტ გამოსახულებად. (მაგ. დასახლებული პუნქტების მოსახლეობის რიცხოვნობის გარდაქმნა იზოხაზებით გამოსახულ მოსახლეობის სიმჭიდროვედ). [36]

კონტურული რუკა (blank map) - ბლანკური, „მუნჯი“, უწარწერო რუკა სასწავლო პროცესში გამოსაყენებლად, აგრეთვე გამოიყენება როგორც ზოგადგეოგრაფიული საფუძველი სხვადასხვა შინაარსის თემატური რუკების შედგენის დროს. [36]

ლ

ლანდშაფტური რუკა (landscape map) - გამოსახავს ბუნებრივი და ანთროპოგენული ტერიტორიული კომპლექსების განლაგებას და სტრუქტურას. [36]

ლეგენდის ლოგიკა (logic of legend) - რუკის ლეგენდის აგების პრინციპი, რომელიც ყოველთვის ექვემდებარება კარტოგრაფირებადი ობიექტის კლასიფიკაციის ლოგიკას. გრაფიკული საშუალებები – ნიშნები, შრაფირება, ფერთა გამა, შრიფტი - გამოიყენება ობიექტების შორის იერარქიული კავშირის საჩვენებლად. [36]

ლემანის სკალა (Lemann's hachures) - 1799 წელს გამოიყენა საქსონელმა კარტოგრაფმა იოჰან ლემანმა მთიანი რელიეფის გამოსახვისათვის. ფერდობების დახრილობას გამოსახავენ 10 გრადაციის მქონე შტრიხებით. შტრიხების სიგანისა და შტრიხებს შორის ნათელი ზოლის თანაფარდობის ცვალებადობა ქმნიდა სხვადასხვა დახრილობის ეფექტს. 45°-ზე მეტი დახრილობის მქონე ფერდობები იფარებოდა შავი ფერით. [36]

ლითოლოგიური რუკა (lithologic(al) map) - გეოლოგიური რუკა, გამოსახავს დანალექი ქანების გავრცელების ადგილებს. [36]

ლიმნოლოგიური რუკა (limnological map) - ხმელეთის წყალსატევების, ტბის, წყალსაცავის ჰიდროლოგიური რუკა, გამოსახავს წყალსატევის ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, წყლის თვისებებს, ფსკერის ნალექებს, ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების კომპლექსებს, მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს, ეკოლოგიურ მდგომარეობას. [36]

ლინგვისტური რუკა (linguistic map) - გამოსახავს ენობრივი ოჯახების, ჯგუფების, დიალექტების გავრცელებას სხვადასხვა ტერიტორიაზე. [36]

ლინეამენტი (lineament) - რელიეფის პლანეტარული მასშტაბის ხაზოვანი და რკალისმაგვარი ელემენტები, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან სიღრმით რღვევებთან. ლინეამენტური ანალიზი ტერიტორიის სიღმული აგებულების შესწავლის საუკეთესო საშუალებაა.

ლიცენზია (license) - ნებართვა ამა თუ იმ სამუშაოების წარმოებაზე, გაიცემა სახელმწიფო ორგანოების მიერ გარკვეული ვადით. ვრცელდება კარტოგრაფიული სამუშაოების წარმოებაზეც. [36]

ლოგარითმული მასშტაბი (rithmic scale) - ლოგარითმული მასშტაბი გამოიყენება პროფილების, ჭრილების, ანამორფული რუკების შედგენის დროს. [36]

ლოკალიზაცია (localization) - 1. ობიექტების და მონაცემების მიბმა კოორდინატებით, მისამართებით, განლაგება წერტილებში, ხაზებში, ფართობებში, რაც აისახება სახვითი საშუალებების ლოკალიზაციაში. [36]

მ

მაგნიტური ველი (დედამიწის) (magnetic field) - ველი, რომელიც მოქმედებს მოძრავ ელექტრონულ მუხტზე. დედამიწას აქვს მაგნიტური ველი, რომელიც ქმნის მაგნიტოსფეროს. მაგნიტური პოლუსები დედამიწის ზედაპირის ის წერტილებია, რომლისაკენაც მიმართულია დედამიწის მაგნიტური ველის დაძაბულობის ვექტორი (კომპასის ისარი). გეოლოგიური ეპოქების მიხედვით იცვლებოდა მაგნიტური ველის კოორდინატები და პოლარულობა (დადებითობა და უარყოფითობა). [67]

მაგნიტური მერიდიანი (magnetic meridian) - გეომაგნიტური ველის ძალწირის პროექცია დედამიწის ზედაპირზე. მაგნიტური მერიდიანები თაკს იყრის დედამიწის ჩრდ. და სამხრ. მაგნიტურ პოლუსებში. მაგნიტურ მერიდიანზე გამავალ ვერტიკალურ სიბრტყეს მაგნიტური მერიდიანის სიბრტყე ეწოდება. დედამიწის ზედაპირის მოცემულ წერტილში მაგნიტური მერიდიანის სიბრტყე (ამ სიბრტყეში დგება მაგნიტური კომპასის ისარი) არ ემთხვევა გეოგრაფიული მერიდიანისას. კუთხეს მათ შორის მაგნიტური მიხრილობა ეწოდება. ეს კუთხე იცვლება ადგილისა და დროის მიხედვით. [70]

მაგნიტური პოლუსი (magnetic pole) - წერტილები დედამიწის ზედაპირზე, სადაც დედამიწის მაგნიტური ველის დაძაბულობის ვექტორი მიმართულია ვერტიკალურად: ჩრდ. პოლუსზე - ქვემოთ, სამხრ. პოლუსზე - ზემოთ (ზოგი დიდი მაგნიტური ანომალიის რაიონში შეინიშნება ლოკალური მაგნიტური პოლუსი). დედამიწის მაგნიტურ პოლუსში თავს იყრის ყველა იზოგონი და მაგნიტური მერიდიანი. დროთა განმავლობაში მაგნიტური პოლუსების კოორდინატები და პოლარულობა იცვლება. [70]

მათემატიკური მოდელი (mathematical medel) - მოდელი, სადაც მოვლენები და პროცესები მოცემულია მათემატიკური სიმბოლოების, ფორმულების, განტოლებების და ფუნქციების სახით. [67]

მასშტაბგარეშე ნიშანი (point symbol) - პირობითი ნიშნით გადმოცემული ობიექტი, რომლის ფართობი არ გამოისახება რუკის მასშტაბში (მაგ. წვრილმასშტაბიან რუკებზე დასახლებულ პუნქტს გამოსახავს პუნსონი). [36]

მატერიკი (რუს. материк - მაგარი, დიდი) - ქართულ ლიტერატურაში რუსულიდან შემოსული და ადრე გავრცელებული ტერმინი, იხმარებოდა კონტინენტების შესატყვისად. [70]

მეთოდი (method) - სამყაროს თეორიული და პრაქტიკული შემეცნების საშუალება, პრაქტიკით შემოწმებული მეცნიერული

თეორია. განასხვავებენ ზოგად (ლოგიკურ, ფილოსოფიურ, მათემატიკურ) და კერძო (გეოგრაფიულ, კარტოგრაფიულ, გეოინფორმაციულ და სხვ.) მეთოდებს. [36]

მეთოდოლოგია (methodology) - 1. მოძღვრება მეცნიერული შემეცნების მეთოდებზე, ლოგიკურ ორგანიზაციასა და საშუალებებზე. 2. კონკრეტულ მეცნიერებაში გამოყენებული მეთოდიკის, ხერხების, თეორიული და პრაქტიკული კვლევის სისტემა. [36]

მერკატორი (Mercator) გერჰარდ - 1512-1594 წ.წ. ფლამანდელი კარტოგრაფი. ლევენის უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ ამზადებდა ზუსტ ოპტიკურ ხელსაწყოებს და რუკებს. არსებული კარტოგრაფიულ მასალის კრიტიკული ანალიზის საფუძველზე წარმოაყენა რუკის შედგენის ახალი, მათემატიკურად დასაბუთებული პრინციპები. კერძოდ: რამდენიმე კარტოგრაფიული პროექცია, რომელთაგანაც ყველაზე ცნობილია მსოფლიო რუკის ცილინდრული ტოლკუთხა პროექცია. მერკატორმა აგრეთვე გამოთვალა დედამინის მაგნიტური პოლუსის კოორდინატები. მისი მთავარი ნაშრომი ევროპის ქვეყნების რუკათა კრებული, რომელსაც „ატლასი“ უწოდა, გამოქვეყნდა 1595 წელს, ავტორის გარდაცვალების შემდეგ.

