

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS  
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**V.A.STATOV, P.R.REYMOV, N.K.MAMUTOV**

**FAZOVIIY TAHLILLAR**

**Oliy ta‘lim muassasalarining 5A311502 – “Geodeziya va kartografiya  
(geoinformatika)” magistratura ta‘lim yo‘nalishi bo‘yicha tahsil olayotgan  
talabalari uchun o‘quv qo‘llanma**

**TOSHKENT – 2015**

## T a q r i z c h i l a r:

Ergeodezkadastr Davlat qo‘mitasi Geodeziya va kartografiya Milliy markazi bosh muhandisi *X.Magdiev*,

Qoraqalpoq Davlat universiteti geografiya kafedrasida dotsenti,  
g.f.n. *K.Allanazarov*,

Mazkur qo‘llanma 5A311502 – «Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)» yo‘nalishi mutaxassisligida ta‘lim olayotgan magistrantlarga mo‘ljallangan bo‘lib, unda geografik hisoblashlarga kirish, rastr ma‘lumotlar, tasvirlash xususiyatlari, yaqinlik tahlili, chiqarib olish tahlili, tarmoqlar tahlili, fazoviy interpolyatsiya, yuzalar tahlili, ko‘p o‘lchamli ma‘lumotlar tahlili kabi bir necha tahlil qilish usullariga va geoaxborot tizimlarida qaror qabul qilishda qo‘llab-quvvatlash kabi mavzularga keng to‘xtab o‘tilgan. Qo‘llanmadan iqtidorli talabalar, stajyor-tadqiqotchi-izlanuvchilar, yosh olimlar va umumiy o‘rta ta‘lim muassasalarining o‘qituvchilari va boshqa barcha qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

**O‘quv qo‘llanma TEMPUS “GE-UZ - Geoinformatika: O‘zbekistonda barqaror rivojlanishga erishishni ta‘minlash” loyihasi bevosita ko‘magida nashrga tayyorlandi.**

## KIRISH

Hozirgi paytda geografik tadqiqotlarda obyektlarni fazoviy tahlil qilishda bir necha usullardan keng foydalaniladi. Mazkur qo'llanmada fazoviy tahlillarning bir necha usullari haqida umumiy tushunchalar berilgan. Kitobda geografik hisoblashlarga kirish, rastr ma'lumotlar, tasvirlash xususiyatlari shuningdek, fazoviy ma'lumotlarning rastr modellari va kartografik modellashtirish, lokal (nuqtaviy) operatsiyalar, qo'shni operatorlar, zonal operatsiyalar haqida to'xtab o'tilgan. Shu bilan birga yaqinlik tahlili va uni amalga oshirish usullari, jumladan, obyektga yo'naltirilgan yaqinlik vositalari, qatlamlar asboblari va jadvallarda ko'rinishi, evklid oralig'i, evklid oralig'i bo'yicha taqsimlash, evklid yo'nalishi, baholash oralig'i, yo'l masofasi kabi mavzular keng yoritib berilgan.

Mazkur qo'llanmada chiqarib olish tahlili va uning turlari haqida batafsil ma'lumot berilgan. Uning turlaridan atribut bo'yicha chiqarib olish, shakllar bo'yicha chiqarib olish, doira bo'yicha chiqarib olish, to'g'ri to'rtburchakli shakl bo'yicha chiqarib olish, joylashish bo'yicha chiqarib olish, nuqtalarning joylashishini chiqarib olish, niqob bo'yicha chiqarib olish, nuqtaviy obyektlarga yacheykalar belgisini chiqarib olish, ustma-ust qo'yish tahlili asoslari kabilar keng ochib berilgan.

Shuningdek, kitobda tarmoqlar tahlili haqida ham to'xtab o'tilgan. Bunda tarmoqlar tahlili tushunchasidan tortib geometrik tarmoqlar (kommunikatsiya va daryo tarmoqlari), tarmoqlar ma'lumotlari to'plami (transport tarmoqlari), multimodal tarmoqli ma'lumotlar to'plamlari va uch o'lchamli tarmoqli ma'lumotlar to'plamlari kabi mavzular keng yoritib berilgan.

Mazkur kitobda fazoviy interpolatsiyaga ham tʻyxtab yʻtilgan boʻlib, unda fazoviy interpolatsiya va kriging tushunchalariga umumiy taʻrif berilgan.

Kitobda yuzalar tahlili haqida umumiy tushuncha berishdan tortib yuzalarni yaratish, interpolatsiya asboblari, yuzalar tahlili, relef tahlili, koʻrinish tahlili, hajm tahlili, TIN dan maʼlumotlarni chiqarish va izochiziqnlarni chiqarish kabi mavzular boʻyicha maʼlumotlar berilgan.

Qoʻllanmada koʻp oʻlchamli maʼlumotlar tahliliga ham keng tʻyxtab yʻtilgan boʻlib, bunda maksimal turda oʻxshash sinflarning ehtimolligi va asosiy komponentlar usuli tahlilining asosiy printsiplari kabi mavzular har tomonlama yoritib berilgan. Shuningdek kitobda geoaxborot tizimlarida qaror qabul qilishda qoʻllab-quvvatlash haqida umumiy maʼlumotlar berilgan.

Mazkur kitob oʻzbek tilida ilk bor chop etilayotganligi sababli ayrim kamchiliklar boʻlsa, mualliflar barcha taklif va mulohazalaringizni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

# **1-bob. GEOGRAFIK HISOBLASHLARGA KIRISH, RASTR MA'LUMOTLAR, TASVIRLASHNING O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI**

## **1.1. Fazoviy ma'lumotlarning rastr modellari va kartografik modellashtirish**

Ikki o'lchovli massiv funktsiyalari va tadqiqotlari to'plamiga o'xshash kartografik algebra (Map algebra) atamasi birinchi bo'lib amerikalik geograf Dana Tomlin tomonidan taklif etilgan.

Qo'shish, ayirish, substraktsiyani darajaga ko'tarish kabi elementar amallar kabi an'anaviy algebraga o'xshash karta algebra rastr maydonlari maxsus kenglik munosabatlari operatsiyalarni bajarishda mantiqiy tarzda joylashtirilgan. Shu kabi vositalar tizimi juda ko'plab an'anaviy matematik imkoniyatlarni va bunga qo'shimcha kartani tasvirlashda oddiy geometrik elementlar to'plamini o'z ichiga oladi. Matritsali algebradagi kabi yangi operatsiyalar paydo bo'ladi. Matritsani transpozitsiyalash, aylantirish hamda diagonal shakliga olib kelish – an'anaviy chiziqli algebra keng tarqalgan amallarni misol qilishimiz mumkin.

Xuddi shunday, fazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash xususiyatlari yangi tipdagi operatorlarni keltirib chiqaradi. Hozirgi vaqtda bu o'ziga xos til ko'pgina geoaxborot tizimlarida amalga oshirilgan va fazoviy bog'langan ikki o'lchovli massivlar ustida bajariladigan raqamli operatsiyalarni tasvirlash uchun andozaga aylangan.

Ma'lumotlar turlari nuqtai nazaridan ular butun sonli rastrlar va moddiy turdagi rastrlarga bo'linadi. Ikkinchi tur rastrlar, ravshanki, relefning va tabiiy jarayonlarning har xil turlarini modellashtirishda keng qo'llaniladi. Butun sonli rastrlar overley — tahlillarda, tasvirlarni segmentatsiya qilishda, indeksli maydonlari va shu kabi ishlarni bajarishda foydali bo'ladi va h.k.

Karta algebra, asosiy operatsiyalar;

Fokal operatsiyalar, zonal operatsiyalar;

Geofazoviy modellashtirish, karta algebrasidan foydalangan holda;

Sirtlar, maksimumlar, minimumlar, maxsus nuqtani morfologik tahlil qilish.

Fazoviy ma'lumotlarni massiv shaklida tasvirlash har xil operatsiyalardan va funktsiyalardan foydalanishga imkoniyat yaratadi. Ular yordamida turli darajadagi murakkablikka ega bo'lgan fazoviy fenomenlar asosida geoaxborot modellarini yaratish mumkin. Bunda oddiy rastrli yacheykalar operatsiyalari to'plamidan model yaratilib, bu, o'z navbatida, yacheykalar tavsiflarining o'zgarishiga olib keladi.

Amerikalik olim Dana Tomlin tomonidan Map algebra (matematik ma'noda algebra) yoki kartalar algebrasi deb nomlangan guruhni tashkil etuvchi muvofiqlashtirilgan operatsiyalar to'plami taklif etilgan edi. Hozirgi paytda bunday operatsiyalar va funktsiyalar to'plami deyarli barcha geoaxborot tizimlarida ArcGIS, IDRISI, GRASS, PCRaster kabi rastr ma'lumotlari bilan ta'minlovchi ishlarda u yoki bu ko'rinishda joriy etilgan.

Demak, karta algebrasini amalga oshirish detallari dasturdan dasturga o'tganda o'zgarishga uchrasa ham asosiy kontseptsiyalar o'zgarishsiz qoladi. Rastr geografik ma'lumotlarni qayta ishlash usullari izolyatsiyalangan yacheykalari (nuqtaviy operatsiyalar), qo'shni yacheykalar bilan hisoblaganda (yondosh operatsiyalar, zonal va umumiy operatsiyalar) analitik va arifmetik funktsiyalar, mantiqiy operatsiyalar, munosabatlar operatori, taqqoslash, yaxlitlash va hokazolarni jamlaydi.

Yondosh operatsiyalardan foydalanish tekislash, chekkalarni ko'rsatish, polosali filtrlar kabi tasvirlash qayta ishlash vositalariga o'xshash sirpanuvchi darchali filtrlarni osongina amalga oshirishga imkoniyat yaratadi. Hududlar bilan ishlash operatsiyalari sirtning muayyan uchastkalari bo'yicha hisoblashlarni bajarishga imkon beradi (masalan, har xil landshaftlarni bir-biridan ajratish bilan).

Ayrim hollarda, masalan, PCRaster dasturlarida operatsiyalarning standart to'plami qo'shimcha funktsiyalar hisobiga kengaytirilgan hollarda bularni geomorfologik va gidrologik tahlillarda, cost-path tahlillari operatorlari deb tushunishimiz lozim.

Kartalar algebrasi operatorlari to'plami, ma'lumotlarni qayta ishlashda fazoviy va fazoviy-vaqtli tahlillar uchun maxsus moslangan o'ziga xos til yaratiladi.

Xususan, ayrim hollarda PCRaster dasturlarida bazaviy sintaksis quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$\text{Natija} = \text{Operator (Ifoda)}.$$

Shu bilan birga ifoda rastr ma'lumotlari yoki boshqacha bo'lishi, ya'ni operatsiyalarning qo'shilishi bo'lishi ham mumkin. Masalan, barcha qayta ishlash sohasi ma'lumotlarining maksimal qiyalik miqdorini izlash:

$$\text{Natija} = \text{mapmaximum (slope) (Elevation)}).$$

Qandaydir buyruqlarni murakkabroq dastur konstruktsiyalarga (skriptlar) birlashtirilib, buyruqlarning juda murakkab ketma-ketligini yaratish mumkin. Kartografik modellashtirishning bu usuli odatda statik deb belgilanadi, lekin bunday raqamli geografik modellarda vaqt hisobga olinmaydi.

Fazoviy-vaqtli tuzilishlarni qo'shimcha dinamik modellashtirish vositalari yordamida yaratish mumkin. Dinamik modellashtirishda har bir yacheykaning yangi atributlari faqat boshqa atributlarning funktsiyalarigina emas, balki vaqtning ham funktsiyalari sifatida hisoblab topiladi. Bu maqsadda maxsus metatildan foydalaniladi va uning yordamida foydalanuvchi dinamik modellarni yaratadi. Bu modellar kartalar algebrasining barcha to'plamlarini o'zida jamlaydi. Bunday nuqtai nazarning ustunligi shundaki, matritsali operatsiyalarni xilma-xil tashqi dastur usullarida hisoblashlarni taqqoslaganda model geoaxborot tizimlarining ichida amalga oshiriladi va bu tizimga uning barcha tahrir qilish usullari, vizuallashtirishning barcha vositalari, fazoviy ma'lumotlarni almashish to'liq integratsiyalashgan bo'ladi.

## **1.2. Lokal (nuqtaviy) operatsiyalar**

Lokal operatsiyalar sinfi rastr maydonning faqat alohida olingan bitta yacheykasi bilan o'zaro ta'sirlashuvchi, natijaviy rastr yacheykasining

xarakteristikalarini faqat atributlarga yoki yacheykalar ichidagi vertikal oqimlarga bog'liq bo'lgan funktsiyalarni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, lokal operatsiya natijasi rastr maydonidagi qo'shni yacheykalarning xarakteristikalariga bog'liq bo'lmaydi.

Arifmetik, trigonometrik, eksponentsiallik va logarifmlik funktsiyalar lokal operatorning eng oddiy turlari bo'lib hisoblanadi. Shu bilan birga yaxlitlash operatorlari, ekstremum (maksimum va minimum)ni topish, taqqoslash va shartli operatorlar aniq ko'rinadi. Bu erda mantiqiy operatorlardan ham foydalanish mumkin. Avvalo aniqlangan foydalanuvchi indeksli rastr bilan lokal operatsiyalarni tashqi jadval belgilaridan foydalanib ham bajarish mumkin. Bu erda tashqi jadval bilan indekslar bog'lanadi.

### 1.3. Qo'shni operatorlar

Qo'shni operatorlar rastr yacheykasini qo'shni yacheykalar bilan bog'laydi. Bunda yacheyka parametrlari atrofdagi yacheykalar bilan bog'lanish xarakteristikalariga bog'liq holda o'zgaradi. Har bir yacheyka uchun u yoki bu tarzda shu yacheyka bilan fazoviy bog'langan boshlang'ich rastr qatlam yacheykalari qiymatlariga bog'liq ravishda yangi qatlam ko'rinishida saqlanadi va hisoblab chiqiladi.

Qo'shni operatsiyalarni beshta asosiy kategoriyaga ajratish mumkin. Ular quyidagilar:

Birinchi, yacheykaning yangi qiymatini yacheyka atrofidagi kvadrat sohaning tarkibidagi yacheykalardan foydalanish yo'li bilan hisoblab chiqish mumkin. Bunday soha sirpanuvchi oyna deb ataladi va shuning uchun bu oynali operatsiyalar deb ham ataladi.

Oynali operatsiyalarni ikki guruhga ajratish mumkin: birinchi guruh sohaning biror statistik o'lchamini ko'rsatadi. Masalan, o'rtacha yoki ekstremal qiymatlar. Ikkinchi guruh sirtning topografik xarakteristikalarini hisoblash uchun zarur



bo‘ladi. Bu operatsiyalar sirpanuvchi hududning qiyaligini, jihatlarini va egriligini hisoblab chiqadi.

Ikkinchidan, yacheykaning yangi qiymati relefnig raqamli modeli bo‘yicha hisoblab topilgan oqim yo‘nalishining lokal tarmog‘idagi qo‘shni yacheykaga lokal oqim yo‘nalishini tasvirlab berishi mumkin. Bu sinf oqimning lokal yo‘nalish operatsiyalari deb ataladi.

Uchinchidan, yacheykaning yangi qiymati berilgan nuqtadan boshlanuvchi egri tekislikda joylashgan barcha yacheykalar qiymatlaridan foydalanib hisoblab chiqilishi mumkin. Bu operatsiya hisoblab chiqish (friction path) deb ataladi. Bu chiziq qarshilikni hisobga olgan holda eng qisqa masofa hisoblanadi.

To‘rtinchidan, yangi qiymatni faqatgina oqim maydonining yuqorisida joylashgan yacheykalardan foydalanish yo‘li bilan hisoblab chiqish mumkin. Nihoyat, qo‘shni operatsiyalarning beshinchi sinfi relefnig raqamli modeli bo‘yicha hisoblanayotgan yacheykalardan ko‘rinuvchanligiga asoslangan. Bu sinf odatda ko‘rinuvchanlik tahlili deb nomlanadi.

#### **1.4. Zonal operatsiyalar**

Karta algebrasi operatsiyalarining uchinchi guruhiga har bir yacheykaga mos yangi qiymatni berilgan zonani tashkil etuvchi va zonaga birlashtirilgan mavjud rastr qatlamlarining funktsiyasi sifatida hisoblab chiqish kiradi.

Zonal operatsiyalar ajratib ko‘rsatilgan fazoviy hududlar (zonalar) bo‘yicha yacheykalar qiymatlarining agregatsiyalanishini ta‘minlaydi.

Operatsiya fokal (nuqtaviy) operatsiyaga o‘xshash, lekin yacheykaning qiymati shu hudud bilan cheklangan kichik to‘plam yacheykalar asosida olingan. Fokal operatsiyalardan farqli ravishda hududga kirgan yacheykalar fazoviy betartib va ixtiyoriy tarzda olingan ma‘lumotlar to‘plami deb qaraladi. Ravshanki, bunday hisoblashlarni olib borish uchun zonalarning o‘zini aniqlash kerak bo‘ladi. Buning uchun berilgan hudud qaysi sinfga tegishli ekanligini aniqlovchi sanoqli butun va mantiqiy qatlamlar xizmat qiladi. Har bir zonal sinf uchun biror statistik funktsiya

hisoblab chiqiladi, ikkinchi qatlam yacheykalarining qiymatlar guruhidagi – o‘rtacha, maksimum, minimum va h.k.

Karta algebrasi operatsiyalarining to‘rtinchi guruhi – bu global operatsiyalardir. Ular karta bilan biriktirilgan barcha rastr yacheykalarining yoki yacheykalarning funktsiyasi sifatida faqatgina fazoviy bo‘lmagan yagona qiymatini biriktiruvchi operatsiyadir.

Karta algebrasidagi dinamik modellashtirish – bu vaqt davomidagi rivojlanuvchi jarayonlarni modellashtirishdir. Bunda har bir qadam uchun vaqt bo‘yicha operatsiyalar to‘plami vaqt bo‘yicha avvalgi qadam natijalari, shuningdek, vaqt bo‘yicha har bir qadamning atributiv ma’lumotlarini aniqlab beruvchi tashqi ma’lumotlar hisobga olinib. operatsiyalar ketma-ket takrorlanadi.

Bu funktsiya PCRaster dasturida amalga oshirilgan va u ArcGIS dasturida tashqi skriptlardan foydalanib (masalan, Python tilida) amalga oshirilishi mumkin.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Geografik hisoblashlar haqida tushuncha bering.
2. Lokal operatorlar deganda nimani tushunasiz?
3. Qo‘shnilik operatorlari deganda nimani tushunasiz?
4. Fazoviy ma’lumotlarning rastr modellari va kartografik model-lashtirish deganda nimani tushunasiz?
5. Zonal operatsiyalar deganda nimani tushunasiz?

## 2-bob. YAQINLIK TAHLILI

### 2.1. Obyektga yo'naltirilgan yaqinlik vositalari

GAT da beriladigan asosiy savollardan biri “nimaning yaqinida nima joylashgan?”

Masalan:

Bu quduq axlatxonaga qanday yaqinlikda joylashgan?

Daryodan 1000 metr oraliqdan qandaydir yo'l o'tadimi?

Ikkita joyning oralig'i qanday?

Qaysi obyekt yaqin, qaysi biri juda uzoqda joylashgan?

Qatlamdagi har bir obyektning o'zaro oralig'i qanday va boshqa qatlamdagi obyektlar oralig'i qanday?

Ko'chada bir obyektidan ikkinchi obyektgacha bo'lgan eng qisqa yo'l qaerdan o'tadi?

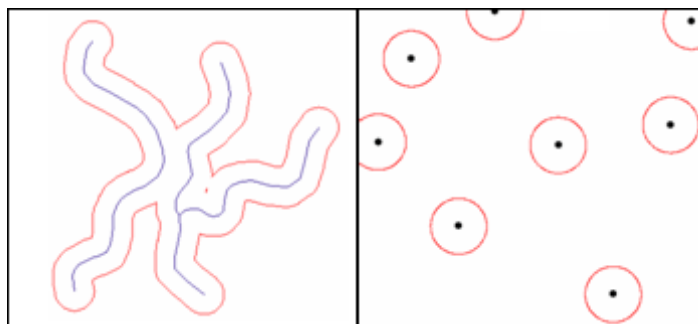
Yaqinlik tahlili vositalari ishlatiladigan kiruvchi ma'lumotlar turlariga qarab ikki toifaga ajratilishi mumkin: fazoviy obyektlar va rastrlar. Fazoviy obyektlar bilan ishlash vositalari chiquvchi ma'lumotlar tiplari bo'yicha ajralib turadi. Masalan, bufer vositasi chiqishda poligonal fazoviy obyektlarni keltirib chiqaradi, ularni keyin ustiga qo'yish vositalari va fazoviy tanlashda joylashishiga qarab qatlamlarni tanlash kabi asboblardan foydalanish mumkin. Eng yaqin obyekt kiruvchi fazoviy obyektlar uchun atributni o'lchash vositasini qo'shadi. Evklid oralig'i rastr bilan ishlash vositalari boshlang'ich yacheykalarining markazigacha bo'lgan masofani o'lchaydi. Masofani baholash rastr vositalari manba bilan belgilangan joygacha bo'lgan oraliqda har bir yacheykaning joylashgan bahosini hisoblaydi.

Fazoviy obyektlar ma'lumotlari bo'yicha yaqinlik munosabatlarini aniqlash uchun yaqinlik tahlili to'plami vositalaridan foydalanish mumkin. Bu vosita chiquvchi ma'lumotlarni jadvallar yoki fazoviy obyektlarning buferlari yordamida oladi. Buferlar, odatda, fazoviy obyektlarning muhofaza qilinadigan hududlarini

tasvirlash yoki ta'sir zonalarini ko'rsatish uchun qo'llaniladi. Masalan, siz maktabgacha bir kilometr masofada bo'lgan hududni bufer bilan o'rab, bu buferni uzoqda yashaydigan barcha o'quvchilarni tanlab olishingiz va shuningdek, ularni maktabga olib borishni va olib qaytishni rejalashtirishingiz mumkin. Siz to'plamli bufer vositasini uzoqlik sinflar bo'yicha fazoviy obyektning atrofidagi hududlarni tasniflash uchun foydalanishingiz mumkin. Masalan, endi yuz beradigan tahlil uchun yaqin, o'rtacha, katta masofa. Buferlar ayrim vaqtlarda tadqiq qilinayotgan berilgan ma'lumotlarni kesib olish yoki kritik masofa oralig'idagi fazoviy obyektlarni keyingi tahlil jarayonidan olib tashlash uchun foydalaniladi.

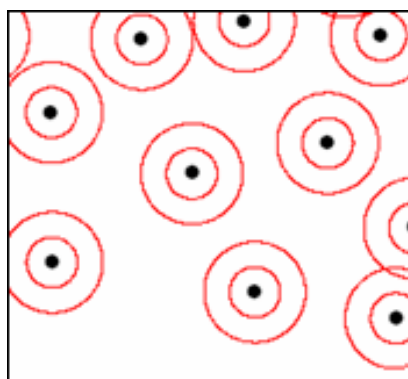
Bufer (Buffer) va to'plamli bufer (Multiple Ring Buffer) kirish obyekti atrofida ko'rsatilgan masofada fazoviy obyektlar hududlarini yaratadi (yoki bir necha belgili ko'rsatilgan oraliqlarda).

1-rasmda nuqta va chiziqlar atrofidagi buferlar namunalari keltirilgan:



**1-rasm.** Nuqtalar va chiziqlar atrofidagi buferlar

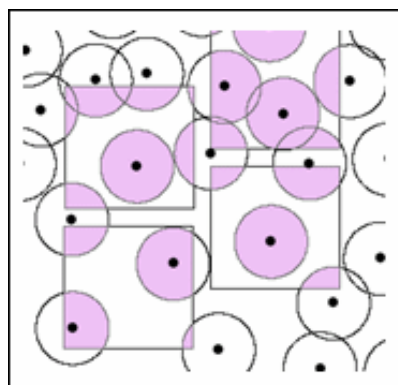
2-rasmda to'plamli bufer namunasi keltirilgan:



**2-rasm.** T̄yplamli bufer namunalari

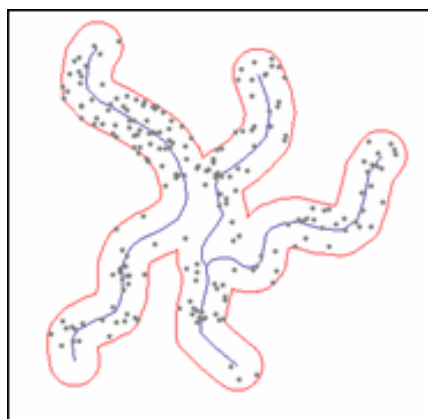
Buferlardan boshqa sinfdagi fazoviy obyektlar ichidan fazoviy obyektlarni tanlash uchun foydalanish yoki ularni ustiga qo'yish vositalari yordamida bufer zonaga tushadigan obyektlar bilan biriktirish mumkin.

3-rasmda poligonal fazoviy obyektlar bilan qoplangan buferlar bilan konturlashgan nuqtalarga misol keltirilgan:



**3-rasm.** Fazoviy obyektlar bilan qoplangan buferlar bilan konturlashgan nuqtalar

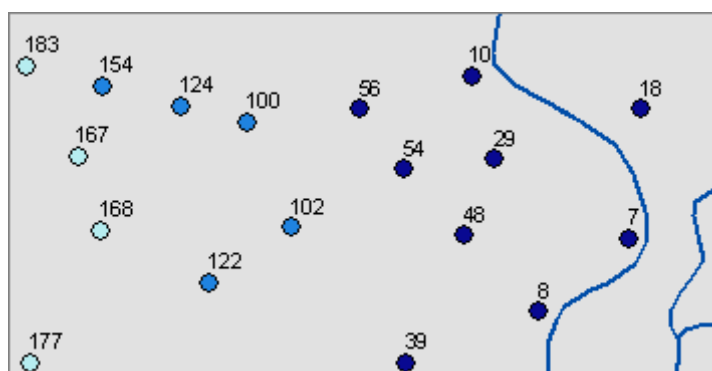
4-rasmda bufer zonasi bo'yicha kesib olingan tadqiq qilinayotgan hudud namunasi keltirilgan:



**4-rasm.** Bufer zonasi bo'yicha kesib olingan tadqiq qilinayotgan hudud

Eng yaqin obyekt vositasi fazoviy obyektlarning bir sinfidagi har bir nuqtadan boshqa sinfidagi nuqta yoki chiziqqacha bo'lgan masofani hisoblaydi. Siz bu vositadan turistik marshrutlardagi yovvoyi hayvonlarni, kuzatilayotgan joyga eng yaqin suv oqimini yoki eng yaqin avtobus bekatini belgilash uchun foydalanishingiz mumkin. Eng yaqin obyekt vositasi shuningdek, obyektning identifikatorini va qo'shimcha tarzda eng yaqin obyektga qarab koordinatalarni hamda burchagini qo'shadi.

Quyidagi 5-rasmda daryolarni, obyektlarga yaqin nuqtalarni ko'rsatuvchi namuna keltirilgan. Nuqtalar daryogacha oraliq bo'yicha ranglar bilan darajalangan va masofa qiymati yozib belgilangan.



**5-rasm.** Eng yaqin obyektlarning tasvirlanishi

6-rasmda daryoning eng yaqin fazoviy obyektigacha bo'lgan masofani ko'rsatuvchi nuqtalar atributlari jadvalining bir qismi berilgan.

	ID тузилиши	Яқинлик масофаси	Яқин бурчаги
	0	56	18.394009
	1	122	-31.848772
	2	195	-2.41069
	3	48	-35.72168
	4	105	-13.856518
	5	177	-10.703785
	6	75	-23.185714

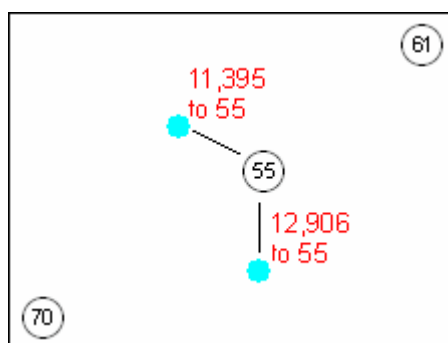
**6-rasm.** Nuqtalar atributlari jadvalining bir qismi

Nuqtalar orasidagi masofa vositasi fazoviy obyektlarning bir sinfidagi har bir nuqtadan boshqa fazoviy obyektlar sinfidagi qidiruv radiusi ichidagi nuqtalargacha bo‘lgan masofani hisoblab chiqadi. Bu jadvaldan statistik tahlil uchun foydalanilishi yoki u boshqa sinfdagi fazoviy obyektlar nuqtalarigacha bo‘lgan nuqtalar orasidagi masofani ko‘rsatish uchun fazoviy obyektlarning bir sinfiga birlashtirilishi mumkin.