მერკატორის პროექცია (Mercator projection) - ნორმალური ტოლკუთხა ცილინდრული პროექცია. პირველად 1569 წ. გამოიყენა გერჰარდ მერკატორმა მსოფლიო რუკების შესადგენად. კარგად გადმოსცემს კონტინენტების მოხაზულობას, მაგრამ აქვს ფართობების დიდი დამახინჯება მაღალ განედებში. იყენებენ სამიმოხილვო და საზღვაო რუკებისათვის. მასზე ლოქსოდრომა ანუ ხაზი, რომელიც ყველა მერიდიანს ერთი და იმავე კუთხით კვეთს, სწორი ხაზით გამოისახება. [36]

მერკატორის უნივერსალური განივცილინდრული პროექცია (Universal Transverse Mercator projection, UTM projection) - ტოპოგრაფიული რუკების პროექცია, რომელსაც იყენებენ აშშ-ში და

ნატოს-ს ქვეყნებში. გაუს-კრიუგერის პროექციის ანალოგიურია, (ანუ მრავალზონიანია), მაგრამ განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ გაუს-კრიუგერის პროექციაში მასშტაბი ღერძულ მერიდიანზე 1.0-ია, ხოლო UTM-ის პროექციაში -0.9996, ზონების ნუმერაცია იწყება არა გრინვიჩის მერიდიანიდან, არამედ 180°-იანი მერიდიანიდან, X ღერძი აღმოსავლეთის მიმართულებისაა, Y ღერძი კი ჩრდილოეთის. [36]

მეტამონაცემები (metadata) - მონაცემები მონაცემების შესახებ: კატალოგები, ცნობარები, რეესტრები, მეტამონაცემების ბაზები და ციფრული მონაცემების აღწერის სხვა ფორმები, რომლებიც შეიცავენ ინფორმაციას მათი შემადგენლობის, შინაარსის, სტატუსის, წარმოშობის, ადგილმდებარეობის, ხარისხის, ფორმატის, წვდომის პირობების, გამოყენების, საავტორო უფლებების და სხვ. შესახებ. [36]

მეტრი (metre) - სიგრძის ერთეული, 1791 წელს განისაზღვრა, როგორც პარიზის მერიდიანის 1/40 000 000 ნაწილი (დედამიწის ელიფსოიდის მიხედვით). პლატინის და ორიდიუმისაგან დამზადებული მეტრის ეტალონი ინახება ზომა-წონის საერთაშორისო ბიუროში სევრში, პარიზის მახლობლად. მეტრის წილობითი და ჯერადი ერთეულებია: მილიმეტრი (მმ), სანტიმეტრი (სმ), კილომეტრი (კმ). 1მმ=0.001მ; 1სმ=0.01 მ; 1 კმ=1000 მ. [36]

მთავარი მერიდიანი (initial meridian, prime meridian) - იგივე საწყისი, ნულოვანი მერიდიანი დედამიწაზე ან სხვა პლანეტაზე, საიდანაც იწყება გრძედების ათვლა. [36]

მინერალური რესურსების რუკა (map of mineral resources) - გამოსახავს იმ სათბობ-ენერგეტიკული, ლითონური, არალითონური და სხვა სახის სასარგებლო წიაღისეულის განლაგებას, რომლებიც გამოიყენება როგორც ენერგიის და ნედლეულის წყარო. ზოგჯერ მოცემულია მარაგის შეფასება, მოპოვება და გარემოზე ზემოქ-

მედების პროგნოზები. [36]

მიწათმოწყობა (land management) - მიწათსარგებლობის, მიწების დაცვისა და გამოყენების მარეგულირებელი ღონისძიებათა სისტემა. მიწათმოწყობით ხდება მიწის რესურსების განაწილება, განისაზღვრება გამოყენების ხერხები, მუშავდება მიწების დაცვის ღონისძიებები, მ.შ. რეკულტივაცია და მელიორაცია.

მიწის კადასტრი (land cadastre) - აუცილებელი და სარწმუნო გრაფიკული და ტექსტური მონაცემების სისტემა მიწების ბუნებრივი, სამეურნეო და სამართლებრივი მდგომარეობის, მიწის ნაკვეთების ზომებისა და მდებარეობის შესახებ. მიწის კადასტრი ხორციელდება საკადასტრო და მიწათსარგებლობის რუკებისა და გეგმების შედგენითა და მათი მუდმივი განახლებით. [36]

მიწის ფონდის რუკა (stock of land map, land map) - გამოსახავს ტერიტორიულ ერთეულში მიწების სტრუქტურას, მათ ბუნებრივ-რესურსულ პოტენციალს, მიზნობრივ დანიშნულებასა და სამეურნეო გამოყენებას. გამოყოფენ მიწების შემდეგ კატეგორიებს: სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს, ტყეებს, ბუჩქნარს, საძოვრებს, წყლით დაკავებულ მიწებს, ნაგებობების ქვეშ არსებულ და სხვა მიწებს. რუკის შესადგენად იყენებენ საკადასტრო და მიწების აღრიცხვის მონაცემებს. [36]

მოდელირება (modeling) - სინამდვილის ობიექტებისა და გამოვლენების შემეცნების საშუალება მატერიალური ან იდეალური შექმნის გზით. კარტოგრაფირება და გეოინფორმაციული ანალიზი განიხილება როგორც კარტოგრაფიული და გეოინფორმაციული მოდელირება, ხოლო რუკა – როგორც სინამდვილის მოდელი.

მონაცემები (data) - სხვადასხვა სიდიდეები, რომლებიც გამოსახავენ: გაზომვებს, აგეგმვის, დაკვირვების შედეგებს, სინამდვილის აღწერილობას. შესაძლებელია ამ სიდიდეების დაფიქსირება,

შენახვა, გადაცემა და დამუშავება, როგორც ადამიანის, ისე ავტომატური მოწყობილობების მიერ. კარტოგრაფიასა და გეოინფორმატიკაში გამოყენებული მონაცემები არსებობს გრაფიკული, ციფრული, ანალოგიურ-ციფრული, ალფაბეტურ-ციფრული ფორმებით. მონაცემთა ერთობლიობა და სისტემები ქმნიან მონაცემთა ბაზებს და ბანკებს.

მონაცემთა ბაზები (data base) - გარკვეული წესებით ორგანიზებული მონაცემთა ერთობლიობა, რომელიც განსაზღვრავს მონაცემების აღწერის, შენახვის და მანიპულირების საერთო პრინციპებს.

მონიტორინგი (monitoring) - გარემოს მდგომარეობაზე რეგულარული დაკვირვების, შეფასების და კონტროლის ინფორმაციული სისტემა. იყენებენ მონიტორინგის აეროკოსმოსურ, ჰიდრომეტეოროლოგიურ, ბიოლოკაციურ მეთოდებს. მონიტორინგის შედეგებით ადგენენ ოპერატიულ რუკებს. [36]

მორიგე რუკა (correction sheet) - 1. რუკა, რომელზეც სისტემატურად რეგისტრირდება ახალი მონაცემები და ის ცვლილებები რომლებიც ადგილზე ხდება. ეს აუცილებელია რუკათა ახალი გამოცემებში გათვალისწინებისათვის. 2. რუკის საცდელი, სასიგნალო ამონაბეჭდი. [36]

მორფოლოგიური რუკა (morphological map) - გამოსახავს დედამიწის ზედაპირის რელიეფის ფორმებს: მყინვარულს, ეოლურს, ფლუვიალურს, ვულკანურს და სხვ. საუკეთესო მორფოლოგიურ რუკად მიჩნეულია ტოპოგრაფიული რუკა, რომელზედაც დეტალურად არის გამოსახული რელიეფის ფორმები. [36]

მორფომეტრია (morphometry) - კვლევის კარტოგრაფიული მეთოდის ის ნაწილი, რომელიც იკვლევს ობიექტების ფორმებს, სტრუქტურის მაჩვენებლებს და მათი გამოთვლის ხერხებს. მორფომეტრიული კვლევები მიმდინარეობს გეოლოგიის, გეოფიზიკის, ჰიდროლოგიის, ნიადაგმცოდნეობის, ბოტანიკის, ეკონომიკური გეოგრაფიის და სხვა დარგებში.

მოსახლეობის რუკა (population map) - გამოსახავს მოსახლეობის განლაგებას და განსახლებას, დემოგრაფიულ, ეთნოგრაფიულ და სოციალურ-ეკონომიკურ თავისებურებებს. [36]

მოძრაობის ხაზების ხერხი (method of flowlines) - ხაზში ლოკალიზებული კარტოგრაფიული სახვითი საშუალება. გამოსახავს მოვლენის სივრცით გადაადგილებას, მის თვისებრივ, ოდენობრივ და სტრუქტურულ მხარეებს. განასხვავებენ ორი სახის მოძრაობის ხაზებს: ვექტორულს (სხვადასხვა ფერის, ფორმის და სისქის ისრებს) და ეპიურს (სხვადასხვა ფერის, სისქის და სტრუქტურის ზოლებს). გამოიყენება გზათა ქსელის, მიგრაციის, ექსპორ-იმპორტის და სხვა მოვლენების გამოსახვისათვის როგორც დამოუკიდებლად, ისე სხვა სახვით საშუალებებთან შეთავსებული ხერხით. [36]

მსოფლიო გეოდეზიური სისტემა - 1984 (World Geodetic system – 1984; WGS-84) - იმ ელიფსოიდის კოორდინატთა სისტემა, რომელიც გამოთვლილია პუნქტების თანამგზავრებიდან დაზუსტებული კოორდინატებით. მისი პარამეტრებია: a=6 378 137 მ, b=6 356 752, f=1:298, ზედაპირის ფართობი 510065 კმ^2. [36]

მსოფლიო საერთაშორისო რუკის პროექცია (International Map of the World projection) - სახეშეცვლილი პოლიკონუსური პროექცია, რომელიც გამოყენებულია დედამიწის 1:1 000 000 მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკებისათვის. შედგენილია გაერო-ს ეგიდით. [36]

მუნიციპალური გის (municipal GIS, urban GIS) - ქალაქის გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა, გამიზნულია ქალაქის მეურნეობის დაგეგმვისა და მართვის, გარემოს დაცვის, მოსახლეობის ცხოვრების პირობების გაუმჯობესებისათვის, აგრეთვე ქალაქის რუკებისა და ატლასების შესადგენად. [36]

მყინვარის რუკა (glaciological map) - გლაციოლოგიური რუკა, გამოსახავს თანამედროვე გამყინვარების გავრცელებას, ფართობს და მორფოლოგიურ ტიპებს. მოცემულია მყინვართა საზღვრები,

ფირნის აუზები, კვების და აბლაციის რაიონები. მყინვარების ზედაპირის რელიეფი გამოსახულია ჰორიზონტალებით. [36]

ნ

ნიუტონი (Newton) ისააკ - 1643-1727 წ.წ. - ინგლისელი ფიზიკოსი, მათემატიკოსი და ასტრონომი. კლასიკური ფიზიკის ფუძემდებელი, დიფერენციალური და ინტეგრალური აღრიცხვის ერთ-ერთი შემქმნელი. კემბრიჯის უნივერსიტეტის კურსდამთავრებული, ლონდონის სამეფო საზოგადოების წევრი და პრეზიდენტი. პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის უცხოელი წევრი. ცნობილი შრომები: „სინათლისა და ფერების ახალი თეორია“, „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“ (შემოკლებით „საწყისები“) და სხვა. მნიშვნელოვანი სამუშაო აქვს შესრულებული ალგებრის, ინტერპოლირების და გეომეტრიისთვის. ნიუტონს ეკუთვნის ფუნდამენტური აღმოჩენები უსასრულო მწკრივთა თეორიაში, ჩამოაყალიბა ცნობილი „აქსიომები ანუ კანონები მოძრაობისა“ (ე. წ. „ნიუტონის კანონები“). საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების გარდა შექმნა თხზულება წინასწარმეტყველ დანიელზე და აპოკალიფსის განმარტება. უზარმაზარი სამეცნიერო შრომისთვის მიანიჭეს აზნაურობა. დაკრძალულია ინგლისის ეროვნულ პანთეონში, ვესტმინისტერის სააბატოში. [71]

ო

ორგანზომილებიანი გეოგამოსახულება (2D geoimage) - სტატიკური გეოგამოსახულება, რომლის ყველა ელემენტი ერთ სიბრტყეზე მდებარეობს (გეგმა, რუკა, ფოტორუკა და სხვ.). [36]

ორდინატა (ordinate, Y-coordinate) - დეკარტის ერთ-ერთი კოორდინატი, აღინიშნება Y-ით. გეოდეზიურ საკოორდინატო ზონაში ორდინატად მიღებულია ეკვატორის ხაზი. [36]

ორდინატთა ღერძი (Y-axis) - მართკუთხა (დეკარტის) კოორდინატთა სისტემაში რიცხვითი სწორი, რომლის გასწვრივ აითვლება Y კოორდინატები (Y ღერძი). გაუს-კრიუგერის გეოდეზიური კოორდინატების სისტემაში ორდინატთა ღერძი არის ეკვატორი. ტოპოგრაფიული რუკებზე ორდინატები აითვლება კილომეტრული ბადის ჰორიზონტულ ხაზებზე. ფოტოგრამმეტრიაში ორდინატთა ღერძი არის აგეგმვის მიმართულების თანმხვედრი ხაზი. [36]

ორთოგონალური პროექცია (ortogonal projection) - ობიექტის გამოსახვა მისი სიბრტყეზე (რაიმე ზედაპირზე) დაპროექტებით ამ ზედაპირისადმი პერპენდიკულარული სხივებით. ამ გზით რუკაზე ან გეგმაზე მიღებულ გამოსახულებაზე დაცულია მანძილების და კუთხეების (მოხაზულობის, ფორმის) ტოლობა. [36]

ორთოფოტოგეგმა (orthophotoplan) - ფოტოგეგმა, საიდანაც მოხსნილია ადგილის უსწორმასწორობებით (რელიეფით) გამოწვეული დამახინჯება. იქმნება სპეციალურად დამუშავებული სურათების მონტაჟის შედეგად, რისთვისაც იყენებენ დიფერენციალურ ორთოფოტოპროექტორს.

ორთოფოტორუკა (orthophotomap) - ფოტორუკა ორთოგონალურ პროექციაში, მიიღება დიფერენცირებული ტრანსფორმირებით, რომელიც გამორიცხავს რელიეფითა და სურათის დახრილობით გამოწვეულ დამახინჯებებს. ორთოფოტოში ერთმანეთთან შეთავსებულია ადგილის ფოტოგამოსახულება და ტოპოგრაფიული რუკის ელემენტები (ბადე, ჰორიზონტალები, წარწერები); საკოორდინატო ან ფოტოგამოსახულება და თემატური შინაარსის ელემენტები (გეოლოგიური სტრუქტები, მცენარეულობა და სხვ.) [36]

ოროგრაფიული რუკა (orographic(al) map) - გამოსახავს ხმელეთისა და ოკეანის ფსკერის ოროგრაფიას, რელიეფის სტრუქტურას მისი გენეზისის, ასაკის და განვითარების დახასიათების გარეშე. [36]

ოროგრაფიული სქემა (orographic(al) sketch) - გამოსახავს მთიან მხარეში ქედების განლაგებას, რითაც იქმნება მთიანი მხარის ხასიათი. [36]

პ

პალეოგეოგრაფიული რუკა (paleogeographical map) - გამოსახავს გეოლოგიური წარსულის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებსა და პროცესებს, ახდენს ძველი რელიეფის, ხმელეთისა და წყლის მოხაზულობის რეკონსრუქციას, ახასიათებს კლიმატს, ცოცხალი ორგანიზმების განლაგებას. [36]

პარადიგმა (paradigm) - ძირითადი მეცნიერული ცნებების, თეორიული დებულებების მოდელების სისტემა, რომელიც მიღებულია აღნიშნულ დარგში, მეცნიერების საგანზე და მეთოდზე ჩამოყალიბებული შეხედულებით.

პერსპექტიული გეოგამოსახულება (perspective geoimage) - გეოგამოსახულება (რუკა, ფიზიოგრაფიული ნახატი და სხვ.), რომელიც თვალსაჩინოდ გადმოსცემს სინამდვილის ობიექტების სიბრტყეზე განლაგებას, მათ მოცულობას, სივრცით სტრუქტურას.

პითაგორა (Pythagores) ძვ. წ. აღ. 570- დაახლ. 500 წ.წ., - ძველი ბერძენი ფილოსოფოსი და მათემატიკოსი, შემოიღო სისტემური დამტკიცება გეომეტრიაში, ჩამოაყალიბა პლანიმეტრია, დაამუშავა მსგავსების თეორია და დაამტკიცა გეომეტრიის თეორემა, რომელიც ამყარებს კავშირს მართკუთხა სამკუთხედის გვერდებს შორის („პითაგორას თეორემა"), ააგო ზოგიერთი წესიერი მრავალკუთხედი და მრავალწახნაგი. [71]

პიკარი (Picard) ჟან, - 1620-1682 წ.წ., ფრანგი ასტრონომი, პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი. 1669-1670 წ.წ. აკადემიის დავალებით გაზომა მერიდიანის რკალის სიგრძე პარიზსა და ამიენს შორის (1°22'55''). ამასთან პირველმა გამოიყენა სამზერი

მილებითა და ძაფების ბადით აღჭურვილი კუთხმზომი იარაღები. პიკარიმ 1°-ის სიგრძედ მიიღო 111,21 კმ (თანამედროვე გამოთვლებით 111,18 კმ). [71]

პიქტოგრამა (icon, representational symbol) - ანბანური ან გეომეტრიული ნიშანი კომპიუტერის ეკრანზე. [36]

პლატონი (Platon) ძვ. წ. აღ.≈428 - ≈347 წ.წ. ძველი ბერძენი ფილოსოფი, სოკრატეს მოწაფე. არისტოტელს მასწავლებელი. მისი შრომები მრავალ ფილოსოფიურ საკითხებს შეეხება (ცოდნის თეორია, იდეების თეორია, კოსმოლოგია, მოძღვრება სულის შესახებ, სათნოების თეორია, სახელმწიფოს თეორია, ხელოვნების თეორია). [71]

პოზიციონირება (positioning, GPS measurement) - თანამგზავრებით ობიექტის სივრცულ-დროითი მდგომარეობის პარამეტრების განსაზღვრა (კოორდინატები, დაკვირვების დრო). [36]

პოლიკონუსური პროექცია (polyconical projection) - კარტოგრაფიული პროექცია, რომელშიც ნორმალური ბადის პარალელები ექსცენტრული წრეებია, ღერძული მერიდიანი სწორია. მასზეა განლაგებული ამ წრეების ცენტრები, დანარჩენი მერიდიანები -მრუდი ხაზებია. ყველაზე ხშირად ნორმალურ პოლიკონუსურ პროექციებს იყენებენ მსოფლიოს რუკებისათვის. [36]

პოლიტიკურ-ადმინისტრაციული რუკა (map of administrative division) - გამოსახავს ტერიტორიის პოლიტიკურ-ადმინისტრაციულ მოწყობას: სახელმწიფოთა საზღვრებს, შიდა ადმინისტრაციულ ერთეულებს, დედაქალაქებს, ადმინისტრაციულ ცენტრებს, სხვა დასახლებულ პუნქტებს, გზებს. [36]

პოსედონი (პოსეიდონი (Posidonius, ბერძ. Ποσειδώνιος), ჩვ. წ. აღ-მდე 135-51 წ.წ. - წარმოშობით სირიელი ბერძენი ფილოსოფოსი, პოლიტიკოსი, ასტრონომი, გეოგრაფი, ისტორიკოსი და მასწავლებელი. იმოგზაურა იტალიაში, ესპანეთში, გალიაში, გერ-