Siz nuqtalar orasidagi masofa vositasidan ikki obyekt to‘plami orasidagi yaqinlik munosabatlarini tadqiq qilishda foydalanishingiz mumkin. Masalan, siz biznesning bir qancha yo‘nalishlari (teatrlar, restoranlar, muhandislik kompaniyalari, kompyuter do‘konlari)ni ifodalovchi bir nuqtalar to‘plami bilan muammoli kommunal obyektlar (axlatxona, singan derazalar, devorlardagi rasmlar) ning joylashishini ifodalovchi boshqa nuqtalar to‘plami orasidagi masofalarni taqqoslashingiz mumkin, bunda qidirish chegarasi lokal munosabatlarni aniqlash uchun 1 km atrofida bo‘ladi. Siz yakuniy jadvalni biznes yo‘nalishlari va mahalliy muammolar atributlari jadvaliga qo‘shib umumiy statistik qiymatini hisoblab chiqishingiz mumkin. Shunday qilib, bir nechta juft obyektlar uchun boshqalariga nisbatan aniqroq bog‘lanishni topish va olingan natijalarni kommunal axlat konteynerlarini joylashtirishni yoki politsiya patrullarining marshrutlarini rejalashtirish uchun qo‘llashingiz mumkin.

Shuningdek, nuqtalar orasidagi Masofa vositasidan nazorat qudug‘idan ma’lum masofada joylashgan barcha suv manbalarigacha masofani va yo‘nalishini topish uchun foydalanish mumkin.

Quyida nuqtalar orasidagi masofani tahlil qilish keltirilgan. Fazoviy obyektlarning bir sinfidagi har bir nuqta uchun ID belgilanadi, fazoviy obyektlarning boshqa sinfdagi eng yaqin joylashgan nuqtagacha masofa va yo‘nalish aniqlanadi (7-rasm).



**7-rasm.** Nuqtalar orasidagi masofa

Quyida nuqtalar orasidagi masofa jadvali keltirilgan bo‘lib, undan bitta nuqtalar to‘plami bilan bog‘langan va 55 nomli nuqtagacha bo‘lgan eng yaqin nuqtalarni tanlash uchun foydalaniladi (8-rasm).

	Маълумотлар киритилган нукта	Яқин нукта	Масофа
	56	47	11,320
	114	48	14,274
	49	51	14,327
	109	53	10,107
	81	55	12,906
	83	55	11,395
	61	56	8,563

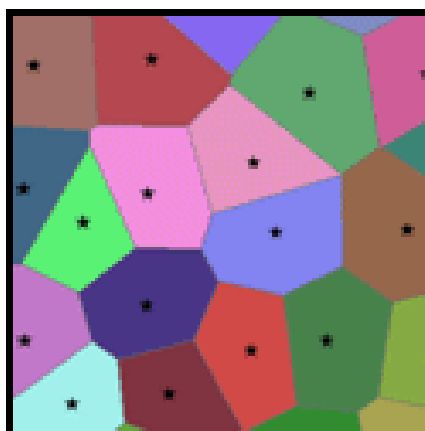
**8-rasm.** Nuqtalar orasidagi masofa jadvali

Har ikkala eng yaqin obyekt (Near) va nuqtalar orasidagi masofa (Point Distance) vositalari masofa haqida nuqtaviy obyektlar atributlarining kirish



jadvalida eng yaqin obyekt (Near) vositalari uchun raqamli atributlar ko‘rinishida va kirish sinfi obyektlarining ID sini va eng yaqin obyektlarni nuqtalar orasidagi Masofa vositalari uchun o‘z ichiga olgan alohida jadval ko‘rinishida axborotni qaytaradi.

Tissen poligonlarini yaratishda (Create Thiessen Polygons) vositasi qulay poligonal fazo bo‘ladi va uni eng yaqin nuqtaviy obyektga nisbatan taqsimlab, poligonal fazoviy obyektlarni yaratadi. Olinadigan natijalar rastrlar uchun Evklid oralig‘ini taqsimlash vositasining natijalariga o‘xshash bo‘ladi. Tissen poligonlari ba‘zan interpolatsiya bilan birga generalizatsiya qilish uchun hududga yaqinligini oddiy o‘lchash to‘plamidan foydalansa bo‘ladi. Tissen poligonlari ayrim paytlari proksimal poligonlar sifatida ham ma’lumdir. Ular berilgan poligonning uchidagi nuqtasiga yaqin turgan nuqtada joylashgan xudud kabi suv to‘planish maydonlarini modellashtirish uchun qo‘llanilishi mumkin. Quyida nuqtalar to‘plami uchun Tissen poligoni misol tariqasida keltirilgan (9-rasm).



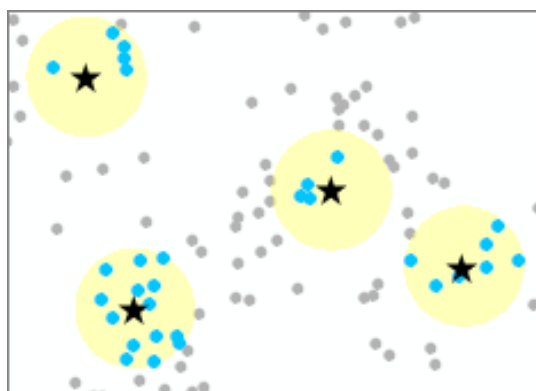
**9-rasm.** Tissen poligoni

Siz Tissen poligonlaridan o‘lchash vositalari to‘plami yordamida olingan o‘lchashlarni generalizatsiya qilish uchun foydalanishingiz mumkin. Ulardan iqlimni o‘rganishda, ularning atrofidagi hududlarni va xizmat ko‘rsatish zonasidagi do‘konlar qatorlarini modellashtirishda foydalansa bo‘ladi.

## **2.2. Qatlamlar vositalari va jadvallarni tasvirlash**

Qatlamda joylashishi bo'yicha tanlash (Select Layer By Location) GAT dagi tanlab olingan fazoviy obyektlar to'plamini bitta qatlamda obyektlarni qidirish yordamida o'zgartirishga imkoniyat beradi. Vektor ma'lumotlar bilan ishlashda boshqa vositalarga nisbatan qatlamni joylashishi bo'yicha Tanlash vositasi yangi fazoviy obyektlar yoki atributlarni yaratmaydi. Qatlamdan joylashishi bo'yicha Tanlash vositasi Qatlamlar va jadvallarni tasvirlash vositalari guruhida bo'ladi. Shuningdek, uni Tanlash Menyusidan ArcMap ilovasidan tanlab olish mumkin.

10-rasmda boshqa nuqtalarga qaraganda tanlangan masofalar chegarasida tanlab olingan nuqtalar namunalari keltirilgan. Buferlar esa bu masofani faqat sxematik belgilash uchun ko'rsatilgan.



**10-rasm.** Boshqa nuqtalarga nisbatan masofalar chegarasida tanlab olingan nuqtalar

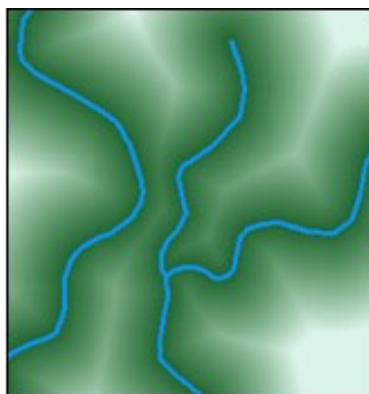
Siz hududdagi barcha magistrallar yoki barcha yaylovlarni tabiiy yong'in o'chog'idan 5 km masofada joylashganligini topish uchun joylashish bo'yicha Tanlash vositasidan foydalanishingiz mumkin.

Chiziqli tarmoqlar bo'yicha masofalarni tahlil qilish vositalari keyingi mavzuda keltiriladi.

### 2.3. Evklid masofasi

Evklid masofasida eng qisqa usul bilan o‘lchangan masofa yoki to‘g‘ri chiziqli masofa beriladi. Kiruvchi ma’lumotlarning berilgan to‘plamlari uchun har bir obyektgacha minimal masofa har bir yacheyka uchun hisoblanadi.

11-rasmda Evklid masofasi vositasining kirish ma’lumotlari namuna sifatida berilgan. Ularda rastr yaqin joylashgan daryo obyektigacha bo‘lgan masofa ko‘rsatilgan.



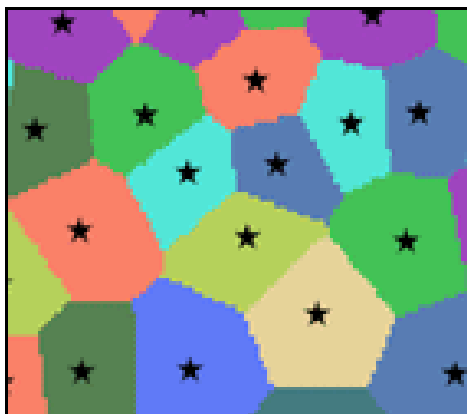
**11-rasm.** Evklid masofasi vositasi kirish ma’lumotlarining berilishi

Siz Evklid masofasidan o‘rmon yong‘ini modelining bir qismi sifatida foydalanishingiz mumkin. Yong‘in paydo bo‘lish ehtimolligi mavjud bo‘lgan yong‘inning markazigacha bo‘lgan masofaning funktsiyasi bo‘ladi.

### 2.4. Evklid masofasi bo‘yicha taqsimlash

Evklid masofasi bo‘yicha taqsimlashda hududlar bo‘lib chiqiladi va har bir yacheyka eng yaqin kirish fazoviy obyektga nisbatan joylashtiriladi. Bunday amal vektor ma’lumotlar bilan ishlaganda Tissen poligonlarini yaratishga o‘xshash bo‘ladi. Evklid masofasi bo‘yicha taqsimlash berilgan nuqtalarga eng yaqin joylashishni ko‘rsatuvchi poligonal rastr zonalarini yaratadi. Agar siz taqsimlash uchun maksimal oraliqni to‘g‘ri aniqlagan bo‘lsangiz, natijalar fazoviy boshlang‘ich obyektlar buferlarini yaratishga o‘xshash bo‘ladi.

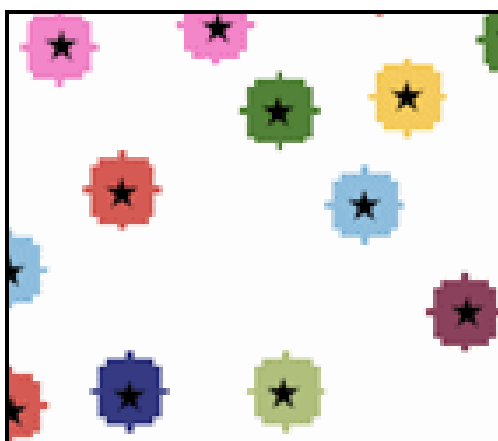
Quyidagi rasmda Evklid masofasi bo'yicha taqsimlash tahliliga misol keltirilgan, bunda chiqish rastrining har bir yacheykasiga eng yaqin nuqtaviy fazoviy obyektiga identifikator (ID) berilgan:



**12-rasm.** Evklid masofasi vositasi yordamida modellashtirish

Aholi zich joylashgan manzilgohlar to'plami uchun suv to'plash havzasi yoki ta'sir qilish zonalarini modellashtirishda Evklid masofasi vositasidan foydalanishingiz mumkin (12-rasm).

13-rasmda Evklid masofasi vositasi bo'yicha taqsimlash vositasi yordamida tahlil namunasi keltirilgan. Bunda har bir yacheykada belgilangan masofada eng yaqin nuqtaviy fazoviy obyektning (ID) identifikatori berilgan:



**13-rasm.** Evklid masofasi vositasida taqsimlashni tahlil qilish

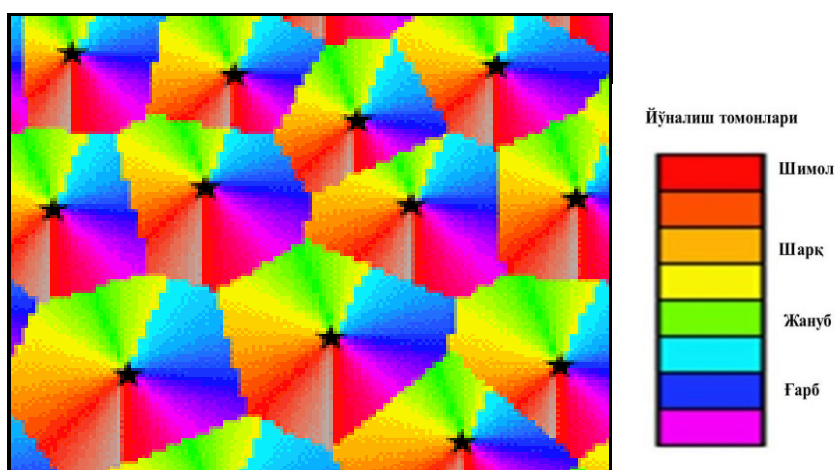
Har bir yacheykaning rangi yaqin nuqtaning belgisini ko'rsatadi; ikkinchi rasmda maksimal masofa buferlarga o'xshash zonalar taqsimlanishini cheklaydi.

Siz Evklid masofasi bo'yicha maksimal masofa bo'yicha taqsimlashdan suv oqimlari atrofida, bufer zonalarini yaratishda foydalanishingiz mumkin.

## 2.5. Evklid yo'nalishi

Evklid yo'nalishi har bir yacheykaga qiymat beradi, u eng yaqin kiruvchi fazoviy obyektlarning yo'nalishini aniqlaydi.

14-rasmda Evklid yo'nalishining chiqish ma'lumotlariga misol berilgan. Bu erda rastr eng yaqin daryo obyektining yo'nalishini ko'rsatadi.



**14-rasm.** Evklid y'nalishining chiqish ma'lumotlari

Siz Evklid yo'nalishidan quyidagi savolga javob berish uchun foydalanishingiz mumkin: Xohlagan barcha berilgan yacheykalardan eng yaqin do'konga borish uchun qancha yo'l bosib o'tish kerak?

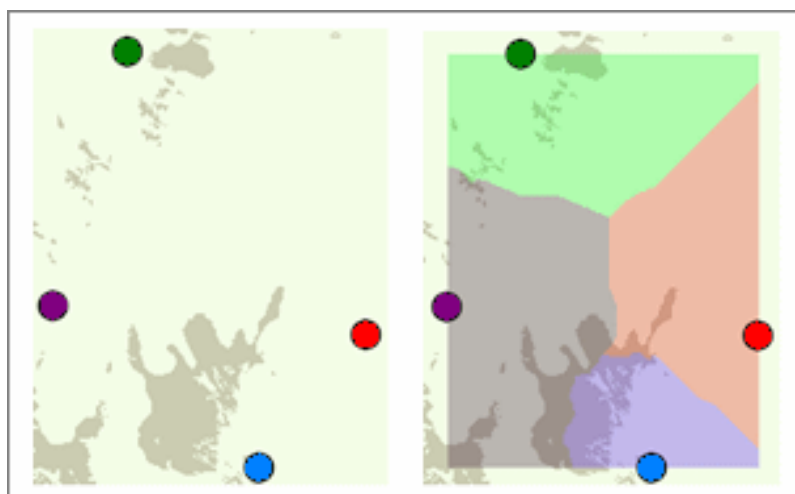
## 2.6. Baholash masofasi

Evklid masofasidan farqli ravishda baholash masofasi vositalari operatsiyalarni masofa bilan bajaradi. U bahosi bo'yicha o'lchanishi mumkin

(masalan, energiya iste'moli, qiyinchilik yoki xavf-xatarlar) va sayohatning bahosi hududning holatiga qarab farqi bo'ladi.

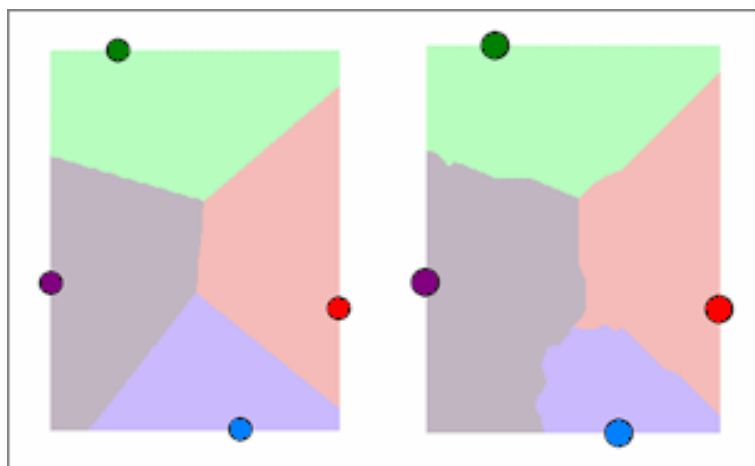
Berilgan nuqtalar to'plamini Evklid masofasi bo'yicha taqsimlash vositalari yordamida ular orasidagi sohalarga shunday bo'lib yuborishingiz mumkinki, kirish ma'lumotlarining har bir zonasi berilgan soha nuqtalariga yaqin turgan barcha sohalarni o'z ichiga olishi mumkin bo'lar edi. Biroq, agar nuqtalararo sayohat bahosi ular orasidagi sohalarning tasifiga bog'liq ravishda o'zgaradigan bo'lsa, u holda berilgan joylashish sayohat bahosiga bog'liq ravishda boshqa nuqtaga yaqin bo'lishi kerak.

Quyida baholash masofasi bo'yicha taqsimlash vositasidan foydalanish namunasi keltirilgan (15-rasm). Bu erda tuproqning turiga qarab ko'chish bahosi ortib boradi. Qora rang bilan ko'rsatilgan hududlar o'tish qiyin bo'lgan botqoqliklar, ochiq ranglar bilan belgilangan xududlar o'tish engil bo'lgan hududlarni bildiradi.



**15-rasm.** Baholash masofasi b̄yyicha taqsimlash vositasidan foydalanish

Evklid taqsimlash vositasidan foydalangan holda masofani baholash orqali taqsimlash natijalarini taqqoslab ko'ring (16-rasm).



**16-rasm.** Evklid taqsimlash vositasidan foydalanib taqsimlash natijalarini taqqoslash

Ayrim hollarda masofa bilan ishlashning bu usuli to‘g‘ri chiziqlar yordamida hisoblashga nisbatan ancha murakkabdir, lekin bu usul bir jinsli bo‘lmagan sirtlarni modellashtirishda juda samarali hisoblanadi.

## 2.7. Yo‘l masofasi

Bu masofani hisoblab chiqish yo‘l masofasini baholash vositasining imkoniyatlarini kengaytiradi, rastr bahosidan foydalanishga imkon beradi, shuningdek, tahlil qilishda tepaliklar bilan kesishishda qo‘shimcha masofani hisobga olishga, ya‘ni turli qiyaliklar bo‘yicha yuqoriga va pastga harakatlanish bahosini, yana qo‘shimcha gorizontaal omil bahosini hisobga olishga imkon beradi.

Masalan, uzun tog‘ yo‘lidagi ikki joyning bir-biridan masofasi tog‘ ortidagi boshqa vodiydagi ikki joy orasidagi masofadan ancha katta bo‘lishi mumkin. Lekin vodiydagi hududni kesib o‘tish umumiy bahosi tog‘ yo‘liga nisbatan ancha arzon bo‘lishi mumkin. Bu umumiy bahoga har xil omillar ta‘sir etishi mumkin, masalan, tog‘dagi butalar oralig‘ida yurish vodiydagi o‘t-o‘lanlar orqali yurishga nisbatan ancha qiyinroq.

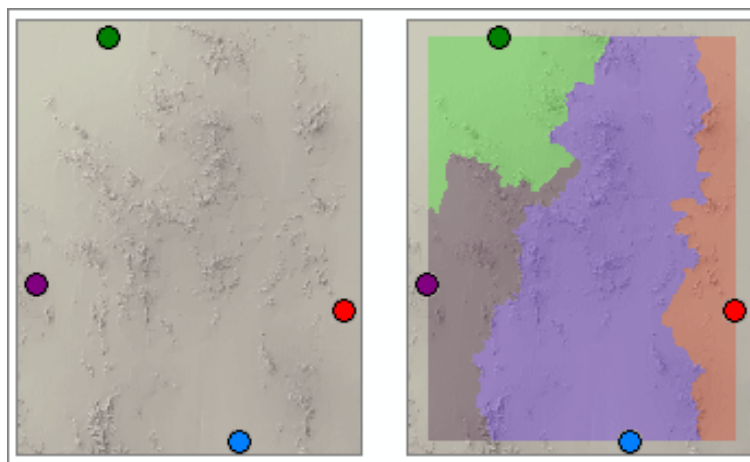
Tog‘da shamol yo‘nalishida yurish shamolga qarshi yurishga qaraganda osonroq va vodiya esa shamol yo‘nalishida yurish yanada osonroq.

Tog‘da yo‘l marshrutining ikki oxirgi nuqtalari orasidagi masofa uzoqroq, chunki yo‘l past-balandliklardan o‘tadi.

Qiyalik yoki keskin ko‘tarilgan yo‘ldan burilib (aylanib) tushish to‘g‘ri tushishga qaraganda osonroq bo‘lishi mumkin.

Yo‘l masofasi vositalari ko‘chish bahosini bir necha alohida aniqlash mumkin bo‘lgan komponentlarga ajratish yordamida murakkab muammolarni modellashga imkon beradi. Bunday komponentlar quyidagilar: baho rastr (baho vositalarida ishlashingiz mumkin), orttirish rastr, undan sirt bo‘yicha ko‘chishda masofani hisoblash uchun foydalaniladi, gorizontal omillar rastr (masalan, shamol yo‘nalishi) va vertikal omillar rastr (masalan, relef balandliklari rastr). Qo‘shimcha qilib, siz gorizontal va vertikal omillar bahosi rastr omillariga nisbatan harakat yo‘nalishiga qanday bog‘liq bo‘lishini nazorat qilishingiz mumkin.

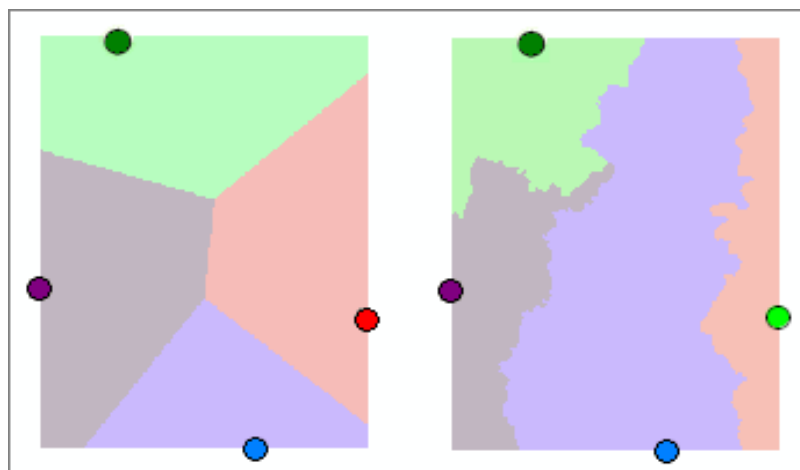
Quyida yo‘l masofasi bo‘yicha taqsimlash (Path Distance Allocation)ga misol keltirilgan, bunda baholashga bir necha omil ta‘sir ko‘rsatadi (17-rasm).



**17-rasm.** Y‘l masofasini taqsimlashda uning bahosiga ta‘sir etuvchi omillar

18-rasmda Evklid masofasi bo‘yicha taqsimlash vositasidan foydalangan holda va yo‘l masofasini taqsimlash yordamida olingan natijalar bilan taqqoslangan.

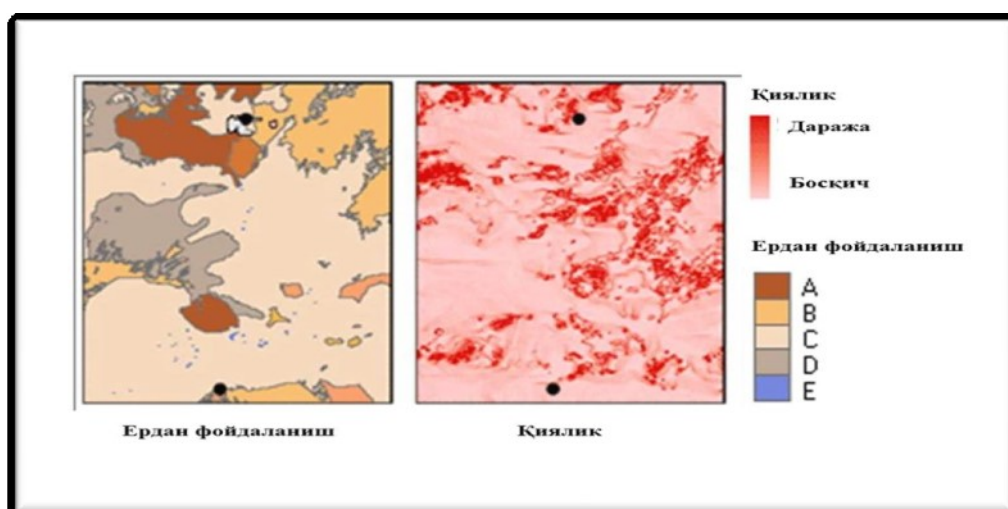




**18-rasm.** Evklid masofasi bo‘yicha taqsimlash vositasidan foydalangan holda va yo‘l masofasini taqsimlash yordamida olingan natijalarning taqqoslanishi

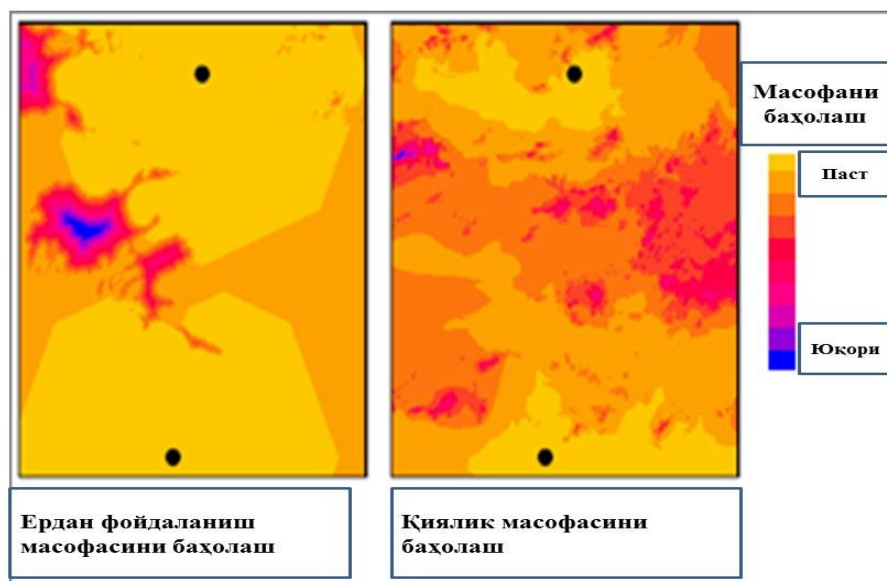
Koridor (Coridor) ikki xil sirt masofasi bahosi yordamida ko‘chish bahosini joylashishlar orasidagi yacheykalarni izlaydi va ko‘chish bahosini kamaytiradi. Masalan, siz hududlarni identifikatsiya qilish uchun hayvonlar joydan- joyga ko‘chganda kesib o‘tishi mumkin bo‘lgan xududlar uchun shu vositadan foydalanishingiz mumkin.

Quyidagi landshaft orqali ko‘chish bahosiga ta’sir etishi mumkin bo‘lgan ikki xil omillar to‘plami misol sifatida keltirilgan. Bu holatda er qoplami tipi bir omil bo‘lsa, boshqasi qiyalik bo‘ladi (19-rasm).



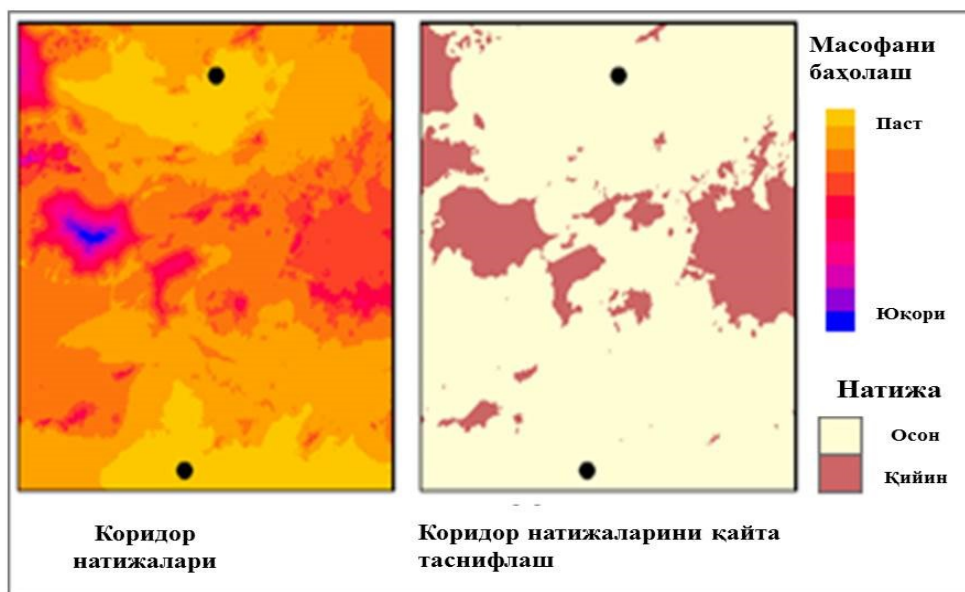
**19-rasm.** Ikki xil omillar to‘plami

Omillarning har biri uchun bir yoki bir necha joydagi ko‘chish bahosini aniqlashda baholash Masofasi (Cost Distance) vositasidan foydalanish mumkin (20-rasm).



**20-rasm.** Baholash Masofasi vositasida bir necha joydagi ko‘chish bahosini aniqlash.

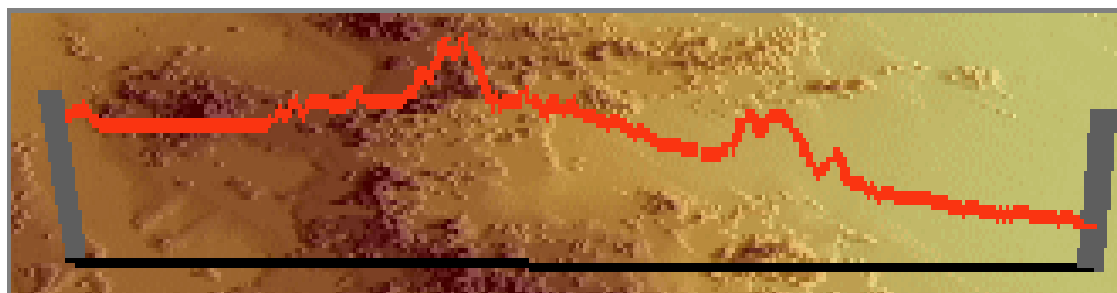
Koridor (Corridor) baholash Masofasi ikki xil omil uchun tahlil natijalarini birlashtiradi. Natijalar, birlashtirilgan baholar ma’lum darajadan ortiq bo‘lmagan xududlarni izlash uchun qayta sinflashtirilishi mumkin. Bunday hududlar hayvonlar ko‘chishi uchun qulay koridorlar bo‘lishi mumkin (21-rasm).



**21-rasm.** Koridor masofasi bahosi natijalari tahlili

Sirt bo'yicha uzunlikni (Surface length) berilgan relef sirti bo'yicha kirish chiziqli fazoviy obyektlarning uzunligi hisoblanadi. Past-baland yoki tog'li joylarda fazoviy obyektlarning ikki o'lchovli yoki planimetrli uzunligiga nisbatan bunday uzunlik ancha katta bo'lishi mumkin. Shuningdek, ikki nuqta orasidagi egri chiziqli yo'l uzunligi shu ikki nuqta orasidagi to'g'ri chiziqli yo'l uzunligidan kattaroq bo'ladi. Sirt bo'yicha uzunlik haqidagi axborot kiruvchi fazoviy obyektlar atributlari jadvalini kiritadi.

Quyida chiziqli fazoviy obyektlarning sirt bo'yicha uzunligi bilan kesishgan joydagi tekislikdagi obyekt uzunligi taqqoslab ko'rsatilgan (22-rasm).



2D шаклнинг кўриниши	3D юза узунлиги
90,956	91,310

**22-rasm.** Sirt bo'yicha chiziqli fazoviy obyektlar uzunligini tekislikdagi uzunligi bilan taqqoslash

### Nazorat uchun savollar

1. Yaqinlik tahlili deganda nimani tushunasiz, buni izohlab bering.
2. Obyektga yo'naltirilgan yaqinlik vositalarini izohlab bering.
3. Qatlamlar asboblari va jadvallarni tasvirlash deganda nimani tushunasiz?
4. Evklid masofasi nima?
5. Evklid yo'nalishi nima?
6. Baholash oralig'i nima?
7. Yo'l masofasi deganda nimani tushunasiz?

## 3-bob. CHIQRIB OLISH TAHLILI

### 3.1. Chiqarib olish tahlili haqida umumiy tushuncha

Chiqarib olish vositalari bizlarga yacheykalar to'plamchasini rastrdan yoki yacheykalar atributlari bo'yicha yoki ularning fazoviy joylashishi bo'yicha chiqarib olishga imkon beradi. Shuning bilan birga sizlar yacheykalar qiymatini belgilangan joylashishi uchun atribut sifatida nuqtaviy obyektlar sinfida yoki jadval tarzida olishingiz mumkin.

Yacheyka qiymatlarini ularning atributlari asosida yoki yangi rastrdagi joylashishi asosida chiqarib olish vositalari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Atributlar qiymati bo'yicha yacheykalarni chiqarib olish (atributlar b'yyicha chiqarib olish Extract by Attributes savol ma'nosida bajariladi. Masalan, chiziq tahlilining maqsadi uchun balandligi 100 metrdan ortiq yacheyka belgilarini rastridan chiqarib olishni talab etishi mumkin.

Fazoviy joylashish geometriyasi yacheykalarni chiqarib olish uchun yacheykalar guruhi berilgan geometrik shaklning tashqi yoki ichida joylashish talabiga javob berishi lozim (doira tashqarisiga chiqarib olish (Extract by Circle), poligon bo'yicha chiqarib olish (Extract by Polygon), to'g'riburchak bo'yicha chiqarib olish (Extract by Rectangle).

Berilgan joylashish bo'yicha yacheykalarni chiqarib olish uchun bu joylashuvlarni x, u nuqtalari bo'yicha aniqlash talab etiladi (nuqtalar bo'yicha chiqarib olish (Extract by Points) yoki rastr niqoblarini foydalanib saylab olgan yacheykalar orqali chiqarib olish (niqob bo'yicha chiqarib olish (Extract by Mask)).

Joylashish joyini topshiriq sifatida beruvchi qurollar yoki atributlar jadvallariga yacheykalar belgilari chiqarilib olinadi.

Nuqtaviy obyektlarning sinfi bilan aniqlangan yacheykalarning qiymatlari jadvalda yangi sinf obyektlarining atributlari sifatida yozilishi mumkin

(ma'nolarini nuqtalardan chiqarib olish (Extract Values to Points)). Shu bilan birga faqat bitta kirish rastridan yacheyka qiymatlari chiqarib olinadi.

Nuqtaviy obyektlar sinfi bilan aniqlangan yacheykalarining qiymatlarini fazoviy obyektlari sinfi atributlari jadvaliga qo'shilgan bo'lishi mumkin. (Nuqtaning mumkin qiymatlarini chiqarish). Shunday qilib, bir necha rastrdagi yacheykalar qiymatlarini aniqlash mumkin.

Aniqlangan joylashuvlar uchun (rastr va fazoviy obyekt) yacheyka qiymatlarini jadvalga yozib qo'yish mumkin (Namuna (Sample)).

Joylashish va shakl, atribut bo'yicha chiqarib olish, Desktop «Geoqayta ishlash» vositalari bo'yicha ma'lumotlar kitobi «Spatial Analyst »da chiqarib olish va hakoazolardir.

Yacheykalar to'plamchalarini yangi rastrlarga bir necha usul bilan chiqarib olish mumkin – atribut tanlash usuli bilan yoki boshqa rastr shaklini aniqlash usullari bilan.

### **3.2. Atribut bo'yicha chiqarib olish**

Berilgan atributiv so'rovga javob beradigan yacheykalar yangi chiqish rastriga Atributlar bo'yicha chiqarib olish vositasi (Extract by Attributes) yordamida bajarilishi mumkin.

Bu vositaning qo'llanishiga qiyaligi 10% dan ko'p bo'lgan barcha yacheykalarni chiqarib olishni yoki tijoriy maqsad uchun attributed With zoning yacheykalarni chiqarib olish misol bo'ladi. So'rovga javob beradigan yacheykalar chiqishda beriladi, har bir yacheyka uchun zarur boshlang'ich qiymati beriladi.

Berilgan so'rovga javob beradigan yacheykalar uzluksiz bo'lishi shart emas.

### **3.3. Shakllar bo'yicha chiqarib olish**

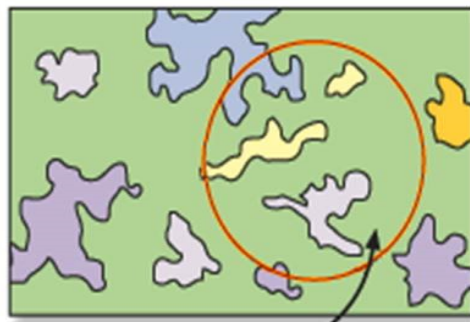
Siz berilgan shakl asosida yacheykalarni chiqarib olishingiz mumkin. Sizda shaklning ichida yoki tashqarisida yotgan yacheykalarni chiqarib olish ro'yxati bor. Siz doira, to'rtburchak yoki poligon bo'yicha chiqarib olishingiz mumkin.

### 3.4. Doira shaklida chiqarib olish

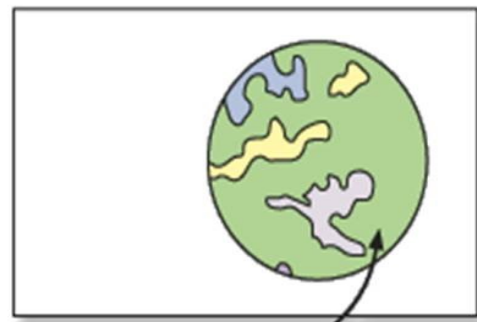
Doira shaklida chiqarib olishni bajarish uchun Doira shaklida chiqarib olish vositasi (Extract bu Circle)ni qo'llash lozim.

Bunda doira markazi joylashuv joyini va radiusini berish kerak.

Quyidagi 22-rasmda doira ichidan barcha yacheykalar (yacheykalar markazlari) chiqarib olinadi:



Махсус айлана



Доира бўйича таҳлил қилиш  
жараёни учун каттакчаларни  
танлаш

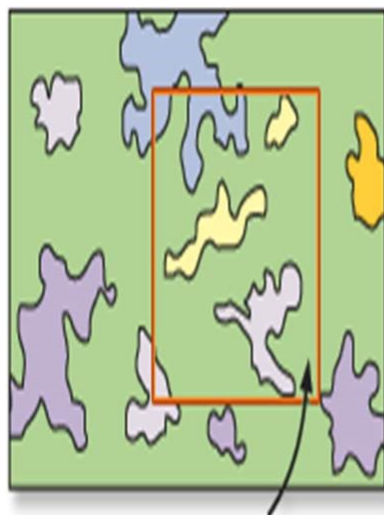
22-rasm. Doira shaklida chiqarib olish

### 3.5. To'g'ri to'rtburchak shaklida chiqarib olish

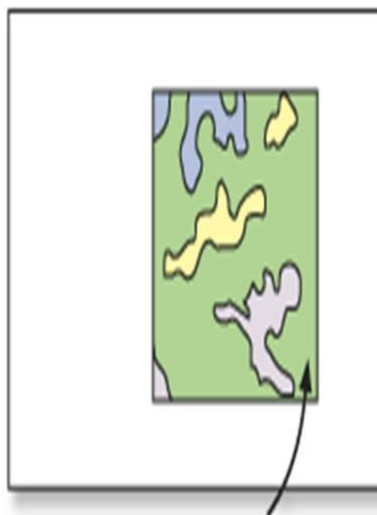
To'g'ri to'rtburchak shaklida chiqarib olishni bajarish uchun To'g'ri to'rtburchak shaklida chiqarib olish vositasidan (Extract bu Rectangle) foydalanish kerak.

To'rtburchakning yuqori o'ng burchagini va pastki chap burchagini aniqlab olish lozim.

Quyidagi 23-rasmda berilgan to'rtburchak ichidagi yacheykalar chiqarib olingan.



Ўзига хос тўғрибурчак



Ойнада таҳлил қилиш  
жараёнида катакчаларни  
танлаш

**23-rasm.** То‘g‘ri to‘rtburchak shaklida chiqarib olish

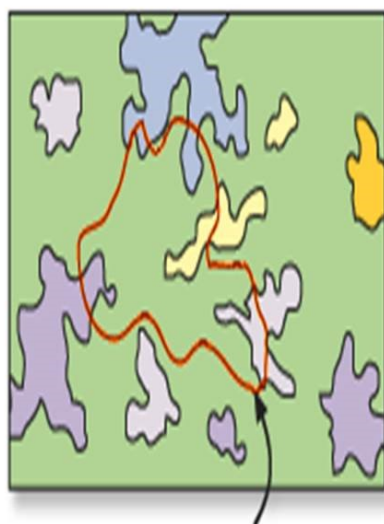
### **3.6. Poligon (ko‘pburchak) shaklida chiqarib olish**

Poligon shaklida chiqarib olishni bajarish uchun poligon bo‘yicha chiqarib olish vositasini qo‘llash lozim.

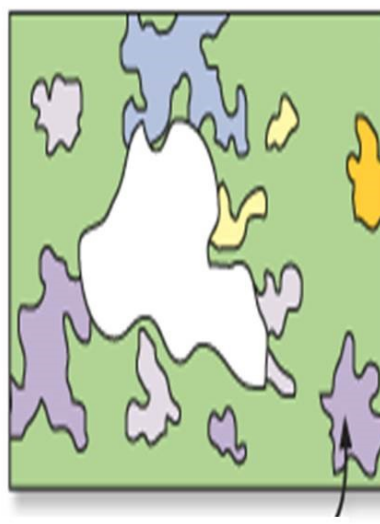
Poligon cho‘qqilarining joylashishini kiritish kerak.

Quyidagi 24-rasmda chiqarib oluvchi poligon aniqlangan, lekin o‘lchamlari rastrning ichida emas, balki tashqarisida bo‘lgan yacheykalarni chiqarib olish uchun berilgan.





Махсус полигон



Ойнада таҳлил қилиш жараёни  
учун катакчаларни танлаш

**24-rasm.** Poligon (ko'pburchak) shaklida chiqarib olish

### 3.7. Joylashishi bo'yicha chiqarib olish

Yacheykalarni ularning fazoviy joylashishi bo'yicha chiqarib olish mumkin bo'ladi. Chiqarib olinayotgan yacheykalarning alohida nuqtaviy joylashishlari yoki ma'lum niqob bilan aniqlangan o'lchami va shakli joylashish guruhlaridan aniqlanishi mumkin.

### 3.8. Nuqtalarning joylashishini chiqarib olish

Siz o'zingizni qiziqtirgan koordinata nuqtalarining sistemasini aniqlab, rastrdan belgilangan yacheykani chiqarib olishingiz mumkin.

Nuqtalar asosida chiqarib olishni bajarish uchun nuqtalar bo'yicha chiqarib olish vositasidan (Extract by Points) foydalaning.

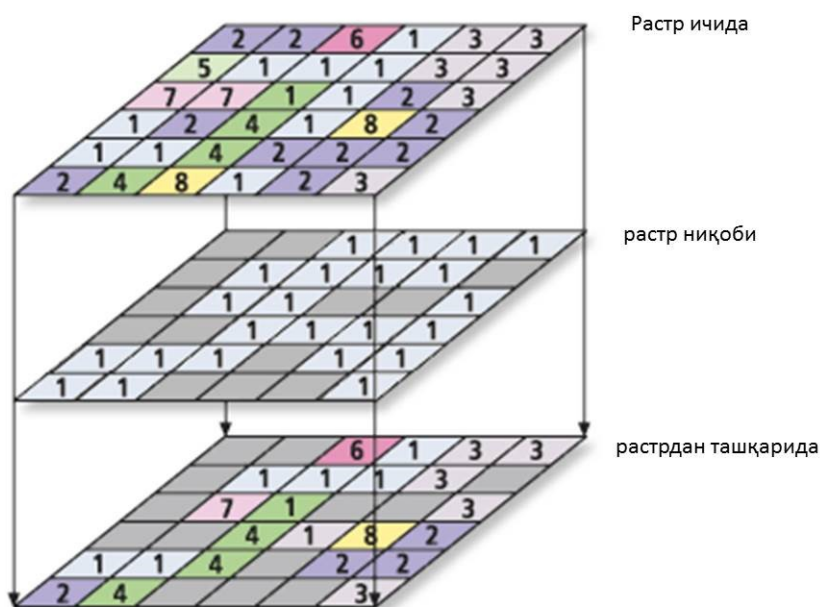
Nuqtalarni  $x$ ,  $y$  koordinatalarining joylashishi bo'yicha kiritish lozim.

### 3.9. Niqob (maska) yordamida chiqarib olish

Yangi rastrga chiqarib olinadigan yacheykalarni aniqlash uchun boshqa ma'lumotlar to'plami — niqobdan foydalanish mumkin. Niqob rastr yoki obyekt sinflarining to'plamidan iborat bo'lishi mumkin.

Chiqarib olishning bu turini bajarish uchun Niqob yordamida chiqarib olish vositasidan (Extract by Mask) foydalanish mumkin.

Quyidagi 25-rasmda ko'rsatilganidek, chiqarib olish vositasi NoData dan boshqacha qiymatlar niqob rastrida shu joylashish qiymatlari bilan, kirish rastridagi joylashishga berilgan qiymatlarni egallaydi.



**25-rasm.** Niqob yordamida chiqarib olish vositasidan foydalanish

Niqob sifatida obyektlar sinfi to'plamidan foydalanish mumkin. Lekin berilgan shakl chegarasidagi yacheykalar chiqish rastrida kirish rastri (Imput raster) qiymatini oladi.

### 3.10. Yacheykalar qiymatlarini nuqtaviy obyektlarga chiqarib olish

Desktop «geoqaytaishlash» vositalar bo'yicha ma'lumotnoma» Spatial Analyst»da chiqarib olish.

Rastr ma'lumotlaridagi yacheykalar qiymatlari to'g'ridan-to'g'ri vektor nuqtaviy ma'lumotlarga chiqarib olinishi mumkin. Buni ikki usul bilan bajarish mumkin:

- yangi vektor chiqish ma'lumotlarini yaratish bilan;
- mavjud nuqtaviy obyektlar sinfiga qiymat berish orqali.

Yacheykalar qiymatlarini yangi nuqtaviy obyektlar sinfi to'plamiga chiqarib olish.

Nuqta qiymatlarini chiqarib olish (Extract Values to Points) vositasi yordamida yacheykalar qiymatlarini bir rastrdan chiqarib olishni xohlasangiz, joylashishni aniqlash uchun nuqtaning joylashgan o'rnini nuqtaviy obyektlar ma'lumotlar to'plamidan foydalanishingiz mumkin. Bu qiymatlar obyektlar sinflari to'plami atributlar jadvaliga yozib qo'yiladi.

Rastrdagi yacheykalar qiymatlari mavjud obyektlar sinfi to'plamiga qo'shiladi.

Multiqiymatni nuqtaga chiqarish vositasi yordamida siz yacheykalar qiymatlarini chiqarmoqchi bo'lgan bir yoki bir necha rastrda nuqtaviy obyektlar to'plamidan foydalanishingiz mumkin.

Bu vositaning qiymatlarini nuqtalarga chiqarib olish vositasidan (Extract to Points) farqi:

- bu vosita obyektlar sinfining kirish to'plami atributlar jadvaliga yacheykalar qiymatlarini qo'shadi. U obyektlarning yangi sinflar to'plamini yaratmaydi.

Bir yo'la bir necha rastr ma'lumotlari to'plamini sinab ko'rish mumkin.

Rastr ma'lumotlari to'plami ko'p kanalli kirish ma'lumotlarini quvvatlaydi.

Agar nuqtaviy obyektlar to‘plam sinfi kirish joylashishi bilan ko‘rsatilgan bo‘lsa, unda berilgan kirish rastridagi nuqta koordinatalari bilan mos kelmasligi mumkin. Tanlangan nuqtalarning aniq joylashgan belgilarini aniqlash uchun tegishli qayta diskretlashtirish usulidan foydalanish kerak. Diskret tipdagi ma’lumotlar uchun NEAREST nomli diskretlashtirish algoritmi etarli bo‘ladi. Ammo uzluksiz ma’lumotlar turi uchun qayta diskretlashning boshqa usulini bajarish qulayroq bo‘ladi. Masalan, balandlik ma’lumotlari uchun aniq natija ikki chiziqli interpolyatsiya yoki kub shaklidagi o‘ram qo‘llaganda olinadi. Ikki chiziqli interpolyatsiya usuli eng yaqin to‘rtta kirish yacheykalarining oralig‘i asosida yacheykalarining qiymatini aniqlab beradi.

Kub shaklidagi o‘ram usulini qo‘llaganda yacheykaning belgilarini eng yaqin 16 ta yacheyka markazgacha bo‘lgan o‘lchangan masofa yordamida hisoblab chiqiladi.

Har bir tayanch joylashish uchun joylashish raqami (rastr belgisi yoki nuqtaviy obyektning identifikatori), kartaning fazodagi holati ( $x, y$  koordinatalari) va har bir kirish rastridagi yacheykalar belgilari haqidagi ma’lumot jadvalga yoziladi. Jadval quyidagicha umumiy tuzilishga ega:

locationID-1 x-coord1 y-coord1 cellvalue1 cellvalue2 cellvalue3 ...

locationID-2 x-coord2 y-coord2 cellvalue1 cellvalue2 cellvalue3 ...

Quyidagi 26-rasmda «Namuna» vositasi uchun (Sample) EGDB chiqish jadvalida quyidagicha keltirilgan:

Кадвал.

Гупроқ намунаси

ХУДУД	Тупроқ лар	X	Y	Синф	ph	ЮМШОҚЛИГИ
1	1	738617.688	4332677.500	7.000	6.400	0.057
2	2	747827.688	4325597.500	6.000	7.000	0.137
3	3	739217.688	4322357.500	2.000	<Null>	<Null>
4	4	747257.688	4319027.500	3.000	7.400	<Null>
5	5	748727.688	4311797.500	2.000	7.900	0.097

**26-rasm.** Ma'lumotlar bazasida chiqish rastr belgilarining berilishi

### 3.11. Ustiga qo'yish tahlili asoslari

Ustiga qo'yish tahlili optimal hududni tanlash uchun qo'llaniladigan yaroqlilik modellashtirish metodologik guruhlaridan iborat. Bu usul har xil kirish ma'lumotlarining umumiy shkalalari yagona tahlili majmuasini bajarish maqsadida qo'llaniladi.

Yaroqlilik modellari aniq jarayonlar uchun eng yaxshi yoki eng qulay joylarini aniqlaydi. Yaroqlilik tahlili vositasida qaralayotgan muammolar turlari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Yangi uy-joy qurilishini qaerga joylashtirish;

Bug'ular yashashi uchun qaysi hududlar qulayroq;

Qaerda iqtisodiy o'sish tezroq bo'ladi;

Er cho'kishi yoki siljishi mumkin bo'lgan joylar qaerdaligi.

Ustiga qo'yish tahlili, ko'pincha, ko'plab har xil omillarni tahlil qilishni nazarda tutadi. Masalan, yangi uy qurish uchun er tanlash, erning bahosini, kommunikatsiyalarga yaqinligi, qiyaliklar va suv bosishi xavflari kabilarni hisobga

olishni anglatadi. Bu ma'lumot har xil rastrlarda har xil o'lchov shkalalarida mavjud: dollarlar, masofalar, daraja t'rylari va hokazolar. Er bahosi rastrli (dollar bilan ko'rsatilgan) va rastr masofasi to muhandislik tarmog'igacha (metrlarda ko'rsatilgan) rastr bilan bilan ustma-ust qo'yolmaysiz va ahamiyatli natija ololmaysiz.

Bundan tashqari, bizning tahlilda hisobga olinadigan har xil omillar muhim darajaga ega bo'lishi mumkin. Joy tanlaganda erning bahosi muhandislik kommunikatsiyalargacha bo'lgan masofaga nisbatan ahamiyatliroq bo'lib sanaladi. Aynan qaysinisi muhimligini o'zingiz hal qilasiz.

Bir rastr bilan ham qiymatlar ustunligini aniqlashingiz kerak. Rastrning muayyan bir qancha qiymatlari maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin (masalan, 0 dan 5 gradusgacha bo'lgan qiyaliklar), holbuki boshqalari bundan yaxshiroq yoki yomonroq va yaroqsiz bo'lishi ham mumkin.

Quyida ustiga qo'yish tahlilini bajarish uchun bajarish qadamlari keltirilgan:

- Muammoni aniqlash;
- Muammoni kichik modellarga ajrating;
- Ahamiyatli qatlamlarni aniqlang;
- Qatlamdagi ma'lumotlarni qayta sinflang yoki transformatsiya qiling;
- Kirish qatlamlarini o'lchab ko'ring;
- Qatlamlarni qo'shing yoki kombinatsiyalang;
- Tahlil qiling.

1–3 - qadamlar deyarli barcha fazoviy muammolarni hal qilish uchun umumiy qadamlar bo'lib hisoblanadi va bu ayniqsa ustiga qo'yish tahlilida juda muhimdir.

## **1. Muammoni aniqlang**

Muammolarni aniqlash – modellashtirish jarayonining eng qiyin jihati bo'lib hisoblanadi. Umumiy maqsadni aniqlash zarur. Ustiga qo'yish modellashtirish

jarayonining keyingi qadamlari umumiy maqsadga erishishga yordam berishi zarur.

Maqsadga taalluqli bo'lgan komponentlarni aniqlash zarur. Ba'zi komponentlar komplementar, boshqalari esa raqobatbardosh bo'lishi mumkin. Lekin har bir komponentning aniq ta'rifi va ularning o'zaro tavsifi belgilangan bo'lishi lozim.

Muammoning sababini faqat aniqlashgina emas, balki muammo echilgan yoki hal bo'lganligi savolni aniq tushunish va rivojlantirish ahamiyatlidir. Muammoni aniqlashda modelning hulosalarini aniqlash uchun aniq o'lchovlar belgilanishi lozim. Masalan, tog' chang'isi dam olish maskanining joyini aniqlaganda umumiy maqsad pul topish bo'lishi mumkin. Modelda aniqlangan barcha omillar hududga dam olish maskani foydali bo'lishiga yordam berishi kerak.

## **2. Muammoni modelchalarga ajrating**

Ko'pchilik ustiga qo'yish muammolari murakkabdir, shu sababli aniqlik kiritish uchun uni aniqlashda modelchalarga ajratish kerak. Tushunarli bo'lishi uchun fikrlar jamlab olinadi va ustiga qo'yish muammosi samarali hal etiladi. Masalan, tog' chang'isi dam olish maskaniga joy tanlaganda yaroqlilik modelida bir qancha modelchalarga bo'lish mumkin. Ularning barchasi tog' chang'isi dam olish maskanining foydali bo'lishiga yordam beradi. Birinchi modelcha sirt tekisligining modelchasi bo'lishi mumkin. U chang'ichilar va snoubordchilarga joy tanlashda qulay tekisliklar keng spektrlariga ega bo'ladi.

Inson tog' chang'isi zonasiga etib kelishi etib kelish modelchasida ko'rsatilgan bo'lishi lozim. Modelchaga katta shaharlardan kelish qulayligi va mahalliy kelish yo'llarini kiritish mumkin.

Baho modelchasi qurilish uchun eng qulay joylarni aniqlab beradi. Bu modelcha yassi qiyaliklarni, suvga va elektr tizimlariga yaqinligini aniqlaydi.

Aniq atributlar yoki qatlamlar bir necha modelchada bo'lishi mumkin. Masalan, tik qiya sirt tekisligi modelchada qulay bo'lib, qurilish modelchasi bahosiga esa noqulay kelishi mumkin.