მანიაში და იმდროინდელი მსოფლიოს სხვა ქვეყნებში. კ. როდოსზე დააარსა ფილოსოფიური სკოლა. ცნობილი ნაშრომებია: „კრიტერიუმების შესახებ", „ღმერთის შესახებ", „ციური მოვლენების შესახებ", „მზის სიდიდის შესახებ", „ოკეანის შესახებ" და სხვ. ასტრონომიული გამოთვლების საფუძველზე გამოთვალა დედამიწის, მზისა და მთვარის გარშემოწერილობა, აგრეთვე მათი დაშორება დედამიწიდან. [72]

პრაგმატიკა (pragmatics) - სემიოტიკის ნაწილი, შეისწავლის ურთიერთობებს ნიშნობრივ სისტემებსა და მათ მომხმარებლებს შორის. [36]

პროექციის შერჩევა (choice of projection) - კონკრეტული რუკისათვის პროექციის სახეობისა და პარამეტრების შერჩევა. პროექციის შერჩევაზე მოქმედებს შემდეგი ფაქტორები: ა) ტერიტორიის გეოგრაფიული მდებარეობა სფეროზე, ფართობი და კონფიგურაცია; ბ) დანიშნულება, მასშტაბი, რუკების თემატიკა, მომხმარებელთა წრე; გ) რუკით სარგებლობის პირობები და საშუალებები; დ) მანძილების, ფართობების და კუთხეების დამახინჯება. [36]

პტოლომე (Ptolemaios) კლავდიოს, ?-≈168 წ.წ. ძველი ბერძენი მეცნიერი. შეიმუშავა ე.წ. გეოცენტრული სამყაროს სისტემა. ძირითადი შრომებია „ასტრონომიის დიადი მათემატიკური გადმოცემა 13 წიგნად" (ძირ.ასტრონომიის შესახებ) და „გეოგრაფიის სახელმძღვანელო" (8 წიგნად, მოიცავს გეოგრაფიის და კარტოგაფიის საკითხებს, მოცემულია კარტოგრაფიული პროეციის თეორია და 8000 პუნქტის კოორდინატები, ნაშრომს ახლავს 27 რუკა) [71]

რ

რედაქტორი-კარტოგრაფი (cartographer editor) - უმაღლესი კვალიფიკაციის კარტოგრაფი, რომელიც რუკების, ატლასების

და სხვა კარტოგრაფიული ნაწარმოებების შექმნის ყველა ეტაპზე ახორციელებს სამეცნიერო და ტექნიკურ ხელმძღვანელობას. [36]

რეკოგნოსცირება (reconnaissance) - ადგილის წინასწარი მიწისზედა და აეროვიზუალური დათვალიერება ტოპოგრაფიულ-გეოდეზიური, აგეგმვითი, საძიებო და სხვა სამუშაოებისათვის. [36]

რეკრეაციული რუკა (recreation map) - გამოსახავს ტერიტორიის რეკრეაციულ რესურსებს, ტურიზმისა და დასვენების ზონების ბუნებრივ, სოციალურ-ეკონომიკურ დ ეკოლოგიურ პირობებს; მოცემულია აგრეთვე რეკრეაციის სამედიცინო-გეოგრაფიული, სპორტული და შემეცნებითი თვალსაზრისით შეფასება. [36]

რელევანტური (Relevant) - არსებითი, მნიშვნელოვანი, ფასეული, არარელევანტური - არარსებითი, არამნიშვნელოვანი. [67]

რელიეფის მორეცხვა, ჩრდილების დადება (relief shading, hill toning) - მთიანი მხარის ფერდობებზე ჩრდილების გრაფიკული დადების ხერხი ფუნჯით და აკვარელის ან ტუშის სუსტი ხსნარით, აგრეთვე ავტომატურად – წერტილოვანი რასტრის გამოყენებით. რასტრის სიმჭიდროვის გამოთვლა ხდება რელიეფის ციფრული მოდელის საფუძველზე. ჩრდილების დადების ტრადიციული მეთოდის მიხედვით სინათლის წყარო რუკის ზედა მარცხენა კუთხეშია (ჩდ. განათება) ამიტომ განათებულია დ. და ჩდ. ფერდობები, ხოლო ა. და სა. ფერდობები ჩრდილშია. ხდება აგრეთვე შვეული (ზემოდან) და კომბინირებული (ზემოდან და ჩდ-დან) განათების იმიტაცია. [36]

რელიეფის რუკა (relief map) - დედამიწის და ზღვის ფსკერის რუკები: ჰიფსომეტრიული, ბათიმეტრული, გეომორფოლოგიური, მორფომეტრული, მორფოსტრუქტურული, თანამედროვე რელიეფწარმომქმნელი პროცესები. [36]

რესურსების რუკა (resources map) - გამოსახავს ბუნებრივი და ეკონომიკური რესურსების განლაგებას, მათ მარაგს, გამოყენების პირობებს და ხერხებს, დაცვის და აღდგენის შესაძლებლობებს.

რუკის ავტორი (autor of map) - პიროვნება, კოლექტივი ან დაწესებულება, რომლებმაც დაამუშავეს რუკის ან სხვა კარტოგრაფიული ნაწარმოების პროგრამა, შექმნეს მაკეტი ან ორიგინალი, უხელმძღვანელეს მის შექმნას. ავტორი შეიძლება იყოს როგორც კარტოგრაფი, ისე სხვა დარგის სპეციალისტი (მაგ. გეოლოგი, გეოფიზიკოსი, ნიადაგმცოდნე, ბიოლოგი, ისტორიკოსი) ისინი პასუხს აგებენ კარტოგრაფიული ნაწარმოების შინაარსზე. მთლიანად ფლობენ უფლებას მასზე და ეს უფლება დაცულია კანონით. [36]

რუკის გამოყენება (map use) - 1. რუკებით მათზე გამოსახული ობიექტებისა და მოვლენების შემეცნება; 2. კარტოგრაფიის სტრუქტურის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც შეისწავლის კარტოგრაფიული გამოსახულებით სარგებლობას; 3. კარტოგრაფიული მეთოდის ერთ-ერთი მხარე – კვლევების კარტოგრაფიული მეთოდის სინონიმი.

რუკების გრაფიკული დატვირთვა (map load) - რუკის გრაფიკული ელემენტებით დატვირთვა. ეს ელემენტებია: პირობითი აღნიშვნები, კარტოგრაფიული ბადე, წარწერები. დატვირთვის ხარისხი განისაზღვრება რუკის ფართობის ერთეულზე ამ ელემენტების რაოდენობით.

რუკის დანიშნულება (function of map) - ფუნქცია, რომელიც უნდა შეასრულოს რუკამ: რუკის დანიშნულება განისაზღვრება რუკის იდეის რეალიზაციის საწყის ეტაპზე. განასხვავებენ: სამეცნიერო-საცნობარო, საცნობარო, სასწავლო, ტურისტულ და სხვა დანიშნულების რუკებს. [36]

რუკის ენის გრამატიკა (map language grammar) - კარტოგრაფიული ნიშნების გამოყენებისა და კითხვის, გრაფიკული კომპოზიციების აგების წესები, რასაც შეისწავლის კარტოგრაფიული სემიოტიკა. [36]

რუკის თანამედროვეობა (map contemporaneity) - კარტოგრაფიული გამოსახულების შესაბამისობა რუკაზე გამოსახული სანამდვილის თანამედროვე მდგომარეობასთან ან წარმოდგენილ ისტორიულ ეპოქასთან. თანამედროვეობის შეფასება ხდება თანამედროვე წყაროებთან. (მ. შ. აეროკოსმოსურ მონაცემებთან შედარების გზით). [36]

რუკის ინფორმაციატევადობა (map information capacity) - რუკაში არსებული ინფორმაციის მოცულობა.

რუკების კატალოგი (map catalog) - რუკების საძიებელი ბიბლიოთეკაში ან რუკების საცავში, მოწესრიგებული რაიმე ნიშნის მიხედვით (თემატიკა, ტერიტორიის მომცველობა, გამოცემის წელი, ისტორიული პერიოდი და სხვ.).

რუკის კორექტურა (map correction) - რუკის ხარისხის, მისი პროგრამასთან შესაბამისობის შემოწმება, შეცდომების გამოვლენა. კორექტურა ტარდება რუკის შედგენის, გამოსაცემად მომზადების და გამოცემის ეტაპზე.

რუკის მაკეტი (model preliminary) - ნატურალურ ზომაში შედგენილი მოდელი, რუკის მაკეტი ქაღალდის ფურცელზე ან კომპიუტერის ეკრანზე. მაკეტზე წარმოდგენილია: მთლიან რუკაზე რუკის სახელწოდების, ლეგენდის, ჩანართი რუკების, გრაფიკების და დიაგრამების, ტექსტების, ილუსტრაციების ადგილები დაფიქსირებული ჩარჩოებში. [36]

რუკის პროგრამა (map program) - დოკუმენტი, რომელიც განსაზღვრავს რუკის ტიპს და დანიშნულებას. მის მათემატიკურ საფუძველს, შინაარსს, შესადგენად საჭირო წყაროებს, შედგენის მეთოდიკას, გამოცემის ტექნოლოგიას. [36]

რუკებისა და ატლასების პუბლიკაცია ინტერნეტში (Internet publication of maps and atlases) - კარტოგრაფიული ნაწარმოებების განლაგება საერთაშორისო ტელეკომუნიკაციურ ქსელში.

გამოირჩევა მაღალი ოპერატიულობით, არ მოითხოვს პოლიგრაფიული გამოცემის ხარჯებს და რეალიზაციას. ინტერნეტში ათავსებენ საცნობარო, სასწავლო, ტურისტულ რუკებს და ატლასებს.