## **3. Ahamiyatli qatlamlarni aniqlash**

Har bir modelchaga ta'sir qiluvchi qatlam yoki atributlari aniqlanishi lozim. Har bir omil modelcha aniqlagan jarayonning komponentini belgilaydi va tasvirlaydi. Har bir omil modelchanning maqsadiga etishishini ta'minlaydi va har bir modelcha ustiga qo'yish modelining umumiy maqsadiga erishishiga yordam beradi. Jarayonni aniqlashga yordam beradigan omillargina ustiga qo'yish modeliga kiritilishi lozim. Belgilangan omillarga qatlamlar tuzilgan bo'lishi kerak. Masalan, asosiy yo'lga yaqin bo'lishi ahamiyatliroq bo'lishi mumkin. Har bir yacheykaning yo'lgacha bo'lgan masofasini aniqlashda masofa rastrini yaratish uchun Evklid masofasi vositasini ishga tushirish mumkin.

#### **4. Qayta sinflash (transformatsiya)**

Hisoblashlarning har xil tizimlarini to'g'ridan-to'g'ri samarali kombinatsiyalash mumkin emas. Masalan, erdan foydalanishga qiyalik ham qo'shilsa, ma'nosiz natija kelib chiqadi. Hisoblashning to'rtta asosiy tizimini sanab o'tish mumkin:

Nisbiy – nisbiy masshtab 0 va masshtab doirasida taqqoslanarli sonli sanoq boshiga ega. Masalan, balandlik qiymatlari – bu nisbiy sonlar, 50 metrlik balandlik esa, 100 metrlik balandlikdan ikki barobar ko'p.

Intervalli – intervalli masshtabda qiymatlar bir-biriga nisbatan nisbiy bo'ladi, lekin hali sanoq boshi umumiy nuqtasi yo'q. Masalan pH masshtab intervalli turga ega, bu erda belgi 7 neytral belgidan qancha katta bo'lsa, u shunchalik ishqoriy, agar 7 dan qancha kam bo'lsa, u shunchalik nordon bo'lishi mumkin. Lekin qiymatlar to'liq taqqoslanarli emas. Masalan, 2 ga teng pH, pH-4 ga nisbatan ikki marta nordon bo'lmaydi.

Tartibli masshtab – bu masshtab tartib o'rnatadi, masalan, yugurishda kimdir birinchi, ikkinchi va uchinchi bo'lib keldi. Tartib o'rnatilgan, biroq bunda berilgan tartib raqamlarini to'g'ridan-to'g'ri taqqoslab bo'lmaydi. Masalan, bunda birinchi kelgan odam, ikkinchi bo'lib kelgandan ikki barobar tez harakatlangan bo'lishi shart emas.

Nominal masshtab – bu masshtabda berilgan qiymatlar orasida hech qanday bog'lanish yo'q. Masalan, erdan foydalanish qiymatlarini (nominal qiymatlar) bir-



biri bilan taqqoslab bo‘lmaydi. 8 ga teng bo‘lgan erdan foydalanish, ehtimol 4 ga teng bo‘lgan erga foydalanishdan ikki barobar katta emasdir.

Har bir kirish qatlami xar xil qiymatli diapazonga va sanoq sistemasiga ega bo‘lishi mumkin. Tahlil uchun bir necha omillarni birlashtirmasdan avval har biri qayta sinflanishi yoki umumiy nisbiy masshtabga transformatsiyalanishi lozim.

Umumiy masshtablar avvaldan aniqlangan bo‘lishi mumkin. Masalan, 9 ga 1 yoki 10 ga 1, bu erda kattaroq qiymat eng qulay qiymat bo‘ladi. Masshtab 1 ga 0 bo‘lishi mumkin. U belgilangan to‘plamga tegishlilik imkonini ifodalaydi.

### **5. Og‘irlik**

Ba’zi bir omillar umumiy maqsadga erishish uchun boshqa omillarga nisbatan ahamiyatliroq bo‘lishi mumkin. Bu holatda omillar aralashtirilmasdan avval ularning qiymatlari ahamiyatliligi nuqtai nazaridan baholanadi. Masalan, tog‘ chang‘i maskanini joylashtirish modelida qiyalik mezonni katta yo‘lgacha masofaga nisbatan qurilish bahosi uchun ikki barobar muhimroq bo‘lishi mumkin. Shuning uchun ikki qatlamni kombinatsiyalamasdan oldin qiyalik mezonini katta yo‘lgacha bo‘lgan ikki masofaga ko‘paytirish lozim.

### **6. Qo‘shish/Kombinatsiyalash**

Qo‘shish tahlilida model maqsadga muvofiq joylashishini aniqlash uchun barcha kirish omillari orasida aloqa o‘rnatish lozim. Masalan, tegishli o‘lchashlardan keyin qatlamlarning qo‘shish modelini birlashtirish mumkin. Bunda kombinatsiyalangan nuqtai nazarda qulay omillar qanchalik ko‘p bo‘lsa, joylashish shunchalik mos bo‘ladi. Shunday qilib, natijaviy chiqish rastrida qiymat qancha yuqori bo‘lsa, joylashish shunchalik mos deb qaraladi.

Yana boshqa kombinatsiyalangan usullarni qo‘llash mumkin. Masalan, noaniq qo‘shish mantiqiy tahlillarda kombinatsiyalangan usullar joylashishi bir necha to‘plamga tegishli ekanligini tadqiq qilish imkoniyatini beradi.

### **7. Tahlil qilish (Analyze)**

Modellashtirishning eng oxirgi qadami – natijalarni tahlil qilish. Eng yaxshi (ideal) joylashish zaruriy mezonga javob beradimi?

Modelda aniqlangan eng yaxshi joylashishni faqat o‘rganib chiqishgina emas, balki ikkinchi va uchinchi qulay uchastkalarini ham tadqiq etish foydalidir.

Aniqlangan joylashishlar ko‘rinuvchan bo‘lishi kerak. Siz bunga ishonch hosil qilishingiz kerak. Barcha vaziyatlar o‘zgarishi mumkin. Sababi, model uchun ma’lumotlar yaratildi. Masalan, modeldagi kirish mezonining biri –ko‘rinishlar bo‘lishi mumkin. Ya’ni ko‘rinishlar qancha yaxshi bo‘lsa, joylashish shuncha ahamiyatli bo‘ladi. Balandlikning kirish ma’lumotlardan biri – yaxshi ko‘rinishli joylashishni aniqlaydigan modeldir. Lekin agar qulay tekislikning biri qulay ko‘rinishda bo‘lsa, bino qulay ko‘rinib turadigan joy oldiga qurilganligi aniq bo‘ladi.

Agar yuqoridagi barcha qadamlardan kirish ma’lumotlarini olsak, joylashish tanlanadi.

### **Ustiga qo‘yish tahlilining yondashuvlari**

Ustiga qo‘yish tahlilini bajarish bo‘yicha bir necha yondashuvlar bor. Har bir yondashuv ustiga qo‘yish tahlilining umumiy qadamlarining joy almashishini amalga oshiradi.

Muammoni aniqlang;

Muammoni kichik modellarga ajrating;

Ahamiyatli qatlamlarni aniqlang;

Qatlamdagi ma’lumotlarni qayta sinflang va transformatsiyalang;

Kirish qatlamlarini taqqoslang;

Qatlamlarni qo‘shing yoki kombinatsiyalang;

Tahlil qiling.

Ustiga qo‘yish uchun uch asosiy yondashuv qo‘llaniladi: muallaq ustiga qo‘yish, muallaq summa va noaniq ustiga qo‘yish. Har bir yondashuv har xil bazaviy dastlabki shart va bashoratlarga ega. Eng maqsadga muvofiq yondashuv echilayotgan ustiga qo‘yish muammosiga bog‘liq bo‘ladi. Quyida bularning har biri bo‘yicha yakuniy axborotlar berilgan.

### **Muallaq ustiga qo'yish (Weighted Overlay)**

Muallaq ustiga qo'yish tahlilida bir qator vositalar muallaq ustiga qo'yish vositasini to'ldirishi mumkin. Yuqorida ta'kidlangan ustiga qo'yish tahlilining umumiy qadamlari bo'yicha borish saqlash uchun muallaq ustiga qo'yish vositasi (Weighted Overlay) aniqlangan masshtabda (1 dan 9 gacha) kirish ma'lumotlarini masshtablaydi, Kirish ma'lumotlarini o'lchaydi va ularni birlashtiradi.

Har bir kirish mezoni uchun eng qulay joylashuvlar kattaroq, masalan 9, belgilarini qaytadan sinflaydi. Muallaq ustiga qo'yish vositasida kirish rastrlariga berilgan katta qiymatlar jami 100 % bo'lishi kerak. Qatlamlar tegishli ko'paytkichga ko'paytiriladi va har bir yacheyka uchun natijaviy qiymatlar birlashtiriladi. Muallaq ustiga qo'yish bo'yicha qulay omillar chiqish rastrida kattaroq qiymatlarga olib keladi. Shunday qilib, bu joylashishlarni eng yaxshi deb belgilaydi.

### **Muallaq summa (Weighted Sum)**

Spatial Analyst ning boshqa vositalari bilan to'ldirilgan Muallaq summa vositasidan foydalanganda to'ldiruvchi ustiga qo'yish tahlilini amalga oshirish mumkin. Kirish qatlamlari qiymatlarini Muallaq summa (Weighted Sum) vositasini ishlatmasdan oldin qayta sinflab olish kerak. Muallaq ustiga qo'yish (Weighted Overlay) vositasidagi vazn qiymatlaridan farqli ravishda, kirish rastrlariga vazn qiymatlariga istalgan qiymat berish mumkin va ular summasiga hech qanday talab qo'yilmaydi. Kirish rastrlari muallaq summa vositasining chiqish qiymatli har bir qiymatni vazn qiymatiga ko'paytmalarining yig'indisidan iborat bo'ladi. Muallaq ustiga qo'yishdan farqli ravishda qiymatlar berilgan masshtabga qayta sinflanmaydi. Shunday qilib, u modelga kiritilgan qiymatlarning atributiv echimini ta'minlaydi. Muallaq summadan foydalanganda, qulay omillar chiqish rastrida yaxshi qiymatlarga olib keladi va shu bilan bu joylashuvlarni eng yaxshi joylashish deb identifikatsiyalash mumkin.

### **Noaniq ustiga qo'yish (Fuzzy Overlay)**

Noaniq ustiga qo'yish tahlili to'plamlar nazariyasiga asoslangan. To'plamlar nazariyasi – bu matematik fan bo'lib, u jarayon munosabatlari soni aniq to'plamga

tegishlilikini aniqlaydi. Noaniq ustiga qo'yishda to'plam odatdagidek sinfga mos bo'ladi. Bu ustiga qo'yish yuqorida aytilgan ustiga qo'yish tahlilining umumiy qadamlarida aniq bajariladi, lekin qayta sinflash qiymatlaridan va bir necha me'yorlarni qo'shish natijalaridan ajralib turadi. Birinchi uch qadam quyidagicha: muammoni aniqlash, modelchalarga bo'lish va ahamiyatli qatlamlarni aniqlash. Muallaq ustiga qo'yish va Muallaq summa vositalariga o'xshash.

Noaniq ustiga qo'yish tahlili ma'lumotlar qiymatlarini umumiy masshtabga qayta sinflaydi yoki transformatsiya qiladi. Bunda transformatsiya qilingan qiymatlar muayyan bir to'plamga tegishlilikini aniqlashga imkon beradi. Masalan, yaroqlilikka transformatsiya qilingan Qiyalik qiymatlarida (0 dan 1 gacha, bu erda 1 yaroqli). Muallaq ustiga qo'yishda va Muallaq summada qiymatlar nisbiy qulay masshtabda bo'ladi. Bu erda katta qiymatlar ancha qulay, chunki noaniq ustiga qo'yishda imkoniyatlarga egaligi bilan ajralib turadi.

Transformatsiyalangan qiymatlar to'plamga tegishlilik imkoniyatlarini ko'rsatadi, Noaniq ustiga qo'yishda esa kirish rastr o'lchanmaydi. "Qo'shish va kombinatsiyalash" qadamida umumiy ustiga qo'yish tahlili qadamida noaniq ustiga qo'yish muallaq ustiga qo'yishdan va muallaq summadan farq qiladi. Noaniq ustiga qo'yish tahlilida qadamlarni kombinatsiyalash har bir joyning imkoniyatlari sonini aniqlaydi va har xil kirish rastrlari to'plamiga tegishli bo'ladi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Joylashish va shakl, atribut bo'yicha chiqarib olish nima?
2. Poligon shakli bo'yicha chiqarib olish deganda nima tushuniladi?
3. Joylashish bo'yicha chiqarib olish deganda nimani tushunasiz?
4. Ustiga qo'yish tahlilini tushuntirib bering va qanday qadamlardan iboratligini izohlab bering.
5. Muallaq ustiga qo'yish tushunchasini izohlab bering.
6. Muallaq summa deganda nimani tushunasiz?
7. Noaniq ustiga qo'yish nima?



## 4-bob. TARMOQLAR TAHLILI

### 4.1. Tarmoqlar tahlili haqida umumiy tushuncha

Bu bob asosan tarmoqlar tahliliga bag'ishlanadi va bu usulda tasvirlash yo'llari ko'rsatib beriladi.

Tarmoqlar tahlili quyidagi savollarga javob beradi:

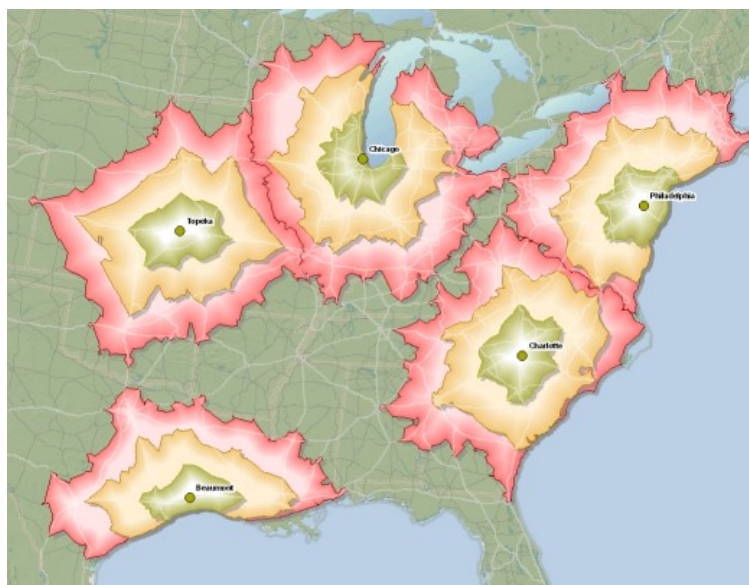
*A* nuqtadan *B* nuqtagacha bo'lgan qaysi marshrut eng qisqa hisoblanadi? Bu erda manzilga tez etib borish uchun eng yaqin marshrut yo'nalishini tanlash juda muhimdir (27-rasm).



**27-rasm.** Eng qisqa marshrutlar yo'nalishining tasvirlanishi

Qaysi uyga yong'inga qarshi kurashish bo'limi 5 minutlik masofada?

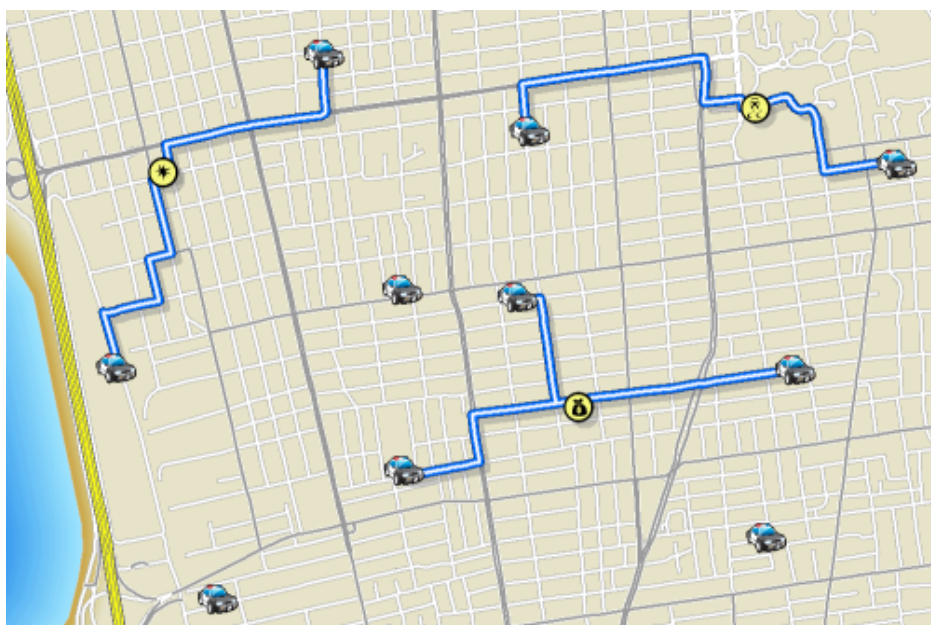
Qaysi korxonada iste'mol bozorini egallagan?



**28-rasm.** Eng yaqin do‘kon yoki korxonalarining tasvirlanishi

Inson eng yaqin do‘konga borishni xohlaydi. U vaqtini tejash uchun do‘konning qaysi filialiga borishi kerak (28-rasm)?

Qaysi tez yordam mashinasi yoki DAN xodimi mashinalari hodisa sodir bo‘lgan joyga tezroq etib bora oladi?

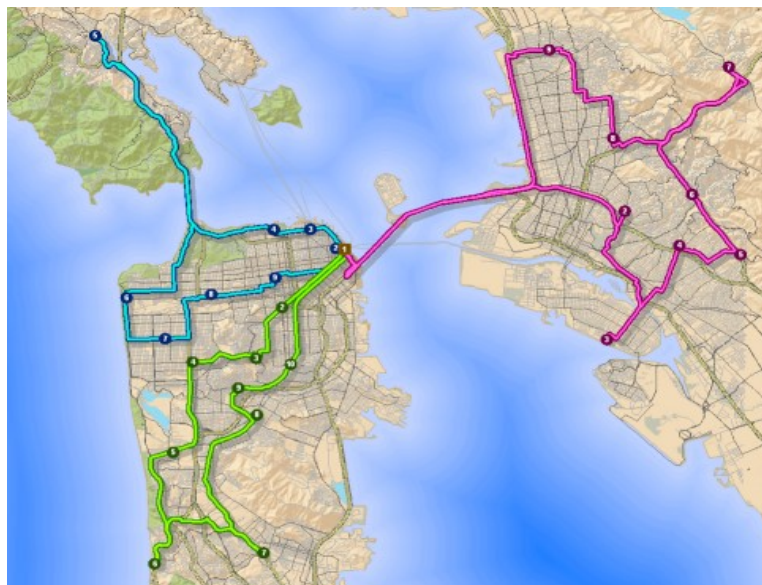


**29-rasm.** Eng asosiy yo‘llarning tasvirlanishi

Yaqin joydagi yo‘l patrul xizmati (YPX) mashinasi favqulodda vaziyatlarga biriktirib qo‘yilgan. Har bir joyda tayyor bo‘lishi kerak bo‘lgan DAN xodimlari

soni sodir bo‘lgan yo‘l hodisasining jiddiyligiga bog‘liq bo‘ladi. Har bir mashina uchun tez etib borish marshrutlari ishlab chiqiladi (29-rasm).

Yuk mashinalari saroyi yoki ta‘mirlash-avariyaviy mashinalar saroyi yordamida xizmat ko‘rsatish darajasini qanday qilib yaxshilash va transport chiqimlarini kamaytirish mumkin?



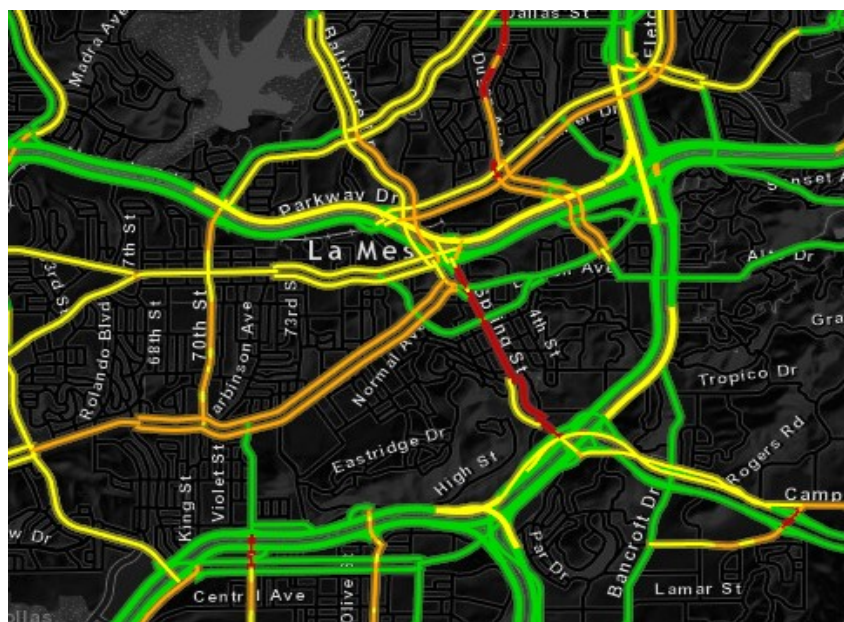
**30-rasm.** Avtomobillarga xizmat ko‘rsatish joylarining tasvirlanishi

Ulgurji bazaga tegishli uchta yuk mashinasi yuklarni etkazib berish uchun yaqin joydagi oziq-ovqat do‘konlariga taqsimlab qo‘yilgan. Ularga transport xarajatlarini qisqartirishga yordam beruvchi do‘konlarga boradigan harakat yo‘nalishlari belgilab berilgan. Mashinalar sig‘imi, tushlikdagi tanaffuslar va yo‘lga ketadigan maksimal vaqt – masalalarni hal qilishda qo‘l keladigan cheklovchi omillardir (30-rasm).

Iste‘mol bozorini kengaytirish uchun yangi do‘konni qaerda ochsa yaxshi bo‘ladi?

Agar kompaniya qisqarayotgan bo‘lsa, eng to‘liq talablarni saqlab qolish uchun do‘konlardan qaysi birini yopish kerak? Hozirgi yoki tarixiy sharoit vaziyati qanday va tarmoq tahlili natijalariga ular qanday ta‘sir ko‘rsatadi?



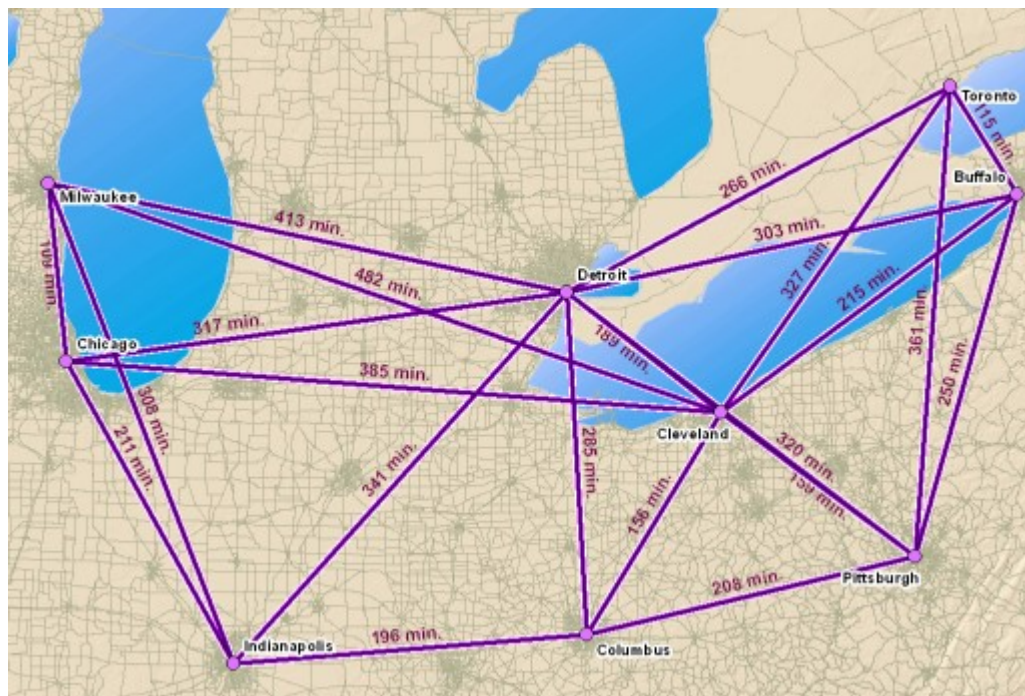


**31-rasm.** Tarixiy joylar, kompaniyalar va yirik do‘konlarning tasvirlanishi

Tarmoqlar tahlili korxonalarda, jamoat xizmatlarida va boshqa tashkilotlarida muvaffaqiyat bilan qo‘llanilishi mumkin. Bu ularga o‘z faoliyatini samarali yuritishiga va strategik xulosalar qabul qilishga imkon beradi (31-rasm). Kimning ularning mahsulotlariga yoki xizmatiga talabgor ekanligi haqidagi ma’lumotlar joriy va potentsial bozor dinamikasini yaxshi tushunishga yordam beradi. Bunda, bekatlarni va eng qisqa yo‘lda bekatlar orasidagi to‘sqinlik qiluvchi omillarni, masalan, vaqt intervallari, mashinalar sig‘imi va yo‘lga ketadigan maksimal vaqtni optimal taqsimlab transport xarajatlarini kamaytirish mumkin. Mijozlarga xizmat ko‘rsatish darajasini oshirish va tez suratda harakat qilish asosan xizmat ko‘rsatish shoxobchasining qulay joylashishi bilan bog‘liqdir. Tarmoqlar tahlili bunday masalalarni tushunish va hal etishga katta yordam beradi.

Tadqiqotchilar va tahlilchilar tarmoqlar tahlili imkoniyatidan bir necha boshlang‘ich nuqtalar va belgilangan manzillar orasidagi tarmoq yo‘llari eng kam harajatlarni aniqlash uchun foydalanishlari mumkin. Yaratilayotgan tarmoqlar tahlili matritsasi maqsadga erishiladigan yutuqlar bahosi ba’zan kattaroq ko‘lamdagi hisob-kitoblarni bajarishga xizmat qiladi. Masalan, transport oqimlarini bashorat qilishda ayrim hollarda transport tarmoqlari uzellarining masofasi

hisobga olinadi. Tarmoqlar masofasining qiymatlari marshrutdagi oqimni bashorat qilishga yordam beruvchi matematik ifodalarni hisoblashda foydalaniladi (32-rasm).



**32-rasm.** Eng yaqin yo‘l masofasini hisoblash

Maqsadga erishish baho matritsasi eng kam harajatli tarmoq yo‘lining boshlang‘ich nuqtasidan belgilangan nuqttagacha bo‘lgan masofasini hisoblaydi. U boshlang‘ich nuqtalarni belgilangan manzil bilan bog‘lovchi chiziqli obyektlarini keltirib chiqaradi. Har bir chiziqli obyekt marshrutning umumiy tarmog‘i bahosini atribut belgilari ko‘rinishida saqlaydi. Tahlilchilar ayrim vaziyatlarda jadval ma’lumotlari atributlaridan kirish ma’lumotlar sifatida chiziqli tarzda dasturlashda foydalanadilar.

Agar to‘g‘ri chiziqli masofa o‘rniga tarmoq masofalaridan foydalanilsa, fazoviy statistikada hisoblashlarni bajarishda aniqroq ma’lumotlarni olish mumkin. Yo‘l-transport hodisalari tahlilini misol sifatini ko‘rib chiqamiz. Maqsad qaysidir yo‘l-transport hodisasini klasterlarda, ularning sabablarini aniqlash va ularning

sonini kamaytirish uchun choralar ko‘rishni bildiradi. Avtomobillar yo‘lda harakatlanadi, shuning uchun yo‘l-transport hodisalari klasterlarini tarmoq masofasi yordamida aniqlash to‘g‘ri chiziqli masofadan foydalanishga qaraganda ancha samarali bo‘ladi.

Yuqorida sanab o‘tilgan savollarga javob olish uchun tarmoq tahlilini bajarish uchun transport tarmoqlarini modellashtiruvchi tarmoqlar ma’lumotlari to‘plami kerak.

### **Tarmoq nima?**

Tarmoq – bu elementlari o‘zaro bog‘langan tizim bo‘lib, qirra (chiziq) va birikmalar (nuqtalar) kabi bir joydan boshqa joyga o‘tish mumkin bo‘lgan marshrutlardan iborat.

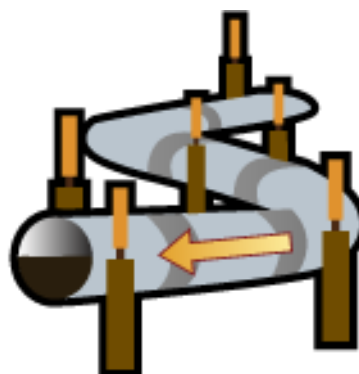
Insonlar, resurslar va mahsulotlar, odatda tarmoqda sayr qiladi: engil va yuk mashinalar yo‘l bo‘yicha ko‘chadi, samolyotlar belgilangan yo‘nalish bo‘yicha uchadi, neft quvurlarda oqib harakatlanadi va hokazolar. Tarmoqda harakatlanish yo‘llarini modellashtirish tarmoqda neftning, yuk mashinasining va boshqalarning harakatini tahlil qilishga imkon beradi. Tarmoqlar tahlilining eng sodda masalasi ikkita nuqta orasidagi eng qisqa masofani aniqlashdir.

Geografik axborot tizimlari (GAT)da tarmoq ikki toifaga ajratiladi: geometrik tarmoqlar va tarmoqlar ma’lumotlari to‘plami.

## **4.2. Geometrik tarmoqlar (kommunikatsiyalar va daryo tarmoqlari)**

Elektr ta’minoti, gaz quvurlari, kanalizatsiya va suv quvurlari kabi daryo va kommunikatsiya tarmoqlarida bir vaqtning o‘zida faqat qovurg‘alar bo‘yicha harakatlanish mumkin. Tarmoq agenti, masalan, oqayotgan neft quvurida harakat yo‘nalishini ham, marshrutni ham tanlay olmaydi, chunki ular tashqi omillar ta’siri bilan aniqlanadi: gravitatsiya kuchi, elektromagnit maydonlar, suvning bosimi va hokazolar. Operator tashqi omillarga ta’sirini boshqarib, agent harakatlarini nazorat qiladi.

GATda kommunikatsiya va daryo tarmoqlari geometrik tarmoqlar yordamida juda yaxshi modellashtiriladi (33-rasm).



**33-rasm.** Quvur transporti

GATda quvur transporti kabi daryo va kommunikatsiya tarmoqlarini eng yaxshisi, geometrik tarmoqlardan foydalangan holda modellashtirish kerak.

#### **4.3. Tarmoqlar ma'lumotlari to'plamlari (transport tarmoqlari)**

Ko'chalar, temir yo'l tarmoqlari va trotuarlar kabi, transport tarmoqlarida qovurg'alar bo'yicha harakatlanadi. Tarmoq agenti, masalan, yo'lda ketayotgan yuk mashinasi haydovchisi harakat yo'nalishini va belgilangan joyni belgilangan manzilni tanlashi lozim (34-rasm).



**34-rasm.** Transport tarmoqlari

GATda transport tarmoqlarini, masalan, yo'llarni tarmoqlar ma'lumotlari to'plami yordamida qurish qulay.

#### 4.4. Multimodal ma'lumotlar to'plamlari

Multimodal ma'lumotlar to'plamlari yordamida bir rejimli ko'chish yo'nalishlarni, modellashtirish, masalan, yo'llarni yoki bir necha rejimli ko'chishlardan iborat multimodal tarmoqni: avtomobil yo'llari, temir yo'llar, suv transporti va hokazolar bo'yicha modellashtirish mumkin (35-rasm).

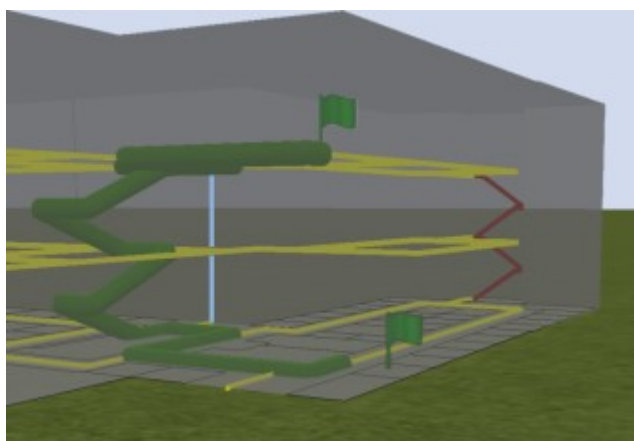


**35-rasm.** Ko'p tarmoqli ma'lumotlar to'plamlari

Ko'cha tarmog'i va metro liniyasi tarmog'i bo'yicha harakatlanuvchi piyoda uchun eng kam xarajatli yo'nalish.

#### 4.5. Tarmoq ma'lumotlarining uch o'lchovli to'plamlari

Uch o'lchovli tarmoq ma'lumotlari to'plamlari yordamida binolar, oralig'idagi shaxtalarda, g'orlarda o'tish joylarini modellashtirish mumkin (36-rasm).



**36-rasm.** Binolar, shaxtalar, g'orlarni tasvirlash

Binoning birinchi qavatida joylashgan nuqta bilan uchinchi qavatida joylashgan nuqta orasidagi eng qisqa yo'nalish. Cheklovlar yordamida nogironlar aravachasi uchun zinani hisobga olmagan yo'nalishlarni yoki liftlarda evakuatsiya yo'llarini rejalashtirish uchun tahlilni bajarish mumkin.

## **Nazorat uchun savollar**

1. Tarmoqlar tahlili deganda nimani tushunasiz?
2. Tarmoq nima?
3. Tarmoqlar tahlilida avtomobil yo‘llarini qanday tavsiflash mumkin?
4. Temir yo‘l transporti liniyalarini tarmoqlar tahlilida qanday tarzda aks ettirib berish mumkin?
5. Suv transportini tarmoqlar tahlilida tasvirlashni tushuntirib bering.

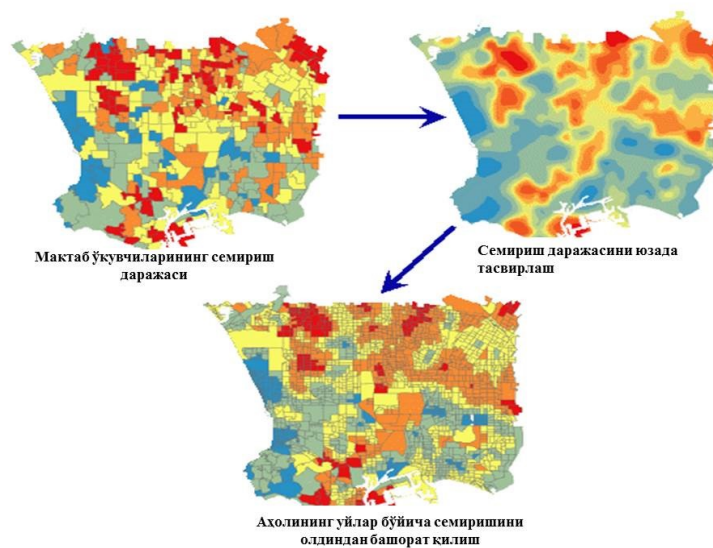


## 5-bob. FAZOVIY INTERPOLYATSIYA

### 5.1. Fazoviy interpolyatsiya haqida umumiy tushuncha

Fazoviy tahlillar asosan geografik ma'lumotlar yig'indisi bo'lib, qo'shimcha ma'lumotlar olish uchun ishlatiladi. Odatda fazoviy tahlil GAT da bajariladi. GAT asosan maxsus vositalar bo'lib, fazoviy tahlilda obyektlar statistikasi uchun (masalan, yarim chiziqlarning nechta ustundan iboratligini belgilaydi) yoki geografik qayta ishlash uchun (Masalan, interpolyatsiya) foydalaniladi. Vositalar qaysi sohada foydalanishiga qarab bo'linadi. Hidrologiya va suv masalalari bilan shug'ullanuvchi va suv oqimini modellashtirish maqsadida relef tahlili bo'yicha mutaxassislarni juda ko'plab qiziqtiradi. Geograflar o'zlashtirilgan hudud bilan tabiiy hududning o'zaro aloqasini tahliliy funktsiyalarini o'rganishda foydalanishadi. Har bir foydalanuvchi o'zining foydalanish sohasidan kelib chiqqan holda vositalardan foydalanadi va bu unga qandaydir muammolarni echishga yordam beradi.

ArcGIS Geostatistical Analyst 10.1 modulida yangi interpolyatsiya usuli ishlab chiqilgan.



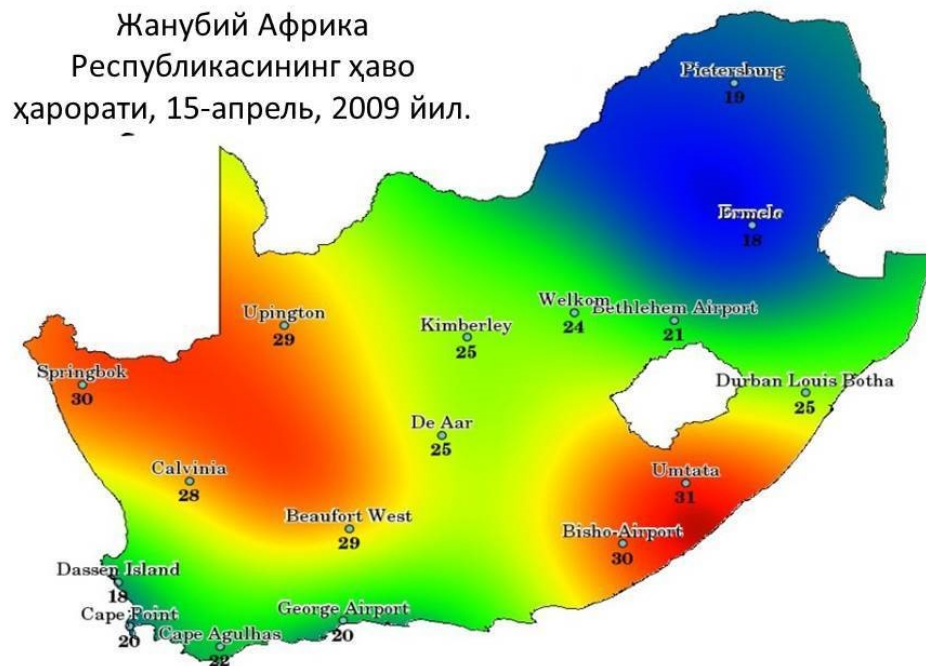
**37-rasm.** Fazoviy interpolyatsiya usuli

#### 5.1.1. Fazoviy interpolyatsiya



Fazoviy tahlilning geostatistik interpolyatsiya usulida asosan geostatistikaning tuzuvchi operatsiyasi (Geostatistical Wizard) ochiq bo‘lib, poligonlar bo‘yicha interpolyatsiyani bajarish uchun Kriging nazariyasidan foydalanish mumkin. Krigingning boshqa usullarida faqatgina to‘xtovsiz Gauss ma’lumotlaridan foydalanilib, fazoviy interpolyatsiyada ko‘plab qo‘shimcha ma’lumotlarni va ehtimolliklarni qayta ishlaydi. Poligonlardagi fazoviy interpolyatsiya qatlamida (Areal Interpolation Layer To Polygons) interpolyatsiya uning qaysi bir poligonida bajarilgan bo‘lishi mumkin, masalan, interpolyatsiyaning poligonal ma’lumotlarida aholini semirish darajasini to‘plangan ma’lumotlar asosida olinishi, maktab o‘kuvchilarining semirish darajasining qay darajada ekanligini taqqoslashimiz mumkin (37-rasm).

Interpolyatsiyaning tekislangan yuzasida geostatistikaning tuzuvchi operatsiyasi (Geostatistical Wizard) yaratilib, qaytadan yangi poligonlarni geografik qayta ishlash vositalaridan foydalangan holda quyidagi grafik bo‘yicha bajariladi.

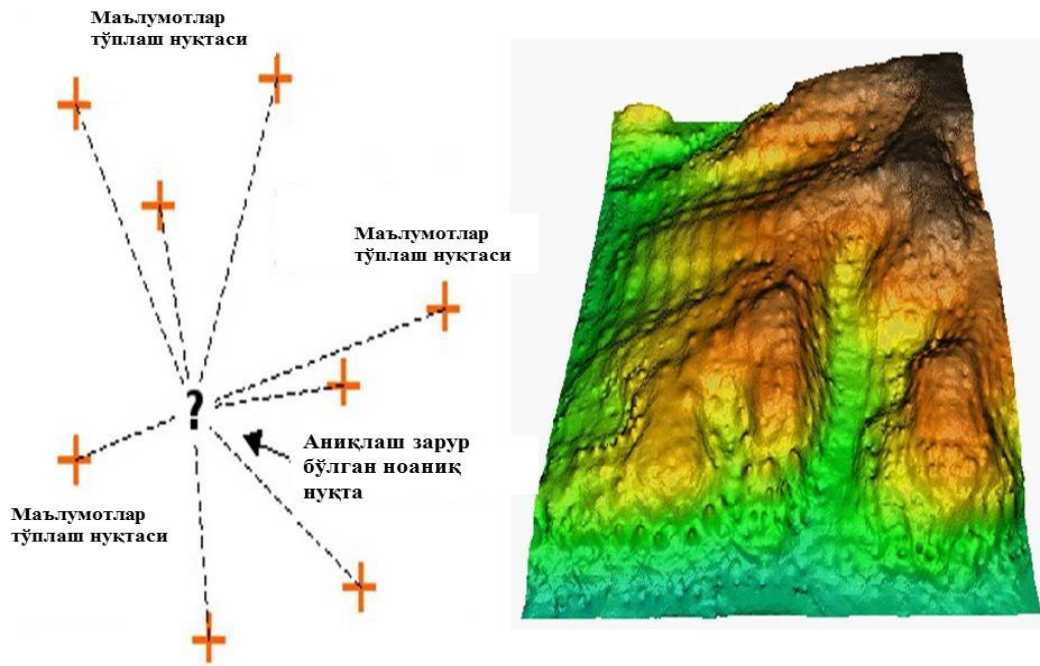


**38-rasm.** Xaritada Janubiy Afrika Respublikasining havo harorati interpolyatsiya usuli yordamida meteostantsiya ma'lumotlari asosida tuzilgan

Berilgan nuqtalarning u yoki bu darajadagi kattaligini noaniq nuqtalarning noaniq qiymatlarini baholash fazoviy interpolyatsiya deyiladi. Masalan, ma'lum bir davlatning havo harorati xaritalarini yaratishda foydalanish mumkin. Siz uning hududidagi meteostantsiyalarning taqsimlanishini aniqlashingiz kerak. Fazoviy tahlil qilishda havo harorati bo'yicha ma'lumotlarni tahlil qilish orqali butun davlat hududi bo'yicha havo haroratining qandayligini bilishimiz mumkin (38-rasm). Bunday interpolyatsiya ayrim vaqtlari statistik qatlam deb ham yuritiladi. Relief modeli, yog'in-sochinlar va qor qoplami kartasi, shuningdek, aholining zichligini bir qancha fazoviy tahlil natijalari orqali keltirishimiz mumkin.

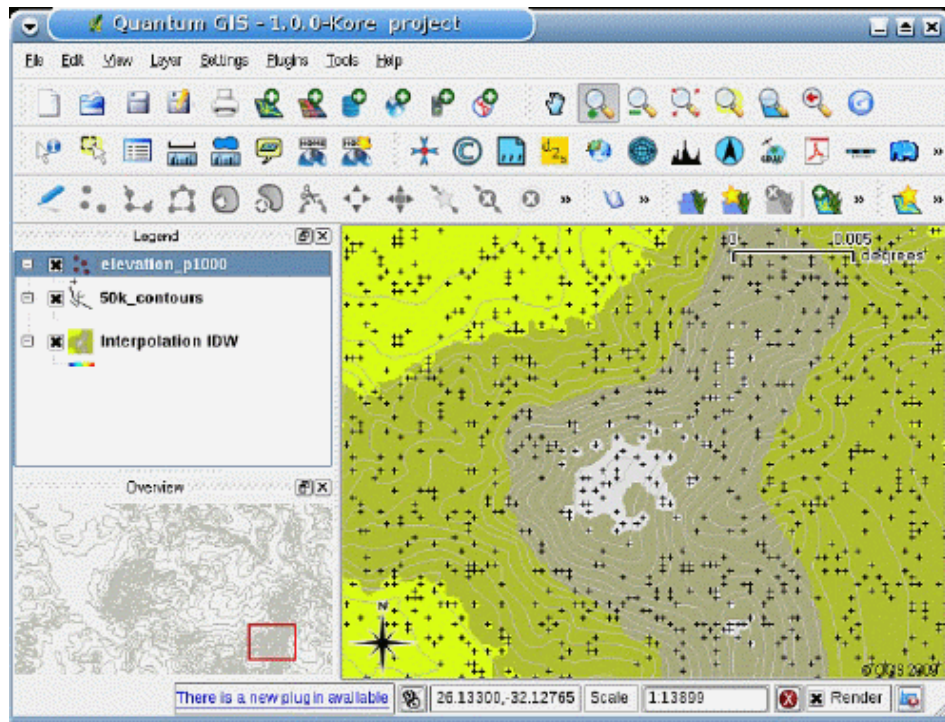
Ayrim vaqtlari vaqtning va ma'lumotlar olingan nuqtalarning kamligi kuzatiladi. GATda interpolyatsiya orqali olingan ma'lumotlarni tasvir ko'rinishiga, piksellar, o'z navbatida, nuqtalardan olingan ma'lumotlar bo'yicha baholash ko'rsatkichlari bo'ladi. Masalan, balandlik ma'lumotlari asosida joyning raqamli relief modelini yaratishda, GPS yordamida nuqtalarni olish orqali, interpolyatsiya metodida olingan joyning ma'lumotlari asosida bajariladi. Olingan model boshqa modelni yaratishga asos bo'ladi va shu bilan birga tahlil qilish uchun ham ishlatiladi.

Interpolyatsiyaning bir qancha usullari mavjud. Biz bu bobda juda keng tarqalgan usullardan: Teskari muallaq masofa IDW (ingl. Inverse Distance Weighting) va Noregulyar triangulyar tarmoq TIN (inglizcha Triangulated Irregular Networks) haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz.



**39-rasm.** Interpolyatsiyaning teskari muallaq masofasi usulida (chapda) nuqtalardan olingan ma'lumotlarga asoslangan. Relefning asosiy ko'rinishi teskari muallaq masofa usuli yordamida nuqtaviy qatlamlar asosida dengiz sathiga nisbatan olingan. (Manba Rasm: Mitas, L., Mitasova, H. (1999))

Aytish joizki, interpolyatsiyaning IDW usulida ayrim kamchiliklar ham bor. Agar nuqtalar belgili darajada notekis tarqalgan bo'lsa, ma'lumotlarning aniqligi past bo'ladi (39-rasm). Bundan tashqari, faqatgina interpolyatsiyalangan qatlam nuqtalardan olingan ma'lumotlari maksimal yoki minimal darajada bo'lishi mumkin.

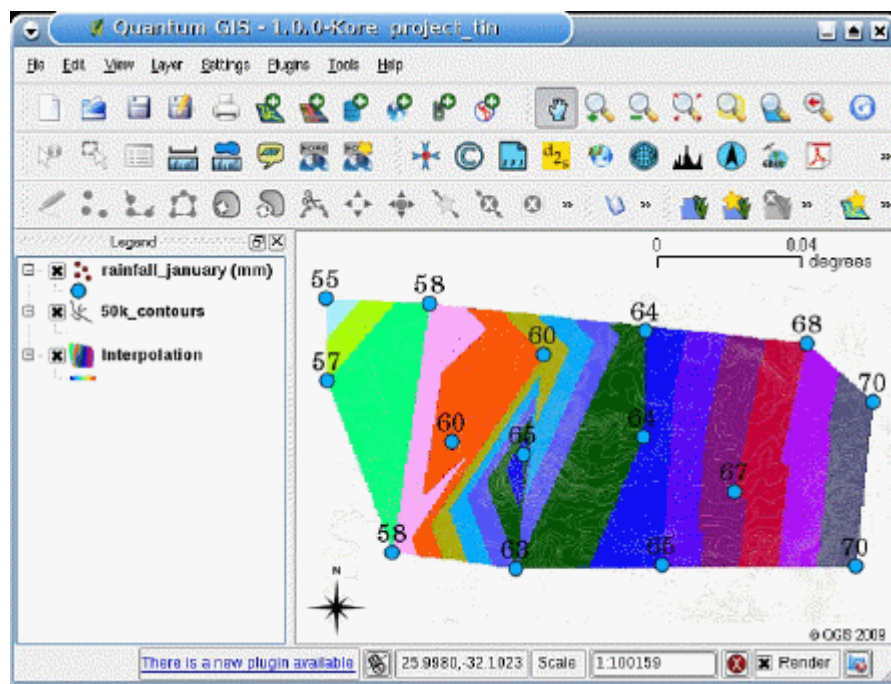


**40-rasm.** IDW interpolyatsiyasi natijalari asosida balandlik haqidagi ma'lumotlarning tarqalishi (qora rangdagi plyus belgisi bilan ko'rsatilgan)

GATda interpolyatsiya ikki o'lchamli rastri qatlamdan iboratligi ko'rsatilgan. Quyidagi rasmda siz interpolyatsiyaning teskari aloqa tipik hulosalarini (IDW-interpolyatsii) GPS yordamida olingan nuqtalar balandligiga asoslangan ma'lumotlardan ko'rishingiz mumkin (40-rasm).

### 5.1.2. Triangulyatsion nomuntazam tarmoq

GAT muhitida triangulyatsion nomuntazam tarmoq yana bir interpolyatsiyaning asosiy vositasi hisoblanadi. Triangulyatsion nomuntazam tarmoqda joylashgan algoritim Delone triangulyatsiyasi deyiladi. U yaqin nuqtalardan tashkil topgan uchburchaklardan tuzilgan qatlamni yaratadi (41-rasm).



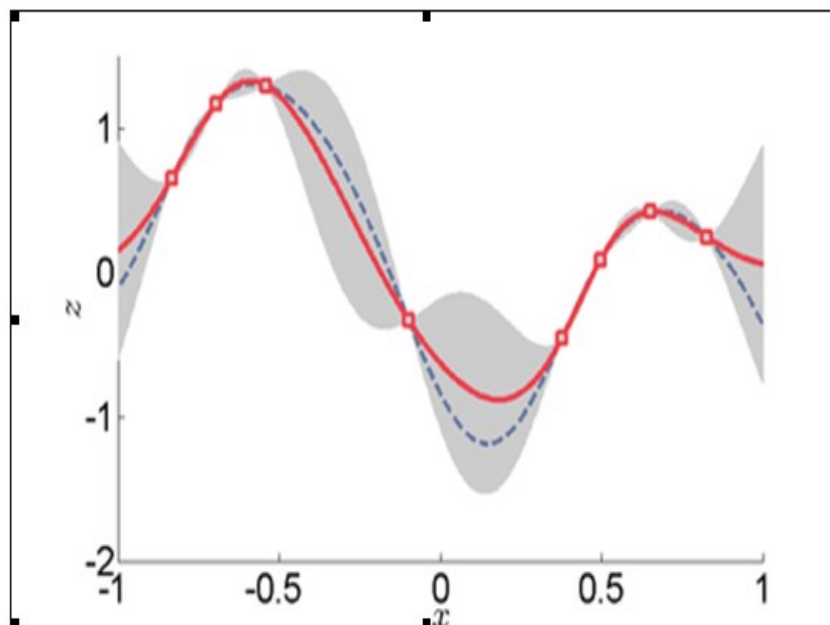
**41-rasm.** Tarmoq orqali olingan ma'lumotlar asosida tuzilgan Delone triangulyatsiyasi

### 5.2. Kriging

Geostatistikada kriging yoki Gauss jarayoni interpolyatsiya usuli bo'lib, qaysidir interpolyatsiya belgilari asosida modellashtirilib, Gauss jarayonida oldindan kovariatsiya bo'ladi. Uning asosiy farqi shundaki, bo'lakli yarim nominal splayn olingan belgilari optimizatsiya uchundir (42-rasm).

Duch keladigan holatlarda qo'yiladigan kriging yaxshi obyektiv oraliq belgilarini bashorat qiladi. Interpolyatsiya usuli boshqa andozaga asoslangan,

bunda asosan aniq oraliq belgilarini bermaydi. Bu usulda asosan fazoviy tahlil va kompyuter eksperimentidan keng foydalaniladi. Bu usul Kolmogorov – Vener usuli kabi juda muhim hisoblanadi.



**42-rasm.** Kringingda bir o‘lchamli ma’lumotlar – aniq intervallarda. Joylashish ma’lumotlarida maydonni ko‘rsatish. Kringing interpolatsiyasi – qizil rang bilan tasvirlangan

Bu usulning nazariy asoslarini frantsuz matematigi Jorj Materon Danie G.Kringingning magistrlik dissertatsiyasi asosida ishlab chiqqan.

### **Ordinar kringing tushunchasi**

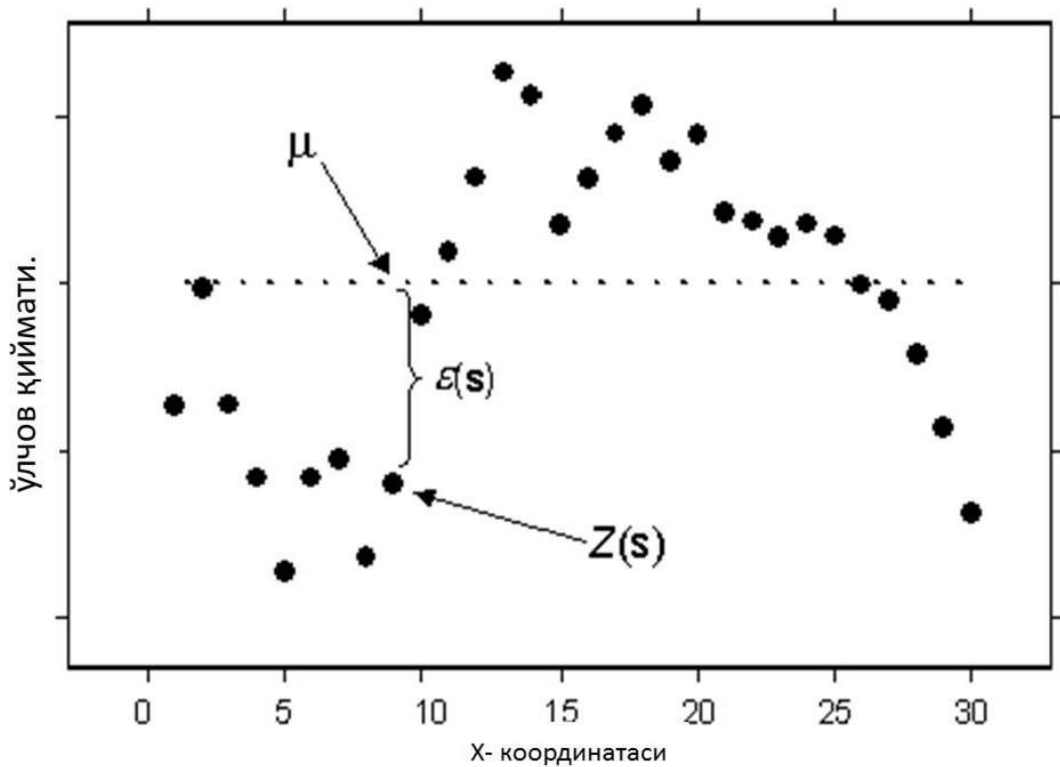
Ordinar kringing modeli quyidagicha:

$$Z(s) = \mu + \varepsilon(s),$$

bunda  $\mu$  – noaniq konstanta hisoblanadi. Ordinar kringingga aloqador eng asosiy savollardan biri doimiy o‘rtacha belgilarga asoslanganmi?

Ayrim hollarda ilmiy asoslangan bo‘lsa, ba’zida interpolatsiyaning oddiy metodi sifatida bo‘ladi. Quyidagi rasmda bitta fazoviy o‘lchovning misoli keltirilgan.





**43-rasm.** Bitta fazoviy o‘lchovning berilishi

Yuqorida ko‘rinishicha, ma’lumotlar balandliklarni bildirib, vodiy va tog‘lar orqali o‘tuvchi profil liniyalari olingan (43-rasm).

### Nazorat uchun savollar

1. Fazoviy interpolatsiya deganda nimani tushunasiz?
2. Teskari aloqa IDWni tushuntirib bering.
3. Kriging deganda nimani tushunasiz?
4. Triangulyatsion nomuntazm tarmoq tushunchasini izohlab bering.
5. Ordinar kriging degani nima?