რუკა-ტრანსპარანტი (transparency map) - გამჭვირვალე ფირზე დაბეჭდილი რუკა ეკრანზე პროექტირებისათვის.

ს

სამხრეთი (Sauth, S) - სამხრეთის წერტილი, ჰორიზონტის ოთხი მთავარი წერტილიდან ერთ-ერთი. მდებარეობს მათემატიკური (ჭეშმარიტი) მერიდიანსა და ცის მერიდიანის გადაკვეთაზე, ჩრდილოეთის მოპირდაპირე მხარეს. სამხრეთ პოლუსის უახლოესი წერტილია. [36]

სამხრეთი პოლუსი (South pole) - წერილი სამხრეთ ნახევარსფეროში, სადაც დედამიწის ბრუნვის წარმოსახვითი ღერძი კვეთს დედამიწის ზედაპირის. მდებარეობს ანტარქტიდის კონტინენტზე 2800 მ.-ის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. მისი კოორდინატებია სამხრეთის განედი 90° და გრძედის 0°. [36]

სენსორული (sensory) - გრძნობის ორგანზოებთან დაკავშირებული. [67]

სივრცითი მონაცემები (spatial data) - ციფრული მონაცემები სივრცითი ობიექტის შესახებ, რომელიც აღწერს სივრცეში ობიექტის ადგილმდებარეობას და გეომეტრიულ ფორმას, ასევე მათ ურთიერთმდებარეობას.

სფერო (sphero, sphaero) - ჩაკეტილი ზედაპირი, რომლის ყოველი წერტილი თანაბრადაა დაშორებული ერთი წერტილიდან (სფეროს ცენტრი). უწოდებენ აგრეთვე სფერულ ზედაპირის.

სფეროიდი (spheroid) - მცირედ შეკუმშული ბრუნვის ელიფსოიდი, უფრო ზოგადად ზედაპირი, რომელიც უფრო ახლოსაა სფეროსთან.

ტ

ტერიტორიის შესწავლილობა (terrain coverage) - ტერიტორიის დაფარვა ზოგადგეოგრაფიული და თემატური რუკებით, სურათებით, სხვა გეოგამოსახულებებით.

ტექნოლოგია (technology) - მეცნიერება იმ პროცესების და მეთოდების შესახებ, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა საგნებისა და ობიექტების დამზადებისთვის. იგი არის სფერო, რომელშიც ხდება სხვა მეცნიერებების კვლევის შედეგების პრაქტიკული გამოიყენება საზოგადოების მოთხოვნილების შესაბამისად. [67]

ტექტონიკური რუკა (tectonic map) - გამოსახავს დედამიწის ქერქის ტექტონიკურ აგებულებას და მისი გეოლოგიური ისტორიის სხვადასხვა ეტაპზე განვითარების მდგომარეობას. [36]

ტოლდიდი პროექცია (equivalent projection) - კარტოგრაფიული პროექცია, რომელშიც არ მახინჯდება ფართობები, მაგრამ ძლიერ მახინჯდება კუთხეები და ფორმები (მოხაზულობები). [36]

ტოლკუთხა პროექცია (conformal projection) - კარტოგრაფიული პროექცია, რომელშიც არ მახინჯდება კუთხეები და შესაბამისად, მცირე ფორმების მოხაზულობები, მაგრამ ძლიერ მახინჯდება ფართობები. [36]

ტოლშორისული პროექცია (equidistant projection) - კარტოგრაფიული პროექცია, რომელშიც მანძილებს მასშტაბი ერთერთ მთავარ მიმართულებაზე მუდმივია და მთავარი მასშტაბის ტოლია. განასხვავებენ ტოლშორისულობას მერიდიანის მიმართულებით, როდესაც მასშტაბი მუდმივია და ტოლშორისულობას პარალელების მიმართულებით, როდესაც მაშტაბი მუდმივია დ–ა მიმართულებით. [36]

ტოპოგრაფიული რუკების პროექციები (projections for topographical maps) - პროექციები, რომლებიც გამოიყენება სხვადასხვა მასშტაბის მრავალფურცლიანი სახელმწიფო ტოპოგრაფიული

რუკების შესადგენად. რუსეთში იყენებენ გაუს-კრიუგერის განივ ცილინდრულ პროექციას, აშშ და ევროპის ქვეყნებში – მერკატორის უნივერსალურ განივ პროეციას (UTM). ეს პროექციები ერთმანეთის მსგავსია. [36]

ტრადიციული მეთოდი (traditional method) - მეთოდი რომელთაც სამეცნიერო კვლევებში გამოყენების დიდი ხნის ისტორია აქვთ. გეოგრაფიისთვის ტრადიციულია აღწერილობითი, შედარებითი, ისტორიული და კარტოგრაფიული მეთოდები. [67]

ტრანსპორტის რუკა (transport map) - გამოსახავს გზათა ქსელს, მათ მდგომარეობას, ტექნიკურ აღჭურვილობას, მგზავრებისა და ტვირთების გადაზიდვის ინტენსივობას. არის ზოგადი და დარგობრივი რუკები.

ტრილატერაცია (trilateration) - გეოდეზიური პუნქტების ადგილმდებარეობის განსაზღვრის მეთოდი მომიჯნავე სამკუთხედების აგებით და მათი გვერდების სიგრძეების გაზომვის გზით.

ტურისტული რუკა (tourist map) - იქმნება მოსახლეობის რეკრეაციული და შემეცნებითი მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. გამოისახება ტურისტული მარშრუტები, ბუნების, ისტორიული და კულტურის ღირსშესანიშნაობები, ეროვნული პარკები და ნაკრძალები, ტურისტების მომსახურების ობიექტები. ტურისტული რუკებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მხატვრულ დიზაინს.

ფ

ფაილი (File) - ერთგვაროვანი ჩანაწერების სახელდებული ერთობლიობა კომპიუტერის მეხსიერებაში. [36]

ფენა (layer, coverage) - ერთი ტიპის სივრცითი ობიექტების ერთობლიობა, რომლებიც მიეკუთვნებიან ერთ თემას (ობიექტების კლასს) რაიმე ტერიტორიის ფარგლებში და საკოორდინატო

სისტემაში. ობიექტების ტიპის მიხედვით განასხვავებენ წერტილოვან, ხაზოვან და ფართობულ (პოლიგონურ) ფენებს.

ფენოლოგიური რუკა (phenologic(al) map) - გამოსახავს ბუნებრივი მოვლენების სეზონურ დინამიკას (ფენოლოგიურ ფაზებს). განასხვავებენ: ფენოკლიმატურ, ფენოჰიდროლოგიურ, ფიტოფენოლოგიურ, ზოოფენოლოგიურ, სამედიცინო-ფენოლოგიურ რუკებს, მაგალითად: ფენოკლიმატურ რუკებზე გამოსახავენ ტემპერატურების, ნალექების რაოდენობის სეზონურ ცვალებადობას; ფიტოლოგიურ რუკებზე – მცენარეთა განვითარების ფაზებს; სამედიცინო ფენოლოგიურ რუკებზე – სეზონურ დაავადებებს და ა.შ. სახვით საშუალებად იყენებენ – იზოხაზებს. [36] [36]

ფერდობის ექსპოზიციის რუკა (aspect map) - მორფომეტრიული რუკა, გამოსახავს ფერდობების ორიენტაციას ჰორიზონტის მხარეების მიმართ: რუკებზე განასხვავებენ რვა რუმბის (ჩ, ჩა, ა, სა, ს, სდ, დ, ჩდ) ფერდობებს. [36]

ფერდაშლა (tation of color) - მრავალფერიანი გამოსახულების დაშლა ერთფერიან კომპონენტებად (ყვითელი, წითელი, ცისფერი). ფერდაშლა ხდება ფოტომექნიკური ხერხით. ფერდაშლილი ფირებით მზადდება საბეჭდი ფორმები. [36]

ფერი (colo(u)r) - მხედველობითი შეგრძნება, რომელიც ჩნდება ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მხედველობის ორგანოებზე ზემოქმედების შედეგად. პირობითად გამოყოფენ 7 ფერს: წითელს, ნარინჯს, ყვითელს, მწვანეს, ცისფერს, ლურჯს, იისფერს. თვალს შეუძლია გაარჩიოს 150-მდე ფერის თანდათანობითი გადასვლა. კარტოგრაფიაში ფერი ხშირად გამოიყენება გეოგრაფიული რუკების შედგენის და გაფორმების დროს. [36]

ფიზიკური რუკა (physical map) - ზოგადგეოგრაფიული რუკა, რომელიც გამოსახავს ტერიტორიის ან აკვატორიის გარეგნულ

იერსახეს. რუკას ადგენენ საშუალო ან წვრილ მასშტაბში. აქვს საცნობარო ხასიათი. დეტალურად არის ნაჩვენები რელიეფი და ჰიდროგრაფია, აგრეთვე მყინვარები, ნაკრძალები, დაცული ტერიტორიები, სასარგებლო წიაღისეული, ნაკლებად დეტალურად – სოციალურ-ეკონომიკური ელემენტები. [36]

ფიზიოგრაფიული რუკა (physiographic(al) map) - ასეთ რუკებზე დედამიწის და სხვა პლანეტების ზედაპირი გამოისახება პერსპექტიული მხატვრული ნახატის სახით. კარგადაა გადმოცემული რელიეფის ფორმების მოცულობა, მორფოლოგიური სტრუქტურა და პლასტიკა, ზოგჯერ – გენეტიკური და ასაკობრივი თავისებურებანი. [36]

ფორმატი (format) - სივრცითი მონაცემების მანქანური რეალიზაციის ხერხი (ვექტორული ფაილი, რასტრული ფაილი და სხვ.). ერთი ფორმატის მონაცემების სხვა ფორმატში გარდაქმნა არის კონვერტირება. [36]

ფოტოგრამმეტრია (photogrammetry) - სამეცნიერო-ტექნიკური დისციპლინა, რომელიც ობიექტების ზომას, ფორმას და სივრცით მდებარეობას განსაზღვრავს მათი გამოსახულების ოპტიკურ-მექანიკური ან ელექტრონულ-ოპტიკური ხელსაწყოებით. იყენებენ როგორც ერთეულ ფოტოსურათებს, ისე სტერეოწყვილებს. ფოტოგრამმეტრიის იმ ნაწილს, რომელიც ობიექტების გაზომვას აწარმოებს სტერეოწყვილებით, სტერეოფოტოგრამმეტრია ეწოდება. იგი იყენებს გამოსახულების დამუშავების ანალიზურ (კომპიუტერულ), ანალოგიურ (სტერეოფოტოგრამმეტრიული ხელსაწყოებით) და ციფრულ მეთოდებს. [36]

ფრაქტალი (fractal) - გეომეტრიული ობიექტი არასწორი, ტეხილი ან ფრაგმენტული ფორმით, რომელიც წარმოდგენილია განმეორებადი სტრუქტურით. [67]

ქ

ქარების რუკა (wind map, wind chart) - გამოსახავს ქარების განაწილებას მიწის ზედაპირზე ან სხვა სიმაღლეზე მეტეოროლოგიური დაკვირვებების მონაცემების საფუძველზე. სახვით საშუალებად გამოიყენება მოძრაობის ხაზები (ვექტორები) და ლოკალიზებული დიაგრამები (ქარების ვარდი და ციკლოგრამა). [36]

ღ

ღერძული მერიდიანი (central meridian, reference meridian) - გაუს-კრიუგერის და სხვა პროექციებში კარტოგრაფიული ბადის ყოველი ზონის შუა, სწორი მერიდიანი. [36]

შ

შეფარდებითი სიმაღლე (relative height) - ორ ურთიერთდაკავშირებულ სიმაღლეს შორის ვერტიკალური მანძილი, ერთი წერტილის ამაღლება მეორის მიმართ. სიმაღლეთა სხვაობა, როდესაც ერთი წერტილის აბსოლუტურ სიმაღლეს აკლდება მეორე წერტილის აბსოლუტური სიმაღლე. [36]

შეფასებითი რუკა (evaluate map) - რთული შინაარსის სინთეზური ან კომპლექსური რუკა, იქმნება ინვენტარული რუკების საფუძველზე ტერიტორიის სხვადასხვა მიზნით ათვისების შესაფასებლად. მაგ. საინჟინრო-გეოგრაფიული, აგრონიადაგური, სამედიცინო-გეოგრაიული და სხვ. [36]

შინაარსის მასშტაბი (content scale) - კარტოგაფიული განზოგადების ხარისხის მაჩვენებელი, რომელიც გენერალიზაციის პროცესში შინაარსის ლოგიკურ გამარტივებას განსაზღვრავს და აისახება რუკის ლეგენდაში. [36]

შრაფირება (hatching) - წერტილების, პარალელური ხაზების და ბადის სისტემა, რომელიც რუკაზე ფარავს გარკვეულ ფართობს.

იყენებენ შავ-თეთრი რუკების გასაფორმებლად. ხაზების სიხშირე მატულობს რიცხვითი მონაცემების ზრდის შესაბამისად. [36]

ჩ

ჩანართი (insert map) - დამატებითი რუკა, მოთავსებული რუკის ჩარჩოში, შინაარსის მიხედვით უკავშირდება ძირითადი რუკის შინაარსს. ზოგჯერ მსხვილ მასშტაბშია წარმოდგენილი ძირითადი რუკის გადატვირთული ადგილები. მაგ. ქალაქის ცენტრალური ნაწილი ტურისტულ რუკაზე და სხვ. [36]

ჩრდილოეთი (North) - ჩრდილოეთის წერტილი, ჰორიზონტის ოთხი მთავარი წერტილიდან ერთ-ერთი. მდებარეობს მათემატიკური (ჭეშმარიტი) მერიდიანის და ცის მერიდიანის გადაკვეთაზე. სამხრეთის წერტილის მოპირდაპირე მხარეს. ჩრდილოეთი პოლუსის უახლოესი წერტილი. [36]

ჩრდილოეთი პოლუსი (North pole) - წერტილი ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში, სადაც დედამიწის წარმოსახვითი ღერძი კვეთს დედამიწის ზედაპირს. ყველა სხვა წერტილი ჩრდილოეთი პოლუსის მიმართ არის სამხრეთი. მდებარეობს არქტიკის (ჩრდ. ყინულოვანი ოკეანე) ცენტრალურ ნაწილში. მისი კოორდინატებია ჩ.გ. 90° და გრძედის 0°, რადგან ეს წერტილი ეკუთვის ყველა მერიდიანს. [36]

ც

ცენტროიდი (centroid) - წერტილი რომელიც მდებარეობს პოლიგონის ზუსტ გეოგრაფიულ ცენტრში, ე. ი. თანაბრადაა დაშორებული ობიექტის ოთხივე ძირითადი მამართულების (აღმოსავლეთი, დასავლეთი, ჩრდილოეთი, სამხრეთი) კიდეებიდან. ცენტროიდი არ არის ობიექტის შუა წერტილის ანალოგი, ვინაიდან იგი აუცილებლად უნდა მდებარეობდეს ობიექტის ფარგლებში. [21]

ციფრული (კომპიუტერული) კარტოგრაფირება (digital mapping) - მიმართულება, რომელიც კარტოგრაფიაში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ჩამოყალიბდა. რუკის საავტორო ორიგინალის შექმნა შეიძლება კომპიუტერის მონიტორის ეკრანზე. ამის შესაძლებლობას იძლება სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა. [36]

ციფრული რუკა (digital map) - ზოგადგეოგრაფიული, თემატური ან სპეციალური რუკის ციფრული მოდელი. მიიღება კარტოგრაფიული წყაროების დიგიტალიზაციის, დისტანციური ზონდირების მონაცემთა ფოტოგრამმეტრიული დამუშავების, საველე აგეგმვების მონაცემების რეგისტრაციის გზით. წარმოდგენილია X და Y კოორდინატების რიცხვითი მნიშვნელობებით, Z განზომილებით და კოდირებული ატრიბუტული მონაცემებით. წარმოდგენს საფუძველს ტრადიციული და ელექტრონული რუკების შესადგენად. [36]

წ.

წერტილი (point, point future) - ნულგანზომილებიანი ობიექტი, სივრცითი ობიექტების ერთ-ერთი ტიპი. კომპიუტერულ გრაფიკაში წერტილოვანი ობიექტებისთვის ისევე, როგორც ხაზოვანი და პოლიგონური ობიეტებისთვის იქმება ცალკე წერტილოვანი ფენა. [36]

წარწერები რუკაზე (lettering, map inscriptions) - რუკაზე მოთავსებული ყველა გეოგრაფიული სახელწოდება, განმარტება, ანბანური და ციფრული აღნიშვნა კარტოგრაფიული სახვითი საშუალებებთან ერთად რუკის შინაარსის გადმოცემის საშუალებაა. რუკაზე წარწერები შერჩევით უკეთდება ოროგრაფიულ და ჰიდროგრაფიულ ობიექტებს მათი მნიშვნელობის მიხედვით. წარწერა უკეთდება ყველა დასახლებულ პუნქტს, რომელიც რუკაზე აღნიშნულია წინასწარ განსაზღვრული ადმინისტრაციული მნიშვნელობის

და რიცხოვნობის საფუძველზე. აუცილებელია დადგენილი ფერებისა და შრიფტის სტილის სტანდარტების დაცვა. [36]

წერტილის წონა (value represented by point simbol) - წერტილოვანი სიმბოლოს მნიშვნელობა, ერთი წერტილის საფასური – წონა, რომლის შერჩევა დამოკიდებულია რუკის დანიშნულებაზე. რაც უფრო ნაკლებია წერტილის წონა, მით უფრო ხშირია წერტილები, დიდია შინაარსის აღქმის ეფექტი, მაგრამ შეუძლებელი წერტილების დათვლა. წერტილის წონის გაზრდით წერტილები ხდება მეჩხერი, ადვილია მათი დათვლა, საფასურზე გამრავლება და მოვლენის რაოდენობირივ მაჩვენებლის განსაზღვრა. [36]

ხ

ხაზი (line, line feature) - ერთგანზომილებიანი ხაზობრივი ობიექტი, სივრცითი ობიექტების ერთ-ერთი ტიპი, კარტოგრაფიიულ გრაფიკაში ხაზობრივი გავრცელების ობიექტების გამოსახვის ტრადიციული საშუალება. კომპიუტერულ გრაფიკაში ხაზობრივი ობიექტებისთვის, ისევე, როგორც წერტლოვანი და ფართობულისთვის იქმნება ცალკე ფენა. [36]

ხელოვნური ინტელექტი (artificial intelligence) - (კარტოგრაფიაში) ავტომატური და კიბერნეტიკული სისტემების გამოყენებით ადამიანის ცალკეული შემოქმედებითი ფუნქციის შესრულება. [36]