### 6-bob. YUZALAR TAHLILI

## 6.1. Yuzalar tahlili tushunchasi

Yuzalar har bir nuqta butun hudud bo‘ylab ma’lum qiymatlarining cho‘zilish hodisasidir. Cheksiz to‘plam nuqtalarning qiymatlari barcha yuzada birlamchi belgilar cheklangan to‘plamidan olinadi. Ular bevosita o‘lchashga asoslangan, masalan, relef balandligi qiymati va havo harorati yuzasi uchun; yuza uchun o‘lchash nuqtalari orasida o‘lchash qiymatlari interpolatsiya yo‘li bilan olinadi. Yuzalar boshqa ma’lumotlar asosida matematik hisoblangan bo‘lishi mumkin, masalan, relef sirti ma’lumotlari asosida olingan qiyalik sirlari yoki ekspozitsiyalar, shahar avtobus bekatigacha masofa yuzasi yoki jinoyatchilik faolligi kontsentratsiyasi yoki qo‘zg‘olonlar kelib chiqishini ko‘rsatuvchi yuzalar.

- **Yuzalar** TIN va rastr modellari, nuqtalar massivlari, izochiziqlar yoki gorizontallar yordamida berilishi mumkin; biroq GATda ko‘pincha TIN ma’lumotlari yoki rastr ma’lumotlari yuzalar tahlilida bajariladi.

- **Izochiziqlar** yuza bo‘yicha bir xil belgi bilan ko‘rsatilgan chiziqlar to‘plamidir. Ular ko‘pincha kartada yuzalarni yaratish uchun ishlatiladi.

- **Nuqtalar** yuzalar bo‘yicha muntazam yoki nomuntazam yuzalar bo‘yicha taqsimlanishi mumkin. Odatda, ular kiruvchi ma’lumotlar sifatida rastr yuzlarni yaratish uchun interpolatsiya vositalari uchun kriging yoki triangulyatsiya uchun, TIN modellarida yoki rastr yuzalarini yaratish uchun foydalaniladi. Holbuki ular ba’zan yuzalarni kartografik tasvirlashda, masalan, shamol yo‘nalishi bayroqchalarida yoki eng arzon marshrutlar yo‘nalishini strelka bilan ko‘rsatishda foydalaniladi.

- **TIN** triangulyatsiya qirralari tarmog‘idan iborat bo‘lib, yuzaki qoplovchi qovurg‘a va tugunlar bilan aniqlanadi. TIN triangulyatsiyada boshlang‘ich tugun sifatida foydalanilgan ma’lum qiymatlar yoki baland nuqtalar asosida yaratiladi. Chiziqlar yuza shakli keskin o‘zgaradigan, masalan, tog‘ cho‘qqilari, yo‘llar yoki suv oqimlari, TIN modeliga chiziqning bukilgan joyi sifatida, hududning biror qiymatini ajratib turuvchi qismi to‘ldirilgan poligonlar tarzida berilishi mumkin.



Tugunlar orasida joylashgan chiziqli interpoliyatsiya yordamida TIN modellari uchun eng yaqin tugunlar qiymat asosida olinishi mumkin. Tugunlar orasida joylashgan joylar uchun qiymatlar TIN-modellari uchun yaqin joylashgan tugunlar qiymatlari asosida chiziqli interpoliyatsiya yordamida olinishi mumkin. Odatda, TIN-modellardan muhandislik loyihalari relief sirtlarini tasvirlash uchun foydalaniladi, chunki balandlik nuqtalari belgilari balandlik qiymatlari keskin kamayadigan hududlarni aniq modellashtirish uchun notekis taqsimlangan bo'lishi mumkin va nuqtalarning boshlang'ich qiymatlari va ularni joylarda bog'lash shu TIN modelida tugunlar sifatida saqlanadi.

- **Rastrlar** to'g'riburchakli yacheykalar (yoki piksellar) massivlaridagi yuzalarning shu qismida saqlanayotgan, ular qoplagan bo'limidagi ko'rinishidir. Har bir yacheyka faqat bitta qiymatni oladi, shuning uchun sirtni tasvirlash mumkin bo'lgan detallashtirish darajasi, rastr yacheykalari o'lchamlari bilan aniqlanadi. Rastrlardan ArcGIS da model yuzalarida ko'proq foydalaniladi. Rastrli ma'lumotlar tuzilishi sodda bo'lgani uchun rastr bo'yicha (yoki boshqa rastrlar bilan taqqoslash), ya'ni yuzalarning boshqa ko'rinishlariga nisbatan tezroq hisoblashga imkon beradi. Shuningdek, rastrlar suratga olinganlarni skanerlangan kartalar suratlarini va maxsus ma'lumotlarni, masalan, erdan foydalanish sinfi haqidagi ma'lumotlarni saqlashda foydalaniladi.

## 6.2. Yuzalarni yaratish

Geografik axborot tizimlarida asboblar yuzalarni vektorli obyektlardan yoki boshqa yuzalardan yaratish uchun vositalar mavjud. Yuzalarni yaratishning bir necha usuli mavjud, jumladan, o'lchangan qiymatlar nuqtalarida saqlanadigan qiymatlar interpoliyatsiyasi, muayyan hodisa yoki hududdagi berilgan obyektlar miqdoridan olingan obyekt turi sirt zichligini interpoliyatsiya qilish, obyekt yoki obyektlardan sirt masofalarini (yoki yo'nalishlarini) olish va boshqa sirt (reliefning qiymatli rastr)dan yuzani yaratish.

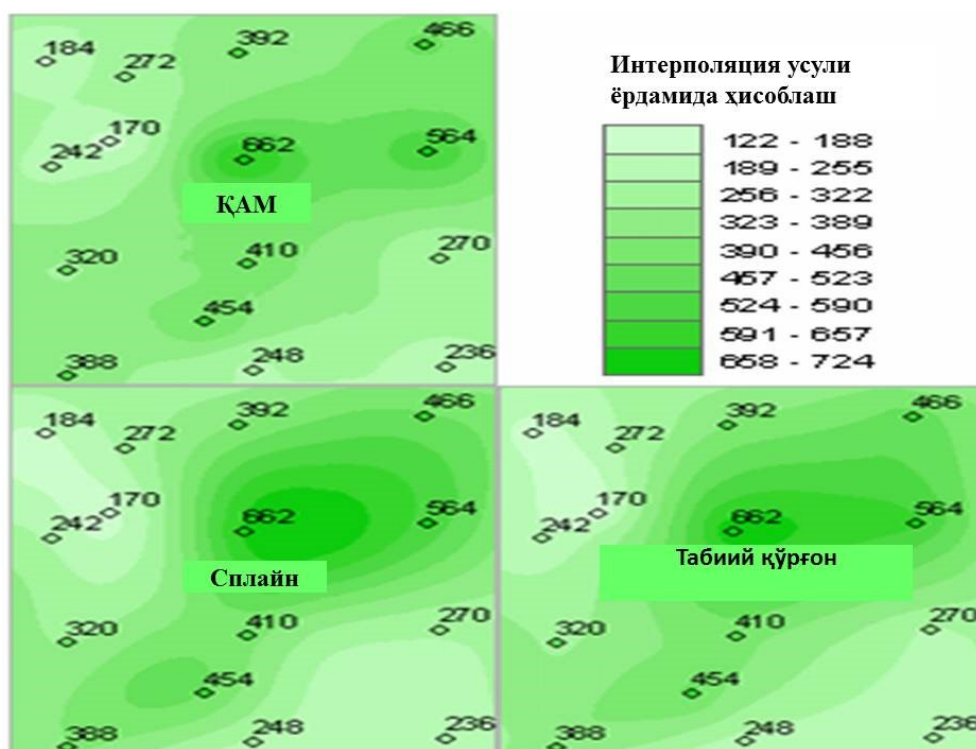
### 6.3. Interpolyatsiya vositalari

Interpolyatsiya vositalari diskret tanlash asosida qiymatlarni, masalan, balandlik yoki kimyoviy konsentratsiya qiymatlarini o'lchash asosida uzluksiz yuzalarni yaratadi. Interpolyatsiyaning bir necha vositalari mavjud va ularning har biri yaratilayotgan yuzalarda ta'sir qiluvchi, ko'plab parametrlarga ega.

Quyida misol tariqasida interpolyatsiyaning har xil usullari o'sha kirish ma'lumotlaridan foydalangan holda turli chiquvchi yuzalarni yaratish mumkinligi keltiriladi.

Teskari muallaq masofasi (Inverse Distance Weighted, (TMM) va Tabiiy qo'rg'on interpolyatsiyaning oddiy vositalari hisoblanadi. Bu vositalar yaqin nuqtalar va ulargacha masofalar yordamida har bir yacheyka uchun yuzalarni baholaydi. OMM (IOW) yaratgan yuzalar uchun yaratilgan interpolyatsiyalangan qiymatlar yaqin joylashgan o'rtacha o'lchangan qiymatlar to'plami bo'lib, vazni shundayki, barcha yaqin joylashgan nuqtalarga uzoqdagilarga nisbatan ta'siri ko'proq (ya'ni vazn qiymati qancha kichik bo'lsa, masofa shuncha katta bo'ladi).

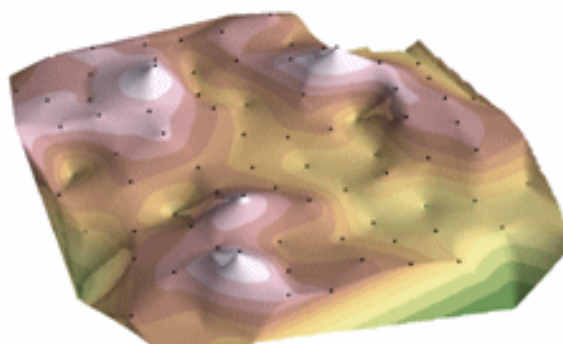
Quyida nuqta qiymatlari interpolyatsiya usuli (TMM) bilan olingan yuzalarga misol keltirilgan (44-rasm).



44-rasm. Interpolyatsiya usullari

Interpolyatsiya usulidan Tabiiy qo'rg'on vositasi ham interpolyatsiyaning TMM usuliga o'xshash bo'lib, nuqtalarning ma'lumotlari interpolyatsiyaning qiymatlari yuzalarning barcha yacheykalari uchun aniqlanadi va «qiyoslanadi», shuningdek, TIN modeli kabi Delone triangulyatsiyasidan foydalaniladi. Tabiiy qo'rg'on usuli bo'yicha interpolyatsiya ko'plab ma'lumotlar to'plamlari bilan interpolyatsiyaning boshqa usullariga nisbatan ishonchliroq ishlaydi.

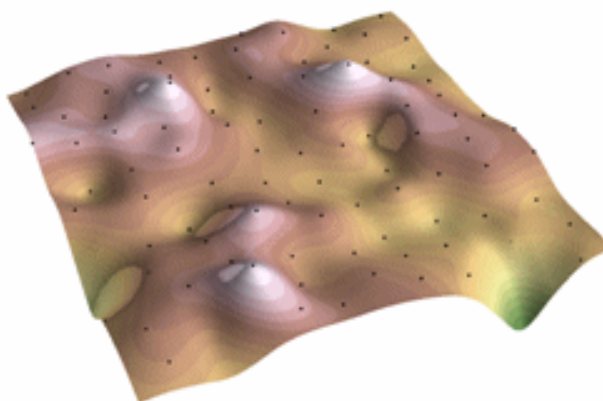
Quyida interpolyatsiyaning Tabiiy qo'rg'on usulidan foydalanish bilan nuqta qiymatlari asosida olingan yuzalar misol tariqasida berilgan (45-rasm).



#### **45-rasm.** Interpolyatsiyaning Tabiiy qo‘rg‘on usulidan foydalanish

Mos ravishda, interpolyatsiyaning Splayn usuli va Trend usulida interpolyatsiyaning optimal yuzalari uchun polinomlar va kichik kvadratlar usuli yordamida tayanch nuqta orqali bajariladi. Splayn usulida interpolyatsiya matematik yuzalarni nuqtalar yordamida tekislash, ya’ni o‘tkir bukilishlarni kamaytiradi; bu usul qiymatlari ravon o‘zgaradigan, masalan, er osti suvlarining sathi yuzalarni modellashtirishda juda foydalidir.

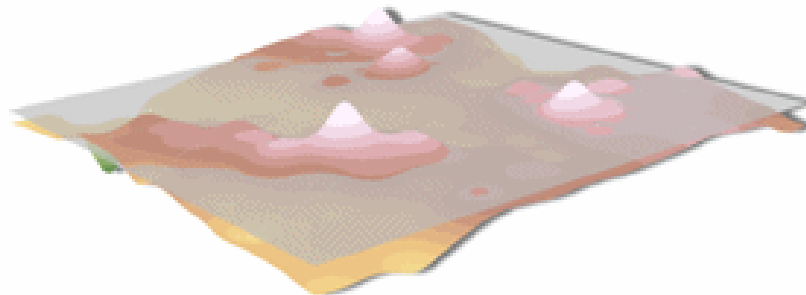
Quyida (46-rasm) Splayn (Spline) usulidan foydalanib, interpolyatsiya nuqtalar qiymatlari bo‘yicha yaratilgan yuzalarga misol keltirilgan.



#### **46-rasm.** Splayn interpolyatsiya usuli yordamida yuzalarning yaratilishi

Trend interpolyatsiya usulida tuzilgan yuzalar katta hajmdagi tuzilishlarni ma’lumotlarda aniqlash uchun; interpolyatsiyalangan Yuzalar boshlang‘ich orqali kamdan-kam o‘tadi.

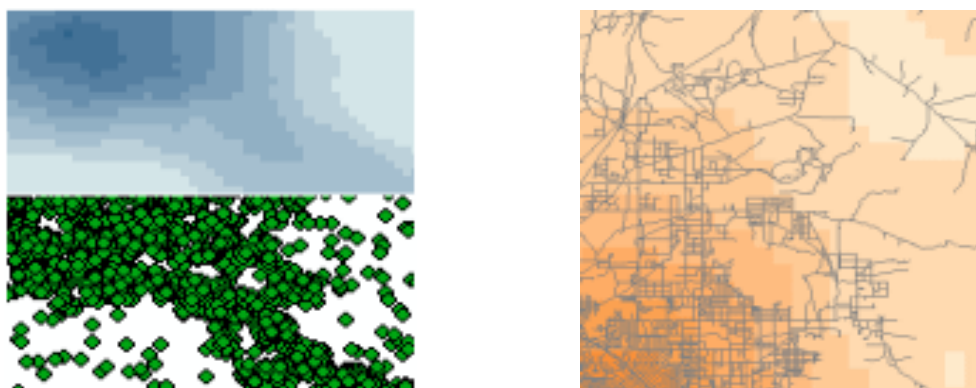
Quyida (47-rasm) kulrang shaffof nuqtalar to‘plami uchun Trend interpolyatsiya usuli tasvirlangan hamda TMM (IDW) interpolyatsiya usulida yaratilgan yuzalarga misol keltirilgan.



**47-rasm.** Trend interpolatsiya usulida nuqtalar to‘plami uchun shaffof kulrang rangda tasvirlanishi

Zichlik vositalari yuza birligiga to‘g‘ri keluvchi u yoki bu obyektlar miqdorini tavsiflovchi yuzani yaratishga imkon beradi. Siz ma‘lumotlar asosida va urbanizatsiya darajasi hududini yoki kuzatishlar yuza zichligidan yovvoyi hayvonlar tarqalgan hududni kuzatishlar asosida ko‘rsatishda foydalanishingiz mumkin. Nuqta va chiziqli obyekt uchun zichlik vositalari mavjud.

Quyida interpolatsiya usulida nuqtaviy va chiziqli obyektlar asosida olingan yuzalar zichliklariga misol ko‘rsatilgan (48-rasm).

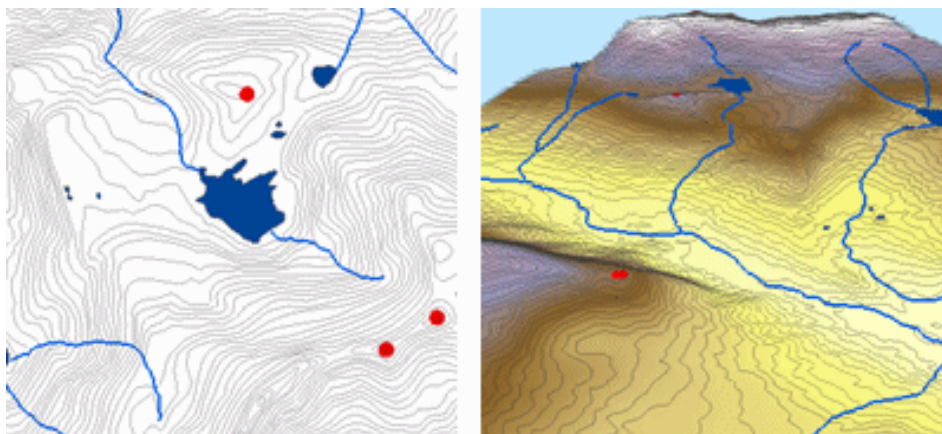


**48-rasm.** Nuqtaviy va chiziqli obyektlar asosida interpolatsiya usulida olingan yuzalar zichligi

Rastrga Topo maxsus ixtisoslashtirilgan vosita bo‘lib, relefnings balandlik, gorizontallik, suv oqimlari, ko‘llar poligonlari lokal pasayishi va o‘rganilayotgan

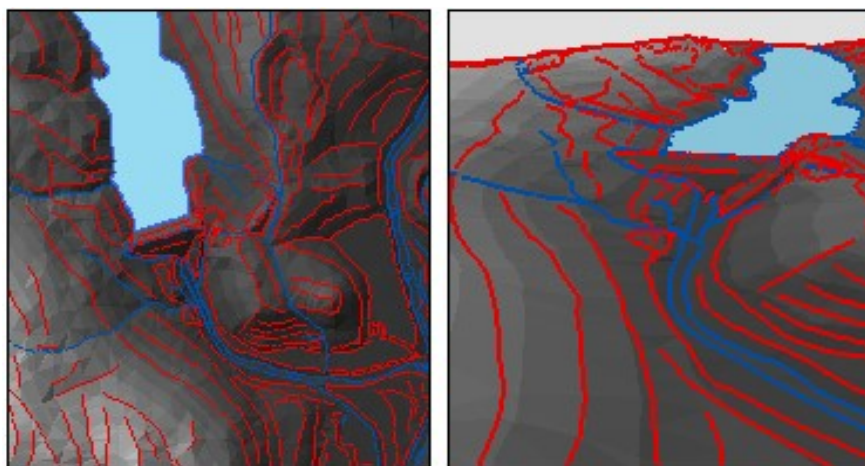
poligon chegaralari kabi vektor ma'lumotlar komponentlari asosida gidrologik muhim rastrli yuzalarni yaratish uchun mo'ljallangan.

Quyida rastrga Topo interpolatsiya usulidan foydalanish orqali joyning balandligi, daryo oqim chizig'i, izogipslar nuqtalari bo'yicha interpolyalangan yuzaga misol keltirilgan (49-rasm).



**49-rasm.** Rastrga Topo interpolatsiya usulini foydalanib, joyning balandligi, daryo oqim chiziqlari, izogipslar, nuqtalar yordamida interpolyalangan nuqtalar bo'yicha yaratilgan yuzalar

Quyida (50-rasm) nuqtaviy, chiziqli va poligonal obyektlardan yaratilgan TIN-yuzalari misol qilib berilgan. Relefning balandligi qiymati ko'plab triangulyatsiya qirralaridagi tayanch nuqtalar qiymatidan olinadi. TIN-yuzalari shu tayanch nuqtalarni bukilish chiziqlari va suv havzalari bilan triangulyatsiya qilish orqali nazorat qilib turiladi.

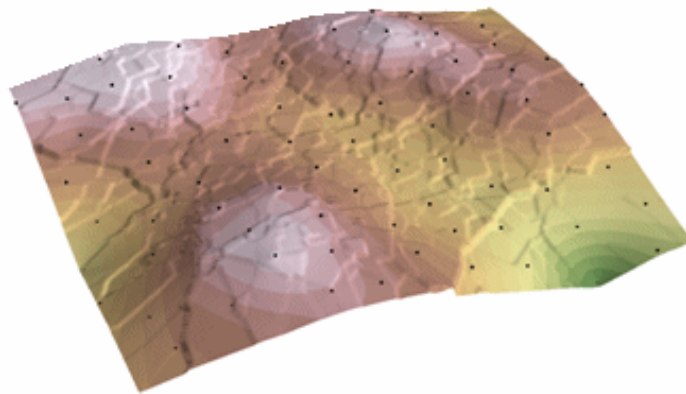




**50-rasm.** Nuqtaviy chiziqli va poligonal obyektlardan yaratilgan TIN-yuzalari

Geostatistik (Geostatistical) interpolatsiya usuli asosida statistik tahlil yotadi. Statistik usullar oldindan belgilangan qiymatli yuzalarni yaratishga va oldindan hisoblab topilgan bu qiymatlarning ishonchlilik darajasini interpretatsiya qilishga imkon beradi. Kriging (Kriging) yuzalarni yaratishning kengaytirilgan texnologiya bo‘lib, u masofa va yo‘nalish bo‘yicha fazoviy korrelyatsion siljishga ega bo‘lgan ma’lumotlar bilan ishlaganda ko‘proq foydali bo‘ladi. Kriging ko‘proq tuproq ilmiy ishlarida va geologiyada qo‘llaniladi.

Quyida (51-rasm) Kriging yordamida nuqtalar qiymatlaridan interpolatsiyalangan yuzaga misol keltirilgan.



**51-rasm.** Kriging yordamida nuqtalar qiymatlarini interpolatsiya qilib yaratilgan yuzalar

#### **6.4. Yuzalar tahlili**

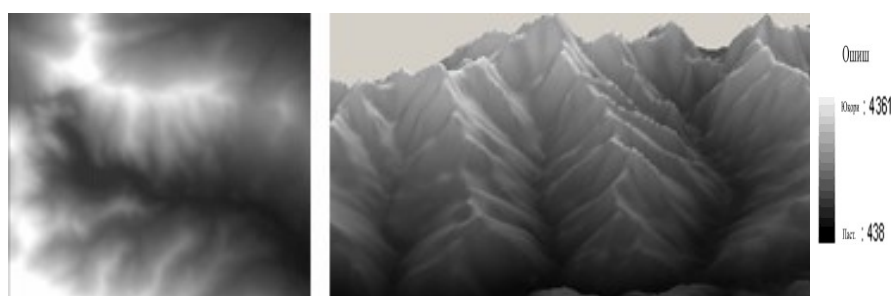
Yuzalarni tahlil qilish yuzalarni kombinatsiyalashda va qayta sinflashtirishda mavjud yuzalardan yangi yuzalarni ajratish kabi qayta ishlash turlarini o‘z ichiga oladi.

Muayyan tahlil vositalari yuzalardan, yuzalar kombinatsiyasidan yoki yuza va vektor ma'lumotlardan axborotlarni chiqarib oladi yoki qabul qiladi.

## 6.5. Relief tahlili

Rastr relief yuzalari tahliliga Qiyalik (Slere), Ekspozitsiya (Aspect), Yuvish (Hillshade), va Egrilik (Curvatura) kiradi.

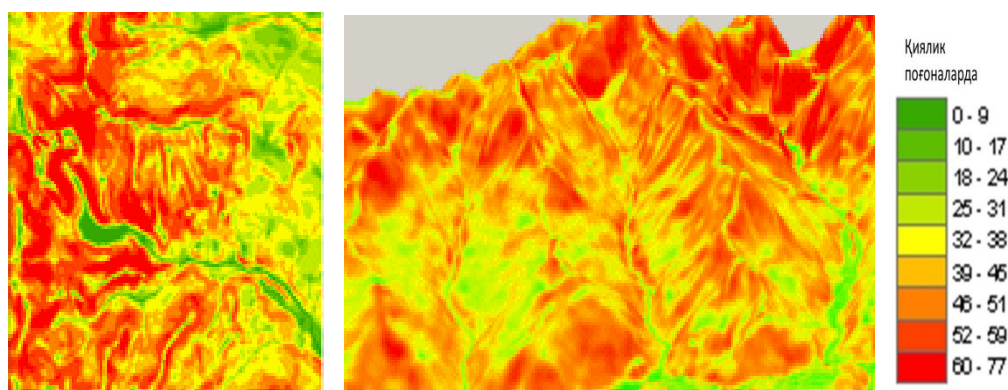
Quyida (52-rasm) hozirgi va kelgusi rejadagi rastr balandliklari tasviri misol qilib keltirilgan.



**52-rasm.** Hozirgi va kelgusi rejadagi rastr balandliklari ko'rinishi

Qiyalik (Slepe) relief qiyaligini belgilab, odatda, yacheykalardan qo'shni yacheykalargacha maksimal o'zgaruvchanlik koeffitsientini hisoblaydi.

Quyida (53-rasm) rejadagi va kelgusidagi qiyalik yuzalar rastr yuzalariga misol keltirilgan.



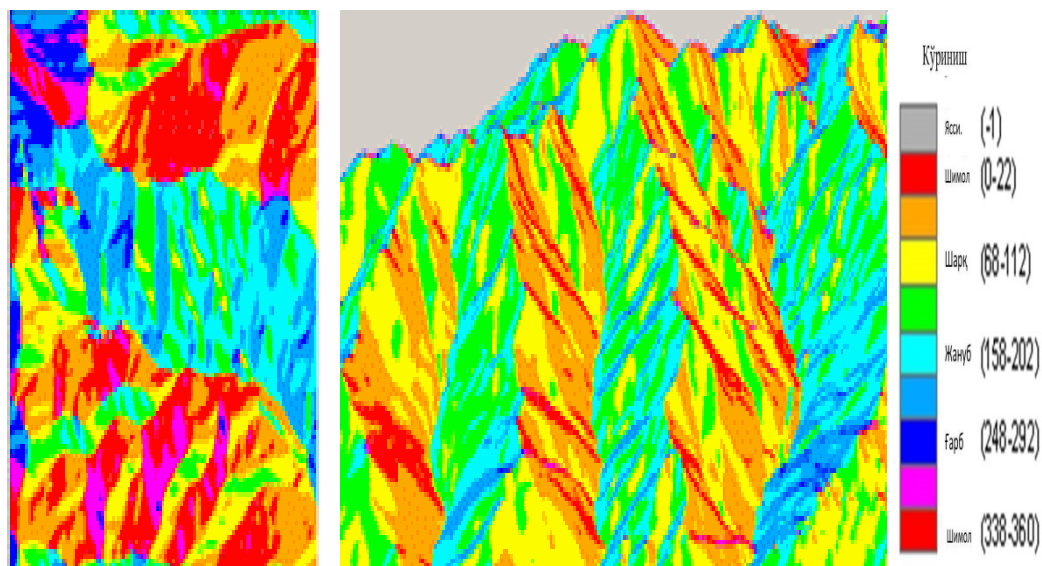
**53-rasm.** Rejadagi va kelgusidagi rastr yuzalari qiyaligi

Ekspozitsiya (Aspect) har bir rastr yacheykalari uchun qiya yuzalar tekisligi joylashishi yo'nalishni hisoblaydi. Yuzalar ekspozitsiyasi, odatda, shu yuza qiyalik



olayotgan quyosh yorug‘ligi miqdoriga ta’sir etadi; shimoliy kengliklarda janubiy ekspozitsiyalarda shimoliy ekspozitsiyali hududlarga qaraganda iliqroq va quruqroq bo‘ladi.

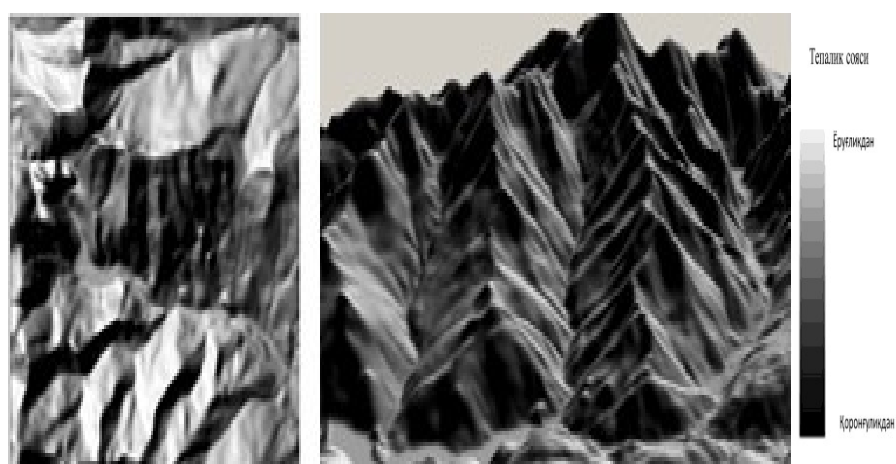
Quyida (54-rasm) kelajakda va hozirgi rejada rastrlı yuzalar ekspozitsiyasi misol tariqasida keltirilgan.