ხოროლოგია (geonemy) - სამეცნიერო მიმართულება გეოგრაფიაში, რომლის უმთავრესი ფუნქციაა კვლევის ობიექტის სივრცედ განხილვა, სადაც საგნებისა და მოვლენებს შორის კავშირები მიზეზ-შედეგობრივ ხასიათს ატარებს. ხოროლოგიურ კონცეფციასთან დაკავშირებით დღესაც დიდი დისკუსია მიმდინარეობს გეოგრაფებს შორის. [67]

ჰიდროენერგეტიკის რუკა (hydroenergetic map) - გამოსახავს ტერიტორიის ჰიდროენერგეტიკულ პოტენციალს, ჰიდროელექტროსადგურების განლაგებას, ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებს, ელექტროენერგიის წარმოებას და მოხმარებას. ჰიდროელექტროსადგურების დახასიათება ხდება სიმძლავრის, მუშაობის რეჟიმის, გარემოზე ზემოქმედების ხარისხის მიხედვით. [36]

ჰიდრობიოლოგიური რუკა (hydrobiological map) - გამოსახავს ჰიდროსფეროში მიმდინარე პროცესებს ბიოსამყაროს მონაწილეობით. აისახება: აკვატორიის ბიომასა, ბიორესურსები, მათი ეკოლოგიური მდგომარეობა, სარეწაო მნიშვნელობა. [36]

ჰიპერტექსტი (hypertext) - ინფორმაციის ორგანიზაციის ხერხი, როდესაც ტექსტური და გრაფიკული დოკუმენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ისეთი სისტემით, რომელიც უზრუნველყოფს დოკუმენტის მოქნილ, ოპერატიულ მოძიებას და ვიზუალიზაციას მისი კომპიუტერის ეკრანზე გამოტანით.

ჰიდროგეოლოგიური რუკა (hydrogeological map) - გამოსახავს მიწისქვეშა წყლების განლაგების რეჟიმს და პირობებს, მათ მოძრაობას, თვისობრივ და რაოდენობრივ მახასიათებლებს, ეკოლოგიურ მდგომარეობას. აგრეთვე – მთის ქანების ფილტრაციულ თვისებებს, წყალშემცველ ჰორიზონტებს, წყალგაუმტარ ფენებს, მინერალიზაციას, ტემპერატურას და მიწისქვეშა წყლების სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ პარამეტრებს. სპეციალური დანიშნულების რუკებზე მიუთითებენ მიწისქვეშა წყლების მარაგს, მათი დაცვისა და ექსპლუატაციის პირობებს. [36]

ჰიდროგრაფიული რუკა (hydrographic(al) map) - 1. გამოსახავს ხმელეთის ჰიდროგრაფიული ქსელის სტრუქტურასა და მორფოლოგიას, მუდმივ და დროებით წყალსატევებს, ტბებს, არხებს,

წყალსაცავებს; 2. სპეციალური სანავიგაციო რუკა, რომელიც უზრუნველყოფს ნაოსნობას წყლის შიდა ქსელში. [36]

ჰიპოთეზური რუკა (hypothetic(al) map) - რუკა, შედგენილი რაიმე ჰიპოთეზის, დაშვების, წინადადების საფუძველზე, რაც გამოწვეულია ფაქტობრივი მონაცემების ნაკლებობით.

ჰისტოგრამა (histogram) - სვეტოვანი დიაგრამა, რომელიც გამოსახავს კარტოგრაფირებადი მაჩვენებლის განაწილების სიხშირეს. გამოიყენება როგორც ლოკალიზებული დიაგრამა ან კარტოდიაგრამა. [36]

ჰიუგენსი (Huygens) კრისტიან, 1629-1695 წ.წ. - ცნობილი ჰოლანდიელი მათემატიკოსი, მეცნიერი. (ასტრონომიის, ფიზიკის, ალბათობის დარგში), გამომგონებელი (მათ შორის ქანქარიანი საათის შემქმნელი), თეორიული მექანიკის და ალბათობის თეორიის ერთ-ერთი ფუძემდებელი. სწავლობდა ლეიდენის და ბრენდის უნივერსიტეტებში. გამოქვეყნებული აქვს ნაშრომები წრეწირის, ელიფსის და ჰიპერბოლას რკალის შესახებ, განსაზღვრა წრეწირის სიგრძის დიამეტრთან შეფარდება. საკუთარი ძალებით გააუმჯობესა ტელესკოპი, რომლის დახმარებითაც აღმოაჩინა სატურნის თანამგზავრი ტიტანი, აღწერა სატურნის მთელი სისტემა, ასევე აღმოაჩინა ყინულის საფარი მარსის პოლუსზე, ორიონის და სხვა ნისლეულები. ტრაქტატში „სინათლის შესახებ“ გადმოსცა სინათლის ტალღოვანების თეორიის საფუძვლები, არის დიოსკოპიური პროექტორის შექმნელი, დააპატენტა ჯიბის საათი. ასევე შექმნილი აქვს სხვა მრავალი ღირებული ნაშრომი. ლონდონი სამეფო საზოგადოების პირველი უცხოელი წევრი, საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი და პირველი პრეზიდენტი. დაკრძალულია მშობლიურ ჰააგაში (ჰოლანდია). [73]

ჰიფსოგრაფიული მრუდი (hypsographic(al) curve) - გრაფიკი, რომელიც გამოსახავს მთელი პლანეტის, მისი ცალკეული ტერი-

ტორიების, აკვატორიის სიმაღლეებისა და სიღრმეების განაწილებას, ჰიფსომეტრიული საფეხურების ფართობების ცვლას. სიმაღლეებისა და სიღრმეების ნიშნულები გადაითვლება ორდინატთა ღერძზე. სიღრმეების განაწილება გამოისახება ბათიგრაფიულ მრუდზე. [36]

ჰიფსომეტრიული რუკა (hypsometric(al) map) - დეტალურად გამოსახავს ხმელეთისა და ზღვის ფსკერის რელიეფს იზოჰიფსებითა და იზობათებით. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა რელიეფის ტიპებისა და მორფოლოგიის სწორად წარმოდგენას. აღქმის ეფექტის გაძლიერება ხდება იზოჰიფსებისა და იზობათების საფეხურების ფენობრივი შეფერილობით ფერადი სკალის შესაბამისად, რასაც ჰიფსომეტრიული სკალა ეწოდება. შეფერილობის პრინციპი ასეთია: რაც უფრო ღრმა ან მაღალია, ფერი მით უფრო მუქია. სიღრმეების სპექტრია – ბაცი ცისფრიდან ლურჯისკენ, ხოლო სიმაღლეებისა – მწვანიდან – ყვითლისკენ და ყავისფერისკენ. [36]

ჰიფსომეტრიული საფეხური (vertical interval) - სიმაღლითი ინტერვალი (სიმაღლეთა სხვაობა) ჰორიზონტალებს შორის. იგი მუდამ შესაბამისობაშია ყოველი კონკრეტული რუკისათვის დადგენილი რელიეფის კვეთის სიმაღლესთან. [36]

ჰორიზონტი (horizon) - 1. დედამიწის ზედაპირის ნაწილი, რომელიც ხვდება დამკვირვებლის ხედვის არეში გაშლილ ადგილზე და შემოიფარგლება ცისა და ხმელეთის გამყოფი ხაზით. ხედვის ჰორიზონტის დიამეტრი იმატებს დაკვირვების სიმაღლის მატების შესაბამისად. 2. მთის ქანებში რაიმე ნიშნის მიხედვით გამოყოფილი ფენა (შრე), რომელიც გამოიყენება გეოლოგიურ კარტოგრაფიაში. 3. ნიადაგის პროფილის ფენა (ნიადაგის ჰორიზონტი). [36]

ჰორიზონტული მასშტაბი (horizontal scale) - გეოგამოსახულების ჰორიზონტული მონაკვეთის სიგრძის შეფარდება შესაბამის

სიგრძესთან ბუნებაში. გამოიყენება სამგანზომილებიანი გეოგამოსახულებებისა და პროფილების აგების დროს, როდესაც მხედველობაშია მიღებული აგრეთვე ვერტიკალური მასშტაბიც. [36]

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ყარალაშვილი, ნ., გიგინეიშვილი, ლ. გეოინფორმაციული სისტემები სატყეო საქმეში. თბ.: სტუ, 2016. (რეკომენ. სტუ-ს სარედ.-საგამც. საბჭოს მიერ. 28.10.2015, ოქმი №2. იბეჭდება)

2. საქართველოს კანონი „გეოდეზიური და კარტოგრაფიული საქმიანობის შესახებ". 28.04.1998. (ცვლილება კანონში N4684 27.04.2007.).

3. Чанда, А., Гош, С. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. [перев. с англ. Техносфера]. М.: "Техносфера", 2008.

4. Бунге, В. Теоретическая География. [перев. с англ. В. Я. Барласа, В. Б. Кузнецова и Ю. В. Медведкова.] М.: ПРОГРЕСС", 1967.

5. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков. М.: "КДУ", 2008.

6. Берлянт, А. М. Геоинформационное картографирование. М. 1997.

7. ასლანიკაშვილი, ალ. კარტოგრაფია ზოგადი თეორიის საკითხები. თბ.: „თსუ", 1968.

8. Асланикашвили, А. Ф. Метакартография основные проблемы. Тб. 1974.

9. Неклюкова, Н. П. и др. География. (2-е изд.). М.: "АСТ-ПРЕСС ШКОЛА", 2008.

10. ლიპარტელიანი, დ. კარტოგრაფია და გეოინფორმატიკა. „მეცნიერება და ტექნიკა". 1992 წლის იანვარ-თებერვალი.