**54-rasm.** Hozirgi rejadagi va kelajakdagi rastrlı yuzalar ekspozitsiyasi

Yuvish (Hillshade) yuzani ma’lum bir joydagi ma’lum bir yorug‘lik manbaidan yoritish intensivligini ko‘rsatadi; bu vosita yuzaning qaysi qismi boshqa hududga nisbatan xiraroq bo‘lishini modellashtirishga imkon beradi.

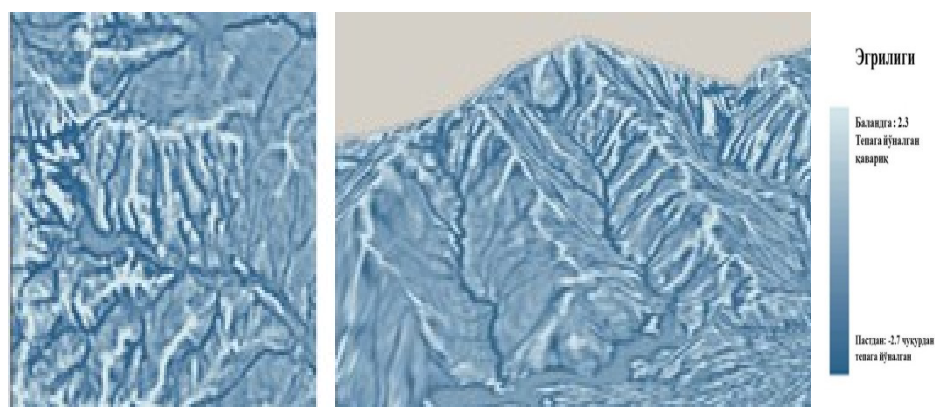
Quyida (55-rasm) hozirgi rejada va kelajakda relef yuvilishi rastriga misol keltirilgan.



**55-rasm.** Hozirgi rejada va kelajakda relef yuvilishi rastrı

Egrilik (Curvature) qiyalik qiyaligini (yuzadan ikkilamchi hosila), bo‘lib, berilgan yuza qismi qavariq yoki botiq ekanligini aniqlaydi. Yuzaning qavariq qismi tog‘lar kabi yaxshi ko‘zga tashlanadi, suv oqimlari unda boshqa hududga yo‘naltiriladi. Yuzalarning botiq qismlari – masalan, kanallar yashirin va suv oqimlarini boshqa hududlardan qabul qiladi. Egrilik ikkita qo‘shimcha variantda bo‘ladi – Plan (Plan) va Profil (Profile). Ular dastlab relefning eroziya va suv oqimlariga ta‘sirini interpretatsiya qilish uchun foydalaniladi. Egrilik profili suv oqimining tezlanishiga yoki kamayishiga ta‘sir etadi, u o‘z navbatida, eroziya va yotqiziqqlarning to‘planishiga ta‘sir ko‘rsatadi. Yassi egrilik oqimlarning qo‘shilishiga va tarqalishiga ta‘sir qiladi.

Quyida (56-rasm) hozirgi va kelajakdagi egrilik rastrli yuzalariga misol keltirilgan.



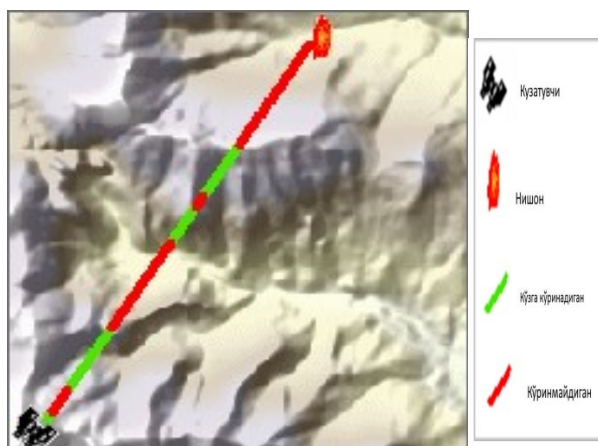
**56-rasm.** Hozirgi va kelajakda egrilik rastrli yuzalarning berilishi

## 6.6. Ko‘rinish tahlili

Yuza qismlarining ko‘rinish tahlili uchun Ko‘rinish chizig‘i (Line of Sight) vositasi bir joy boshqa bir joydan ko‘rinadimi, qarash yo‘nalishi chizig‘ida joylashgan ikki pozitsiya orasidagi joylar ko‘rinadimi, yo‘qmi, ekanini aniqlaydi.

Quyida (57-rasm) Ko‘rinish chizig‘i vositasida tahlil qilishga misol keltirilgan. Chiziqning shimoliy oxirida turgan kuzatuvchi chiziq bo‘yicha joylashgan relefning yashil rangli qismini ko‘ra oladi, qizil rang bilan ko‘rsatilgan

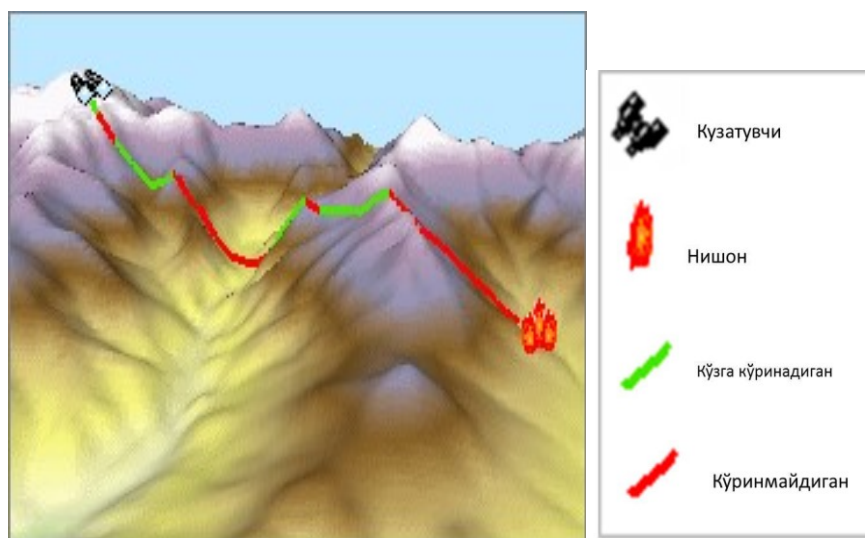
relef qismini ko‘ra olmasligi mumkin. Bunday vaziyatda kuzatuvchi tog‘ning orqa tomonidagi olovni ko‘rishi mumkin emas.



**57-rasm.** Ko‘rinish chizig‘i vositasida tahlil qilish

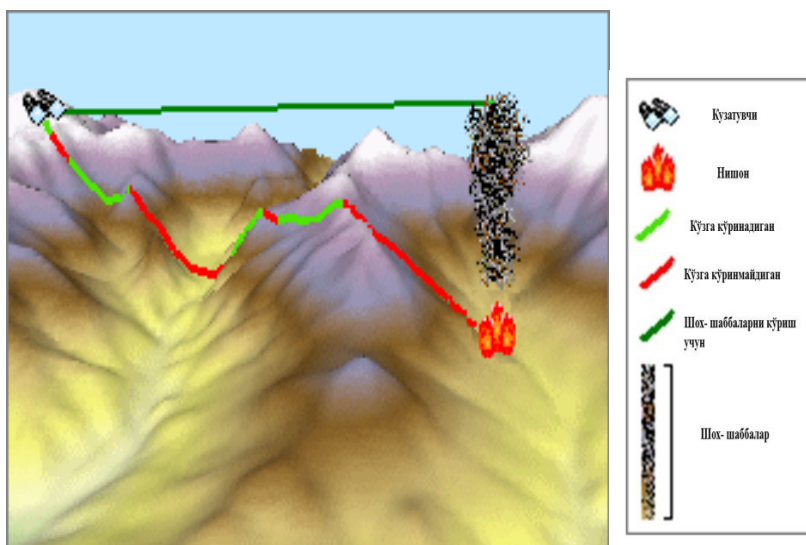
Ko‘rinish tahlili kuzatish nuqtalari balandligini va kuzatilayotgan nuqtalar yoki yacheykalar balandligini aniqlashga imkon beruvchi siljishlar yoki surilishlarni quvvatlab turadi.

Quyida (58-rasm) ko‘rinish chizig‘i usuli yordamida tahlil qilishga misol keltirilgan bo‘lib, unda kuzatish joyining siljishi va siljishsiz tahlil natijalari taqqoslanadi. Chiziq bo‘yicha kuzatuvchi uchun ko‘rinadigan joylar yashil rangda, relief ortida qolgan ko‘rinmaydigan joylar qizil rangda berilgan.



**58-rasm.** Ko‘rinish chizig‘i usulida kuzatish joyi siljigan va siljimagan holdagi tahlil natijalarini taqqoslash

Siz kuzatish nuqtasining siljishidan binolar va chiqindilarni chiqarib yuborishni modellashtirishda foydalanishingiz mumkin (59-rasm).

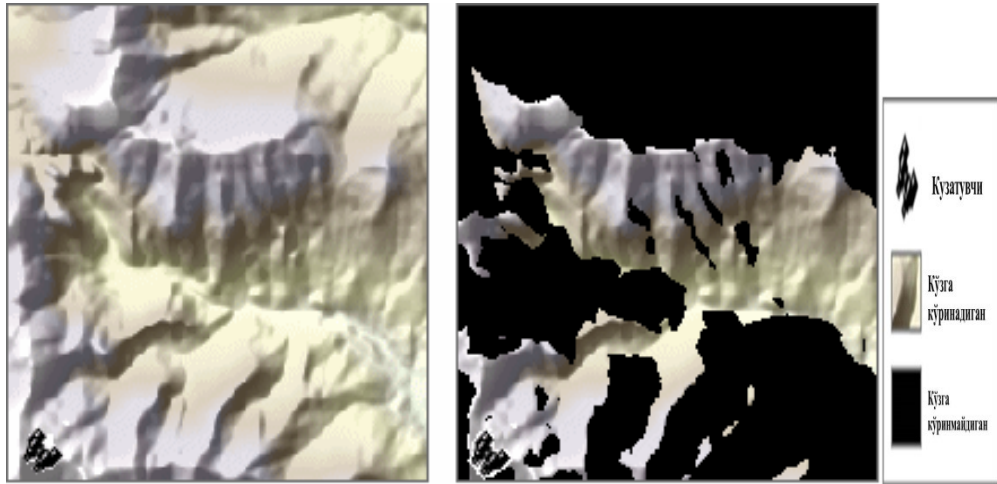


**59-rasm.** Chiziqli ko‘rinish chizig‘i usulida binolarni modellashtirishda kuzatish nuqtasining siljishidan foydalanish

Kuzatish nuqtasining katta siljishidan foydalanganda kuzatilayotgan nuqtalar, hatto oraliq hudud nuqtalarining ko‘rinuvchanligi o‘zgarmasa ham, ko‘rinuvchan bo‘ladi.

Kuzatish nuqtasi (Observer Points) nuqtalar to‘plami sifatida belgilangan qaysi kuzatuvchilar u yoki bu berilgan rastrli yuza yacheykasini ko‘rishi mumkinligini aniqlashga yordam beradi. Tahlil yordamida har bir yuza rastrli yacheykasi va kirish nuqtalari to‘plami (yoki kirish chiziqlarni cho‘qqilari) uchun ushbu istalgan yacheykani qancha ko‘p kuzatuvchi ko‘rish mumkinligini hisoblash mumkin.

Quyida (60-rasm) bitta kuzatish kirish nuqtasidan Ko‘rinish tahlili yordamidagi tahlil keltirilgan. Kuzatuvchida erdan 50 metr baland bo‘lgan yong‘in o‘chirish minorasidan modellashtirish uchun siljishga ega bo‘ladi. Kuzatuvchiga ko‘rinmaydigan yacheykalar rasmda o‘ng tomonda qora rangda ko‘rsatilgan.



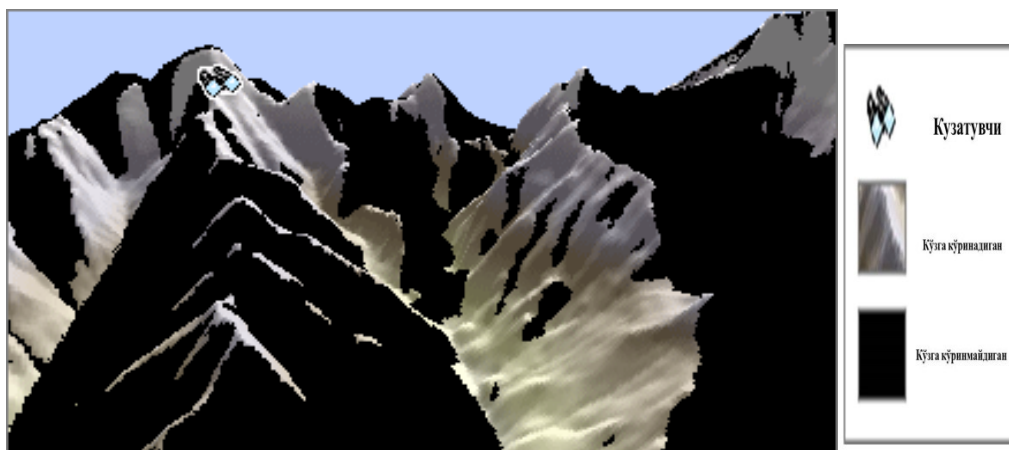
**60-rasm.** Bitta kuzatish nuqtasidan Ko‘rinish tahlili yordamidagi tahlil keltirilgan

Quyida (61-rasm) siz kelgusidagi kuzatish nuqtasini va relef yuzalarini ko‘rishingiz mumkin.



**61-rasm.** Kelgusidagi kuzatish nuqtasi va relef yuzalari

Tog‘ tizmalari ular ortida joylashgan vodiylarni to‘sib qo‘yadi (62-rasm).



**62-rasm.** Tog‘ tizmalari va cho‘qqilarining vodiylarni kuzatuvchidan yashirishi

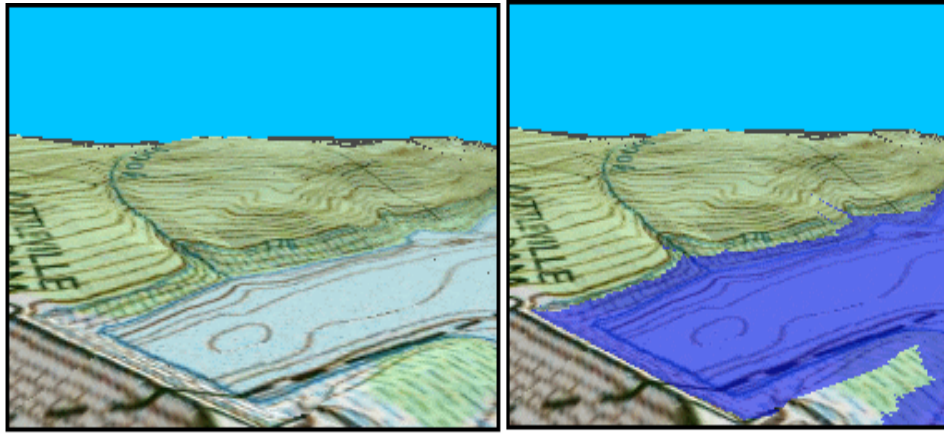
Kuzatish nuqtasi (Observer Points) va Ko‘rinish tahlili (Viewshed) har bir kuzatuvchi ko‘rishi mumkin bo‘lgan yo‘nalish va masofani cheklashi, kuzatish va kuzatiluvchi nuqta uchun bir qator parametrlarni va siljishni belgilashga imkon beradi.

### 6.7. Hajm tahlili

Ba’zi analitik funktsiyalarda hajmlarni hisoblash uchun yuzalar haqidagi ma’lumotlardan asos sifatida foydalaniladi. Bu funktsiyalar yordamida TIN yuzalari yoki boshqa yuzalarning hamda rastrlar hajmi orasidagi farqlar hisoblanadi. Vositaga bog‘liq holda boshqa yuzalar TIN yuzalarida yoki ikkinchi rastrli hamda belgilangan balandlikda gorizont tekislikda berilishi mumkin.

Quyida (63-rasm) suv havzasi oddiy darajada to‘ldirilgan relief yuzalari misol tariqasida berilgan. Siz Hajm vositasidan suv havzasi to‘lishiga yaqin bo‘lganda qo‘shimcha suv hajmini hisoblash uchun foydalanishingiz mumkin.





**63-rasm.** Suv sathi oddiy darajada to‘ldirilgan relief yuzalari

Yuzalar uchun hajm tahlilida (Surfacevolume) berilgan tepalikning gorizontal tekisligidan past yoki baland yuzalar hajmini hisoblash uchun foydalaniladi. Siz bu tahlildan suv hajmini hisoblash uchun daryoning qurishini va qaysi vaqtda to‘lish darajasini bilish uchun foydalanishingiz mumkin. Bu tahlil TIN-yuzalarida yoki rastr yuzalaridan foydalangan holda bajarilgan bo‘lishi mumkin. Chiqish hulosalari matn fayllaridan tashkil topgan bo‘lib, hajm va hudud yuzalarining yakuniy yuzasi, foydalanilgan parametrlaridan iborat.

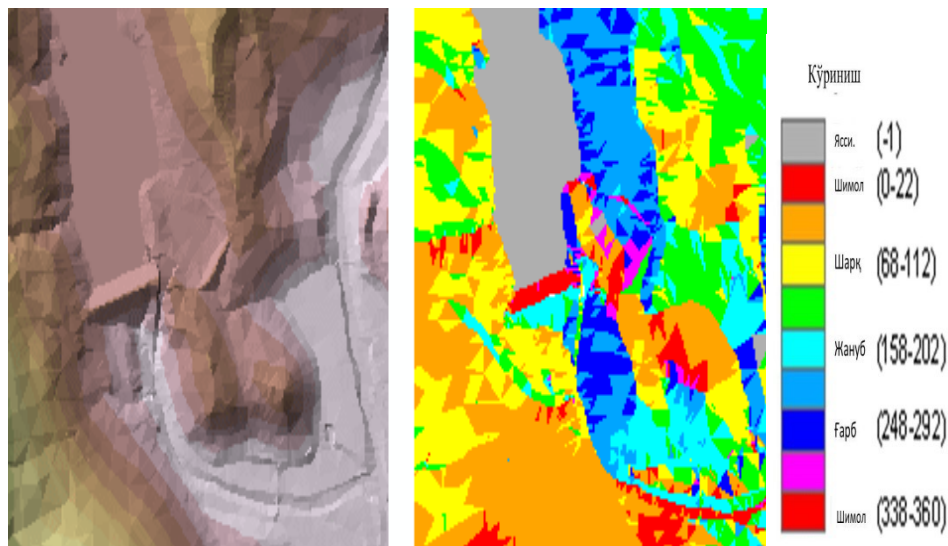
Tepaliklar (botiqliklar) tahlilidan hisoblash uchun bitta hududdagi har bir yacheyka rastrini boshidan yoki ohiridan hisoblash uchun foydalaniladi. Bu tahlil tepalik yoki chuqur qaziladigan erning hajmini, ya’ni yuza relefining o‘zgarishini hisoblashda foydalaniladi. Bu tahlil ikkita rastr bilan ishlaydi, natijalar bo‘lsa, ikkita qatlam orasidagi farq ko‘rinishida rastr yuzalari tarzida ko‘rsatiladi.

## **6.8. TIN dan ma’lumotlarni Chiqarish**

TIN-yuzalarida TIN qirralari atributlari ko‘rinishidagi ekspozitsiya va qiyalik haqidagi ma’lumotlar saqlanadi. TIN-yuzalari uchun ekspozitsiya va qiyaliklarni olish o‘rniga faqatgina balandlik qiymatlari saqlanadigan relief modelining rastrlari ustida ishlangani kabi bu ma’lumotni qirralardan poligon to‘plamlariga chiqarish zarur. TIN Ekspozitsiya (TIN Aspect) va TIN Qiyaligi (TIN Slope) vositalari

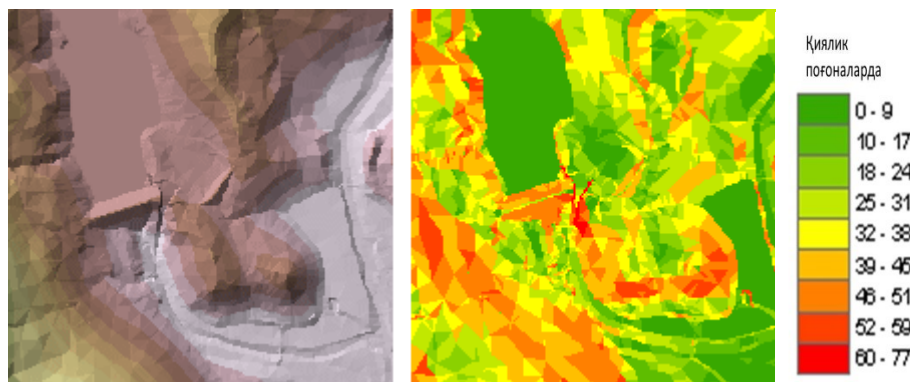
ekspozitsiya va qiyalik bo'yicha ma'lumotlarni TIN dan chiqarib olib, bu ma'lumotlarni atributlar sifatida poligonal fazoviy obyektlar sinfiga qo'shadi.

64-rasmda ekspozitsiya ma'lumotlari va TIN relef modeli misol tariqasida keltirilgan.



**64-rasm.** Ekspozitsiya ma'lumotlari va TIN relef modeli

65-rasmda TIN relefi va undagi qiyaliklar haqidagi ma'lumotlar modeli misol qilib keltirilgan.



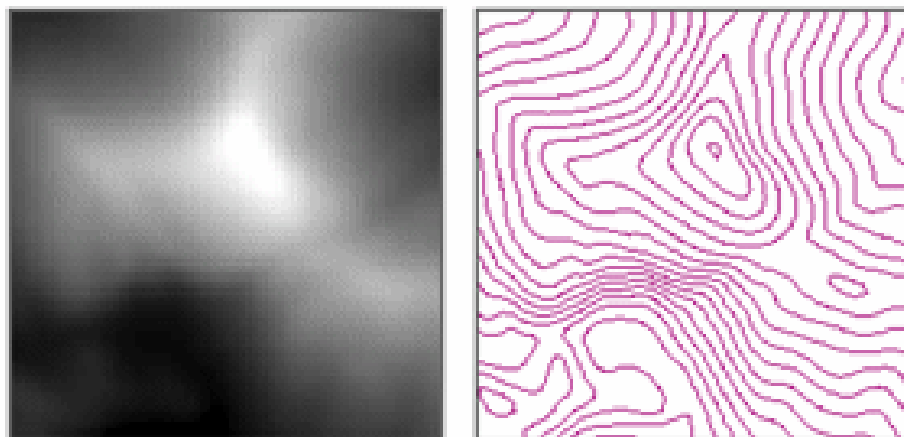
**65-rasm.** TIN relefi modeli va undagi qiyaliklar ma'lumotlari

## 6.9. Izochiziq'larni chiqarish

Izochiziq'lar (Contour) tahlili rast'li yuzalardan doimiy qiymatli chiziq'larini (izochiziq'larni) chiqarishga ruxsat beradi. TIN Izochiziq'lari (TIN Contour) TIN-yuzalaridan fazoviy izochiziq' obyektlari chiziq'li sinflarini chiqarishga imkon beradi.



66-rasmda misol tariqasida undan olingan relef modeli va gorizontallar berilgan.



**66-rasm.** Relef modeli va gorizontallar

### **Nazorat uchun savollar**

1. Yuzalar deganda nimani tushunasiz?
2. Yuzalarni qanday yaratish mumkin?
3. Interpolyatsiya vositalarini tushuntirib bering.
4. Yuzalar tahlilini izohlab bering.
5. Relef tahlilini tushuntirib bering.
6. Ko‘rinish tahlili nima?
7. Hajm tahlilini tushuntirib bering.
8. TIN dan ma’lumotlarni chiqarish deganda nimani tushunasiz?

## **7-bob. KO‘P O‘LCHOVLI MA‘LUMOTLAR TAHLILI**

### **7.1. Ko‘p o‘lchovli ma‘lumotlar tahlili haqida umumiy tushuncha**

Ko‘p o‘lchovli statistik tahlil har xil atributlarning o‘zaro munosabatlarini tadqiq qilishga imkon beradi. Ko‘p o‘lchovli tahlilning ikki turi mavjud, tasniflash (nazorat qilinadigan va nazorat qilinmaydigan) va asosiy komponentni tahlil qilishdir.

Tasniflash maqsadi – barcha tadqiqot hududlarini yacheyka sinfiga yoki kategoriyaga taqsimlash.

Ikki xil tasniflash tipi mavjud: o‘qitish orqali va o‘qitishsiz. O‘qitish bilan tasniflashda sizlar fazoviy obyektlarni tanlaysiz. Masalan, tadqiq qilinayotgan hududning shimoli-sharqiy hududida igna bargli o‘rmonlar bor. Siz uning atrofida poligon (yoki bir necha poligon) rasmini tushirib identifikatsiya qilishingiz mumkin. Boshqa qurilayotgan poligon – bug‘doyзор maydoni, keyingisi – shahar qurilishi va yana bittasi – suv obyektlari. Siz bu jarayonni, fazoviy obyektlar etarli bo‘lmaguncha va ma‘lumotlarda barcha sinflar identifikatsiya qilinmaguncha bajarasiz. Fazoviy obyektlarning barcha guruhlari sinf bo‘lib hisoblanadi. Poligon bo‘lsa – o‘qitish namunasi bo‘ladi. Siz o‘qitish namunalarini identifikatsiya qilib bo‘lganingizdan keyin ularning sinflar o‘zaro munosabatlari uchun ko‘p o‘lchovli statistik hisob-kitob qilinadi. Statistika signaturalar faylida saqlanadi.

O‘qitishsiz tasniflashda sizga fazoviy obyektlar qaysi joyda joylashganligini bilmaysiz, lekin berilgan klaster yoki berilgan guruhga barcha joylashuvlarni agregatsiyalashni xohlaysiz. Har bir joylashish qanday sinfga yoki klasterga tegishli bo‘lganligi, ko‘p o‘lchovli statistikaga bog‘liq. U o‘zining kirish kanallarida hisoblanadi. Har bir klaster boshqa klasterlardan statistik ajralgan tarzda, u har bir klasterning har bir yacheykasining har bir kanaliga mos bo‘ladi. Klasterni aniqlovchi statistika signaturalar faylida saqlanadi. Tasniflashning bajarilishi to‘rtta qadamdan iborat:

Kiruvchi ma'lumotlarni yaratish va tahlil qilish;  
Klaster va sinflarni tahlil qilish uchun signaturani yaratish;  
Klaster va sinflarni baholash, kerak bo'lsa tahlil qilish;  
Tasniflashni bajarish.

Tasniflash uchun kirish ma'lumotlarining ikki turi mavjud: tahlil uchun kirish rastrlar kanali va joyi ma'lum bo'lgan klasterlar va sinflar. Ko'p o'lchovli tahlilda foydalaniladigan kirish rastrining kanallari tasniflanganda toifani aniqlashga ta'sir etishi yoki bunday aniqlashning asosiy mezoni bo'lishi lozim. Shunday qilib, qiyalik, qor qatlamlari va quyosh nurlari, qor ko'chishiga ta'sir etishi mumkin, tuproq turi esa unga ta'sir etmasligi mumkin.

Sinf ahamiyatli joylashish guruhiga mos keladi. Sinfga misollar ta'riqasida, o'rmonlar, suv massivlarini va turar joy rayonlarini kiritish mumkin. Klasterlardan olingan sinflar bug'ular borligini yoki eroziya jarayonining yuz berishi mumkinligini o'z ichiga oladi.