11. Баранов, Ю. Б. и др. Геоинформатика. Толковой словарь основных терминов. М.: "ГИС-Ассоциация", 1999.

12. Савиных, В. П., Цветков, В. Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. М.: "Картгеоцентр-Геодезиздат", 2001.

13. ДеМерс, М. Географические Информационные Системы. Основы. [перев. с англ. Дата+] М.: "Дата+", 1999.

14. Раклов, В. П. Географические информационные системы в тематической картографии. М.: "Академический проект", 2014.

15. Иванников, А. Д. и др. Геоинформатика. М.: "МАКС Пресс", 2001.

16. ნიკოლაიშვილი, დ. და სხვ. გეოინფორმაციული სისტემების განვითარების ისტორიიდან. „საქართველოს გეოგრაფია". 2004 წ., №3.

17. Атрошенко, О. А., Толкач, И. В. Геоинформационные системы в лесном хозяйстве. Минск. 2003.

18. Основы Геоинформатики. (Под ред. проф. В. С. Тыкунова). "academia", 2004. Т. 1.

19. Гохман, В. В. ESRI: от истоков до наших дней. "ArcReview". 2011 г., № 4(59).

20. Гоциридзе, Г., Хурцидзе, М. ГИС в Грузии. "ArcReview". 2007 г., № 4 [43].

21. ნიკოლაიშვილი, დ. გეოინფორმაციული და ექსპერტული სისტემები. თბ.: თსუ, 2004.

22. Микеладзе , Г., Цагуриа, Л. Градостойтельство и ГИС в Грузии. "ArcReview" 2002 г., № 3 [22].

23. Сохадзе, И., Амиреджиби, К. Использование ГИС в транспортной сфере Грузии. "ArcReview" 2007 г., № 3 [42].

24. ღონღაძე, გ. გეოლოგიის საფუძვლები. თბ.: „თსუ", 2001.

25. Общая геология. (Под ред. А.К. Соколовского.) М.: "КДУ", 2003. Т. 1.

26. Geodesy for the layman (5th. ed.). US department of commerce, National oceanic and atmospheric administration, National oceanic Service. 1985.

27. Перфилов, В. Ф., Скогорева, Р. Н., Усова, Н. В. Геодезия. (2-е изд. перераб. и доп.), М.: "Высш. шк.", 2006.

28. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. (მთ. რედ. ირ. აბაშიძე.) თბ. 1978. ტ. III.

29. სამადბეგოვი, ა. კარტოგრაფიის საფუძვლები. თბ.: „თსუ", 1977.

30. ცხაკაია, ს. კარტოგრაფია. თბ.: „თსუ", 1962.

31. Huisman, O. Rolf A. de by. Principles of Geographic Information Systems. ITC Educational Textbook Series, 2009. (pdf.)

32. კეკელია, ჯ. მათემატიკური კარტოგრაფიის ზოგადი კურსი. თბ. 2004.

33. Андрианов, В. Координаты пространственных данных. "Arc-Review". 2001 г., № 2 (17).

34. АНГЛО-РУССКИЙ СЛОВАРЬ ПО КАРТОГРАФИИ, ГЕОДЕЗИИ И АЭРОФОТОТОПОГРАФИИ. (Сост. Г. Л. Гальперин, ред. Е. М. Поспелов. 2-е изд. перераб. и дополн.) М.: "СОВЕТСКАЯ ЭНЦИКЛОПЕДИЯ", 1968.

35. ლაოშვილი, ზ. გამოყენებითი კარტოგრაფიის საფუძვლები (გეოინფორმაციული სისტემების სპეციალისტებისთვის). თბ.: „გეოიდი 2011", 2011.

36. ლიპარტელიანი, გ., ლიპარტელიანი, დ. გეოგრაფიული კარტოგრაფიის ტერმინოლოგიური ცნობარი. თბ.: „უნივერსალი", 2012.

37. Гостева, А. А. и др. Геоинформационные системы и технологии. Красноярск: "СФУ", 2007. [pdf].

38. გორდეზიანი, თ. რუკათმცოდნეობა. თბ. 2004. (I ნაწილი)

39. Салищев, К. А. Картоведение. (изд. 3-е) . М.: "МГУ", 1990.

40. ასლანიკაშვილი, ალ. რა უნდა ვიცოდეთ გეოგრაფიული რუკის შესახებ. თბ.: „საქართ. სსრ მეცნ. აკად. გამომ". 1953.

41. საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტო. [ინტერნეტი] https://napr.gov.ge/p/572.

42. Бугаевский, Л. М. Математическая картография. М.: "Златоуст", 1998.

43. Берлянт, А. М. Картография. М.: "Аспект Пресс", 2002.

44. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. (перев. А. Демьяникова и А. Кирюшина) М.: "Техносфера", 2010.

45. Берлянт, А. М. "Большая Картография" или интеграция картографии, геоинформатики и дистанционного зондирования. http://base.dnsgb.com.ua/files/book/bolshayakartografiya.pdf

46. Книжников, Ю. Ф., Кравцова, В. И., Тутубалина, О. В. Аэрокосмические методы в географических исследований. М.: "Академия", 2004.

47. Токарева, О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли. Томск: "Изд-во Томского политех. Унив.", 2010.

48. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. (მთ. რედ. ირ. აბაშიძე) თბ. 1975. ტ. I.

49. Smithsonian National Air and space museum. [Online] https://airandspace.si.edu/exhibitions/looking-at-earth/online/the-sky-spies/.

50. AERIALSURVEY.COM. [Online] http://www.aerialsurvey.com/wp-content/uploads/2012/09/ADS40-52.jpg.

51. Лаврова, Н. П., Стеценко, А. Ф. Аэрофотосъемка. Аэрофотосъемочное оборудование. М.: "Недра", 1981.

52. Союз (космический корабль) . wikipedia.org. [В Интернете] https://ru.wikipedia.org/wiki/Союз_(космический корабль).

53. Салют (космическая программа). wikipedia.org. [В Интернете] https://ru.wikipedia.org/wiki/Салют_(космическая программа).

54. Аристов, М. Космический снимок или аэросъемка для картографирования в крупных масштабах, что выбрать? "Геопрофиль" 2011 г. № 01

55. Медведев, Е. М., Данилин, И. М., Мельников, С. Р. Лазерная локация земли и леса. (2-е изд.), Москва-Красноярск: "Геолидар", 2007.

56. Павлов, В. И. Фотограмметрия. Теория одиночного снимка и стереоскопической пары снимков:. (2-е изд. , перер.и доп.) СПб.: "Санкт-Петербург. госуд. горн. институт", 2006.

57. ჩეკურიშვილი, რ. ფოტოგრამმეტრია. თბ.: „განათლება“, 1965.

58. Назаров, А. С. Фотограмметрия. Мн.: "ТетраСистемс", 2006.

59. Картавцева, Е. Н. Картография. Томск: "Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та", 2010.

60. Берлянт, А. М., Мусин , О. Р., Собчук , Т. В. . Картографическая генерализация и теория фракталов. М. 1998.

61. ნიკოლაიშვილი, დ. კომპიუტერული გენერალიზაციის ზოგიერთი საკითხი. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“. 2005 წ. №10-12

62. Журкин, И. Г., Шайтура, С. В. Геоинформационные системы. М.: "КУДИЦ-ПРЕСС", 2009.

63. Петров, В. Н. Информационные системы. СПб.: "Питер", 2003.

64. Капралов, Е. Г., и др. Геоинформатика. М.: "Академия", 2005.

65. Королев, Ю. К. Общая геоинформатика. М.: "Дата+", 1998. ч. 1

66. Топчилов, М. А., Ромашова, Л. А., Николаева, О. Н. Картография. (2-е изд., перераб. и доп.) Новосибирск: "СГГА", 2009.

67. ნიკოლაიშვილი, დ. გეოგრაფიის კვლევის მეთოდები. თბ.: „თსუ“, 2014.

68. Нестеренок, М. С. Геодезия. Минск: "Высш. шк.", 2012.

69. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. (მთ. რედ. ირ. აბაშიძე.) თბ. 1979. ტ. IV.

70. —. თბ. 1983. ტ. VI.

71. —. თბ. 1984. ტ. VIII.

72. Posidonius . wikipedia. org. [online] https://en.wikipedia.org/wiki/Posidonius.

73. Christiaan Huygens. wikipedia.org. [online] https://en.wikipedia.org/wiki/Christiaan_Huygens.

74. Таненбаум, Э., Остин, Т. Архитектура компютера. (перев. с анг. Питер.) Спб.: Питер, 2013.

75. თევზაძე, ს., ცუცქირიძე, ს. გეოდეზია ტოპოგრაფიის საფუძვლებით. თბ.: „სტუ", 2008.

76. კეჩხოშვილი, ე. გეოდეზიის საფუძვლები. თბ.: „დანი", 2010.

77. შენგელია, გ. გეოდეზიის საფუძვლები. თბ.: „ცოდნა", 1964.

78. უკლება, დ. გეოგრაფიის ტერმინოლოგია. თბ.: „მეცნიერება", 1967.

79. Burrough, P.б McDonnell, R. Principles of Geographical Information Systems. "OXFORD UNIVERSITY PRESS", 1998. (pdf)

80. United Nation, Department of Economic and Social Affairs Statistics Division. Handbook on geographic information systems and digital mapping. New York. 2000. (pdf)

81. Meaden , J. Aguilar-Manjarrez, J., Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture. Rome. 2013. (pdf)

82. Лайкин, В. И., Упоров, Г. А. ГЕОИНФОРМАТИКА. Комсомольск-на-Амуре: "АмГПГУ", 2010.