Har bir joylashish tahlilga kiritilgan o'zgaruvchi yoki kanal qiymatlari vektorli yoki to'plamli bilan xarakterlanadi. Har bir joylashishni ko'p o'lchovli fazoviy atributli nuqtasi deb vizuallashtirish qilish mumkin. Sinf yoki klaster – atributlarning ko'p o'lchovli fazoviy nuqtalar guruhlaridir. Agar atributlari (vektor yoki kanallar qiymatlari) birday bo'lsa, ikkita joy bitta sinf yoki klasterga tegishli bo'ladi. Ko'p o'lchovli rastr yoki bir kanalli rastrlar ko'p o'lchovli statistik tahlil uchun kirish ma'lumotlari sifatida foydalanilishi mumkin.

Agar sinflarni atribut qiymatlari bo'yicha ajratish mumkin bo'lsa, ma'lum sinflarga mos keluvchi joylarni atributiv fazoda klasterlarni shakllantirish mumkin. Atributiv fazoda tabiiy klasterlarga mos bo'lgan joylarga tabiiy paydo bo'lgan qatlamlar deb talqin qilish mumkin.

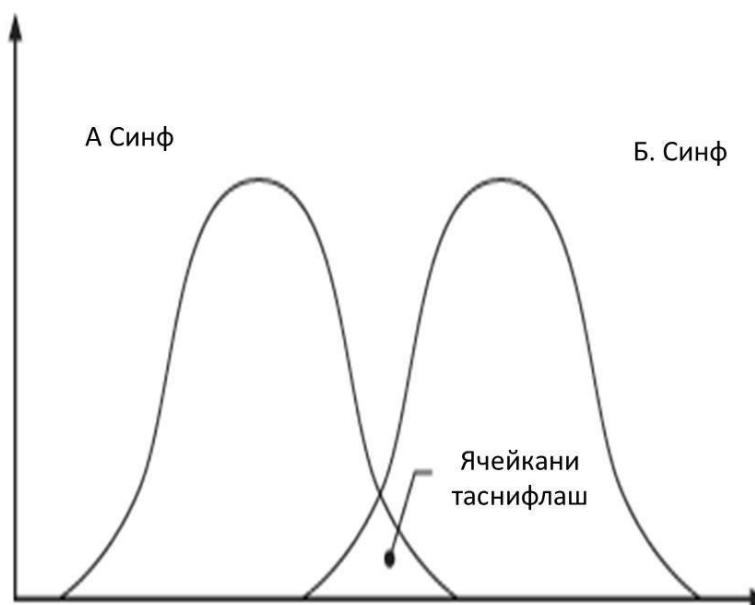
Tasniflashning maqsadi har bir yacheykaning tadqiq qilinayotgan hududda ma'lum sinfga (o'qitish bilan tasniflash) yoki klasterga (o'qitmasdan) tegishli ekanligini aniqlashdan iborat. Ikkala holatda ham tasniflash uchun signaturalar fayli kirish ma'lumotlari bo'lib hisoblanadi. U har bir sinfnig yoki klasterning ko'p o'lchovli statistikasini o'z ichiga oladi. Har bir tasniflash natijasi, tadqiqot

hududlarini ma'lum belgili sinflarga yoki tabiiy paydo bo'lgan klasterlash yo'li bilan aniqlangan klasterlarga mos sinflarga ajratib turuvchi kartadan iborat. Tabiiy paydo bo'lgan sinflarga klasterlari mos bo'lgan yacheykalarni tasniflash stratifikatsiyalash deyiladi.

## 7.2. Maksimal o'xshashlik

Sinfda yacheykalar kamdan-kam hollarda bir jinsli bo'ladi. Bu o'qitish tasnifiga olingan o'qitish namunalariga ta'sir etadi. Masalan, agar quyosh yorug'ligida igna bargli daraxtlarni eslatuvchi yaproqli daraxtlar qaytarish signaturasiga ega bo'lsa, ikkala turdagi soyada bir sinfga tegishli bo'ladi. O'qitish namunasida, yashash muhitidan olingan xohlagan hudud, ayiqlarni uchratish mumkin bo'lgan, ayiqlar bo'lmasligi mumkin bo'lgan hududlarni o'z ichiga olishi mumkin.

Quyidagi 67-rasmda daraxtsimon (shajara) tarzli sxemada A sinfi yaproqli daraxtlarni, V sinfi esa igna bargli daraxtlarni ko'rsatadi. Ikki sinfni ustma-ust qo'yish hududiga tushgan yacheykani qanday tasniflaysiz? Uni A sinf yoki V sinfga tasniflash kerakmi?



67-rasm. Sinflarni ustma-ust qo'yish

Maksimal ehtimollik tasnifi har bir sinf uchun, yacheykaning atributiv qiymati sinfga tegishliligini hisoblab chiqadi. Yacheyka eng katta ehtimollik sinfiga kiritiladi, bu “maksimal ehtimollik” deyiladi. Maksimal ehtimollik tasnifi tegishli darajada ishlashi uchun bir nechta imkoniyat berilishi lozim:

- Har bir kanal ma'lumotlari bir tekis taqsimlangan bo'lishi kerak.
- Har bir sinf ko'p o'lchovli atributiv fazoda normal taqsimlangan bo'lishi kerak.
- Sinflarning aprior ehtimolligi teng bo'lishi kerak, ya'ni biror atributiv qiymatlar ulushi bo'lmagan holatda barcha sinflar birday ehtimollikka ega bo'lishi kerak.

Agar aprior ehtimollik tadqiq qilinayotgan hududda teng bo'lmasa, sinflarni o'lchab ko'rish mumkin. Masalan, Alyaskaning sun'iy yo'ldosh orqali olingan tasviri tasnifida o'rmon va boshqa o'simliklar uchun kattaroq aprior ehtimollik berilishi mumkin (aholi yashash joylariga nisbatan). Bu yacheykada uy bo'lish ehtimolligi yacheykada boshqa biror o'simliklarning bo'lish ehtimolligidan pastroq bo'ladi. Agar yacheykaning qiymati uylar va o'simlik turlari sinfining bir qismini qoplovchi qiymatga to'g'ri kelsa, yacheykaning uyga nisbatan bo'lishi ko'proq o'simliklar bo'lishi ehtimolligi yuqori bo'ladi va yacheykani tegishlicha tasniflash lozim.

Bu ehtimollik va o'lchash mantiqi Beysik echimlari qoidalariga asoslanadi. Har bir yacheyka va sinf uchun haqiqiy ehtimollik qiymatlari sinflarning joydagi o'rta nuqtalaridan va kovariatsion matritsadan aniqlanadi (signaturalar faylida saqlanadi).

Tasniflashni bajarish uchun maksimal o'xshashlik usuli bo'yicha (Maximum Likelihood Classification) Tasniflash vositasidan foydalanish lozim. Bu vosita uchun ko'p kanalli alohida va bir kanalli rastrlarning kirish kanali va signaturalarning tegishli fayli talab etiladi. Sinf yoki klaster o'lchanadigan usulni identifikatsiya qilish talab etiladi. Sinf yoki klasterni o'lchashning uchta usuli mavjud: teng (egual), yacheyka namuna sifatida (cells in samples) va fayl (file)

Agar «teng» usuli tanlansa, barcha sinflar birday aprior ehtimollik bilan o'lanadi. Agar «yacheyka namuna sifatida» tanlansa, aprior ehtimollik har bir sinf uchun yoki klasterdagi signatura faylidagi yacheykalar soniga proporsional bo'ladi. Agar «fayl» tanlansa, aprior faylning kirish ma'lumotlari faollashadi va aprior ehtimolliklar belgilangan faylda o'qiladi. Chiqarib tashlangan hududni aniqlash lozim. Chiqarilgan hudud tasniflanmay qoladigan yacheykalar ko'lamini aniqlaydi. Qiymatlar asta sekin 0:0 ga teng bo'lib, lekin bunda barcha yacheykalar tasniflangan bo'ladi. Qo'shimcha aniqlik yaratish mumkin. Yakunida ularga chiqish rastrlarini kiritish lozim.

### **7.3. Sinflar ehtimolligi**

Yacheykalarni chiqish rastrdagi eng yuqori ehtimollik asosida sinfga o'tkazish o'rniga, Sinflar Ehtimolligi vositasi bitta kanalda har bir kiruvchi sinfga yoki klasterga ehtimollik qatlamini beradi. Har bir yacheykadagi har bir kanal uchun qiymatlar bitta yacheykaning atributlar asosidagi sinf yoki klasterga tegishlilik ehtimolligi saqlanadi.

Imkoniyatdan quyidagi holatda foydalanish mumkin. Bir sinf-o'rmon, ikkinchisi-botqoqlik tasvirini tasniflashni ko'z oldingizga keltiring. Vosita ishchi tushirilgandan so'ng o'rmon sinfi chiqish rastrdagi yacheykalarning 60 % i o'rmon sinfiga tegishli, botqoqlik sinfi, 30 % i botqoqliqqa tegishli ekanligini tasniflashimiz mumkin bo'ladi. Yacheykalarni o'rmonlarga tasniflash o'rniga, ularni siz botqoqli o'rmon deb ham tasniflashingiz mumkin.

Daraxt tarzli (shajara) sxema – bu sxema ketma-ketlik biriktirilgan sinflar juftining atributiv masofada ko'rsatiladigan sxemadir. Kesishish chiziqlaridan qochish uchun sxemada grafik tarzida qo'shilgan har bir juftlarni qo'shni qilib ko'rsatish lozim.

Daraxt tarzli sxema (Dendrogram) ierarxik klasterlashtirish algoritmlarida qo'llaniladi. Avval, dastur signaturalarining kirish faylidagi har bir juftlik sinfnig oralig'ini hisoblab chiqadi. Keyin u interativ tarzda yaqin turgan sinf juftliklarini

biriktiradi va ketma-ketlik boshqa juftliklarni ham bir sinfga biriktirib oladi. Har bir biriktirishdan keyin barcha sinf juftliklarining oralig'i yangilanadi. Daraxt tarzli sxemani yaratish uchun fayllar signaturalari biriktiriladigan masofalardan foydalaniladi.

Izoklaster (Iso Cluster) iterativli optimizatsiyalashda modifikatsiyalangan klasterlash amalini qo'llaydi. Shuningdek, o'rta qiymati migratsiyalash usuli deb ham nomlanadi. Algoritm barcha yacheykalarni foydalanuvchi topshirgan individual unimodal guruhlariga taqsimlaydi. Bu vositadan, ko'pincha, o'qitishsiz tasniflashga tayyorlaganda foydalaniladi. Algoritm tasnifida foydalaniladigan Izo perfeksi, izoma'lumotlar – bu klasterlash bajarganda interativ usulning o'z-o'zidan tuzilishi abbreviaturasidir. Bu klasterlash turi har bir sinfga yangi o'rtacha qiymatlar qayta hisoblanganda har bir o'zaro nisbatda har bir klasterlar va yacheykalar mos kelganda qo'llaniladi. Aniqlanishi lozim bo'lgan klasterlarning optimal (zaruriy) soni, odatdagidek, noma'lum bo'ladi. Demak, avvalo klasterning ortiqcha sonini kiritish lozim. Olingan klasterlarni tahlil qilish, so'ng kam sonli sinflar bilan funktsiyani ishga tushirish lozim.

Izoklaster – bu interativ jarayon bo'lib, undan ma'lum klasterda har bitta nomzod yacheykani Evklid minimal masofasini hisoblab chiqishda foydalaniladi. Jarayon bu har bir dasturni ta'minoti tomonidan klasterga bitta o'rtacha qiymat berilishidan boshlanadi (klasterlar sonini o'zingiz tanlaysiz). Har bir yacheyka eng yaqin o'rtachasi (fazoviy ko'p o'lchovli atributiv fazoda joylashgani) bilan nisbati tenglanadi. Ma'lum klasterga o'rnatilgan yacheyka uchun atributiv masofaga tayanib, (tegishli klasterga o'rnatilgan) birinchi iteratsiyadan so'ng har bir klaster uchun yangi o'rtachalar tanlanadi. Jarayon takrorlanadi: har bir yacheyka ko'p o'lchovli atributiv fazoda eng yaqin o'rtachaga ko'chirib qo'yiladi va navbatdagi iteratsiyadan so'ng tushgan har bir klaster asosida yangi o'rtacha qiymatlar hisoblab chiqiladi. Siz iteratsiya jarayoni sonini Iteratsiya soni (Number of iterations) parametri orqali aniqlashingiz mumkin. Bu qiymat iteratsiya berilgan sonini qo'llagandan so'ng yacheykalarining bir klasterdan ikkinchi klasterga o'tish (migratsiyasi) minimal bo'lishi uchun etarli darajada katta bo'lishi kerak, ya'ni

barcha klasterlar barqaror bo'lishi kerak. Klasterlar soni ko'paysa, iteratsiya soni ham ko'payishi kerak.

O'rnatilgan Sinflar soni (Number of classes) – bu klasterlash jarayonida tuzilishi mumkin bo'lgan klasterlarning maksimal soni. Lekin signaturalardagi chiqish faylidagi klasterlar soni sinflar soniga o'rnatilgan qiymatdan ajralib turishi mumkin. Bu quyidagi vaziyatlarda sodir bo'ladi:

Ma'lumotlardagi qiymatlar va klasterlar boshlang'ich o'rtachalari bir tekis taqsimlanmagan. Yacheyka qiymatlarining ma'lum bir diapozonlarda bunday klasterlar uchun hodisalarning paydo bo'lish chastotasi nolga yaqin bo'lishi mumkin. Demak, klasterlar uchun boshida o'rnatilgan o'rtachalar klasterga etarli yacheykalar sonini to'play olmasligi ehtimolligi mavjud.

Barcha iteratsiyalar tugallangandan keyin yacheykalardan tashkil topgan, soni belgilangan minimal o'lchamdagi sinfdan kam bo'lgan klaster soni olib tashlanadi.

Klasterlar barqaror bo'lgandan keyin va ularning statistik qiymatlari mos tushsa, klasterlar qo'shni klasterlar bilan birlashtiriladi. Ba'zi klasterlar atributivli fazoda bir-biriga shunday yaqin bo'lishi mumkinki, ularning statistikasi ham o'xshash bo'lishi mumkin. Unda bunday klasterlarni saqlash ma'lumotlarni keraksiz bo'linishini anglatadi.

Maksimal o'xshashlik usuli bo'yicha tasniflash ikki asosiy tamoyilga tayanadi:

Ko'p o'lchovli fazoda har bir sinf uchun tanlab olishda yacheykalar qiymatlari normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunadi.

Boye nazariyasidan foydalaniladi (echim qabul qilish teoremasi).

Bu vosita, har bir yacheykani signatura faylida keltirilgan signaturalarning dispersiyasini kovariatsiyasidagi kabi hisobga oladi. Sinf uchun tanlab olish normal turdagi taqsimlanishga bog'liq deb topilsa, sinfni o'rtacha vektor va kovariatsiya matritsasi deb xarakterlash mumkin. Bu ikki xarakteristikani har bir sinfdagi yacheyka qiymati berilgandan so'ng, yacheykalarning u yoki bu sinfga tegishlilikini aniqlash uchun statistik ehtimollik hisoblab chiqiladi. Agar EQUAL



(teng) opsiyasi o'lchangan apriorlik ehtimollikka berilsa, har bir yacheykaning maksimal turda tegishlilik ehtimolligi bor sinfga tegishli hisoblanadi.

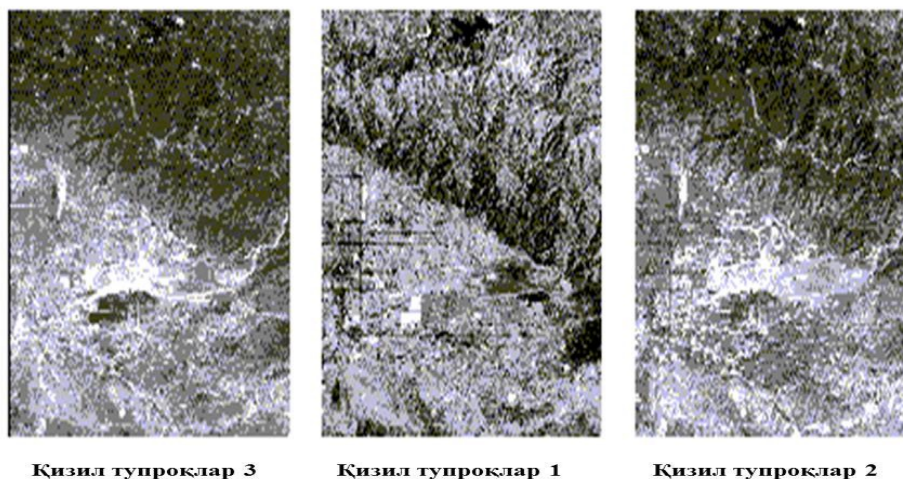
Agar ba'zi sinflarning uchrashish ehtimolligi o'rtachadan yuqori (yoki past bo'lsa), unda aprior ehtimollikli (Input a priori probability file) kirish faylida ishlaydigan ma'lum ehtimollikli sinflar vazni aprior ehtimolliklar faylida beriladi. Bunday vaziyatda aprior ehtimollik fayli ikki sinfnig statistik qamroviga tushadigan yacheykalarining joylashishini aniqlashga yordam beradi. Bunday yacheykalar katta aniqlik bilan tegishli sinfga kiritiladi. Bu, piravardida eng yaxshi tasniflash natijalariga olib keladi. Tasniflashga o'lchashdan foydalanib bunday yondoshish baysov klassifikatori deb ataladi.

SAMPLE (Tanlash) opsiyasini tanlashda, signaturalarning kirish fayllarida ko'rsatilgan barcha sinflarga berilgan aprior ehtimolliklar, har bir signaturaga kiritilgan yacheykalar soniga mos (proportsional) bo'ladi. Demak, kam sonli yacheykalar to'g'ri keladigan sinflar, o'rtachadan past bo'lgan vaznlarga ega bo'lib, yacheykalar soni ko'p bo'lgani esa katta vaznlarga ega bo'ladi. Natijada ba'zi sinflarga ko'proq, ba'zilariga kamroq sonli yacheykalar mos keladi.

Maksimal o'xshashlik usuli bo'yicha tasniflash bajarilganda, qo'shimcha ravishda (confidence raster) aniqlikdan chiqish rastr yaratilishi mumkin. Bu rastr tasniflashning aniqlik darajasini ko'rsatadi. Aniqlik darajasi soni 14 ga teng; bu son og'ish ulushi haqiqiy qiymatlari soni bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'ladi. Birinchi aniqlik darajasi – aniqlik rastrdagi bir degan kodga ega bo'lgan yacheykalardan iborat. Demak, bu yacheykalarining tasnifi eng katta aniqlik bilan bajarilgan. Aniqlikning ikkinchi darajasi yaratadigan yacheykalar (2 ta ishonchli rastrdagi yacheyka belgilari) tasniflandi. agarda chiqarilib yuborilgan hudud 0,99 ga teng yoki undan kam bo'lsa, eng kam aniqlik darajasi aniqlik darajasida 14 degan belgiga ega bo'ladi. U, ko'pincha, noto'g'ri tasniflangan yacheykalarni ko'rsatadi. Bu aniqlik darajasidagi yacheykalar, agar egilish darajasi 0,005 ga teng yoki undan katta bo'lsa, tasniflanmaydi.

Misol:

Ushbu misol u uchta kanaldan va beshta sinfdan iborat bo'lgan ko'p kanalli rastrning tasniflanishini ko'rsatadi. Quyida besh sinf ajratib ko'rsatilgan: qurib qolgan daryo o'zanining qismi, o'rmon, ko'l, ko'chirib o'tqazilgan bog'lar yoki yaylovlar. Yana aniqlikning kirish rastrlari ham tuziladi. Rastrlarning kirish kanallari quyidagi 68-rasmda ko'rsatilgan.



**68-rasm.** Maksimal o'xshashlik usulida tasniflanishi uchun kirish rastrlarining misollari

Maksimal o'xshashlik usuli bo'yicha tasniflash vositasidan rastrni 5 sinfga tasniflashda qo'llaniladi (69-rasm).

Maksimal o'xshashlik (Maximum Classificatiu Likelihood) usuli bo'yicha tasniflash vositasining dialog oynasida qo'llaniladigan parametrlar:

Kirish rastr kanallari: redlands;

Signaturalarning kirish fayllari: wedit.gsg;

Ko'p kanalli chiqish rastrlari: mlclass\_1;

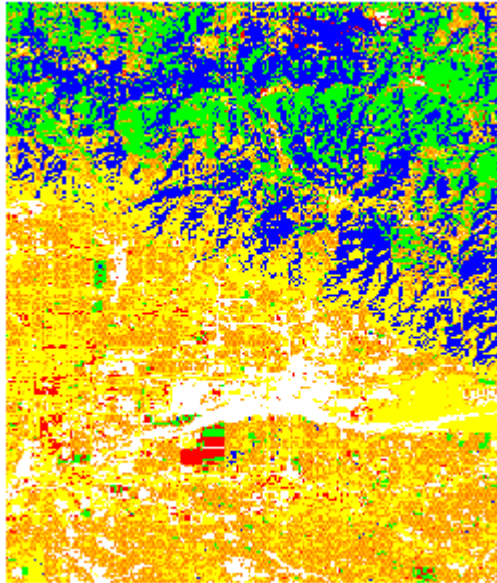
Chiqarilib yuborilgan hudud: 0.01;

Yilchangan aprior ehtimollik: EQUAL;

Aprior ehtimollikning kirish fayli: apriori\_file\_1;

Ishonchlilikning kirish rastr: reject\_ras.

Tasniflangan rastr quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



**69-rasm.** Maksimal o‘xshashlik usuli bo‘yicha kirish ma’lumotlari vositasiga misol

Qizil rang bilan belgilangan maydonlar – bu 1% dan past to‘g‘ri tasniflangan imkoni mavjud yacheykalardir 0,01 ga teng bo‘lgan og‘ish ulushi, qiymatidan foydalanish tufayli bu yacheykalarga NoData belgisi beriladi. Daryoning qurigan o‘zaniga mos keluvchi sinf oq rangda ko‘rsatilgan; o‘rmonga mos keluvchi sinf yashil rangda, ko‘llar – ko‘k rang bilan, bog‘lar sariq rang va yaylovlar to‘q sariq rang bilan berilgan.

Bosh komponentlar usuli vositasidan kirish ko‘p o‘lchovli atributiv fazodan yangi ko‘p o‘lchovli atributiv fazoga tutashish joyidan o‘qi boshlang‘ich fazo o‘qlariga nisbatan buralgan ma’lumotlarini almashtirish uchun foydalaniladi. O‘qlar (atributlar) yangi fazoda korrelyatsiya qilinmagan. Bosh komponentlar usulida tahlilni bajarayotganda ma’lumotlarni almashtirishning asosiy sababi ma’lumotlardagi ortiqcha bo‘lganlarini olib tashlash hisoblanadi.

Ma’lumotlarning ortiqchaligi tepalik, qiyalik rastrlaridan va qiyalik ekspozitsiyasida tuzilgan (uzluksiz shkalali) ko‘p kanalli rastr misolida tushuntirilishi mumkin. Qiyaliklar va ekspozitsiya, odatda, tepaliklar rastridan olinadi shu sababli tadqiq qilinayotgan hudud uchun dispersiyaning katta ulushi tepaliklar yordamida tushuntirilishi mumkin.

Vositaning ish natijasi ko‘p kanalli rastr bo‘ladi. Bu erda kanallar soni berilgan komponentlar soniga teng bo‘ladi (yangi ko‘p kanalli fazoviy o‘qqa yoki bir kanalga). Birinchi boshi komponenti eng ko‘p dispersiya bilan xarakterlanadi. Ikkinchisi, tavsiflanmagan birinchi bosh komponentining dispersiya qiymati miqdoriga mos keladi va h.k. Ko‘pchilik vaziyatlarda birinchi uch yoki to‘rtta ko‘p kanalli rastrida, Bosh komponent usuli 95% dan ko‘proq dispersiyani tasvirlaydi.

Rastrning boshqa individual kanallari olib tashlanishi mumkin. Yangi ko‘p kanalli rastrda kanallarning kamchilik soniga bog‘liq va boshlang‘ich ko‘p kanalli rastrning 95% dispersiyasi o‘ziga qoladi va hisoblash tez bajariladi, bunda ularning aniqligi saqlanadi.

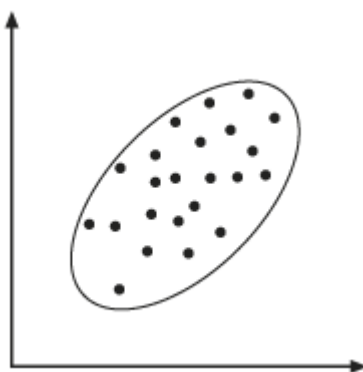
Asosiy komponentlar usuli vositasiga kirish kanallari ma’lumotlar ko‘chiriladigan bosh komponentalar soni, chiqish faylining nomi va chiqish rastrning nomi aniqlanadi. Chiqish rastr berilgan komponentlar miqdoriga teng bo‘lgan kanalni jamlaydi. Har bir kanal komponentni tasvirlaydi.

#### 7.4. Bosh komponentlar usuli tahlilining asosiy tamoyillari

Ikki kanalli rastrdan foydalanganda o‘qlarining joyi ko‘chish va aylanishi va ma’lumotlarning transformatsiyasi quyidagi yo‘l bilan bajariladi:

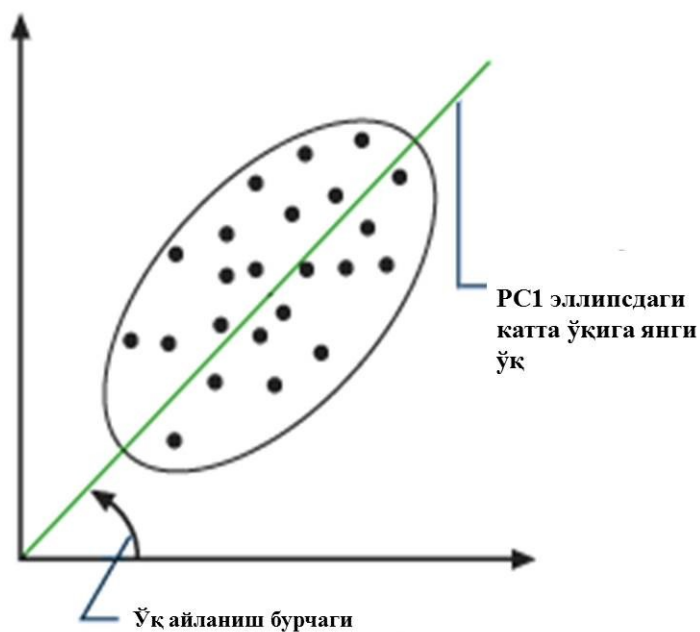
Ma’lumotlar kuyidagi tarqalish diagrammasida ko‘rsatilgan.

Tarqalish diagrammasidagi nuqtalarni bog‘lash uchun ellips hisoblab chiqiladi (70-rasmga qarang).



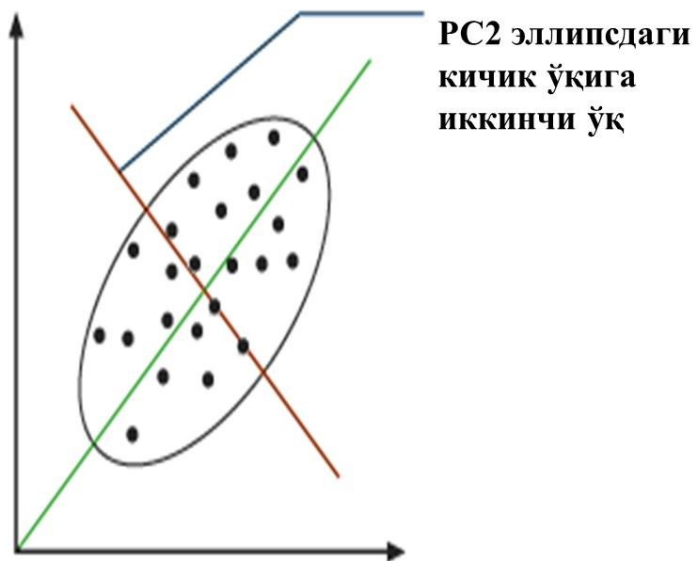
70-rasm. Ellips chegaralarini tuzish

Ellipsning asosiy o‘qi aniqlanadi (71-rasmga qarang). Asosiy o‘q yangi X o‘qi, birinchi bosh komponenta bo‘ladi (PC1). PC1 eng katta dispersiyani tasvirlaydi, chunki ellipsning eng katta qirqimidir, mumkin. PC1 ning yo‘nalishi o‘zining vektori bo‘lib, vektor kattaligi o‘zining qiymati hisoblanadi. X o‘qining PC1 ga nisbatan burchagi transformatsiyada foydalaniladigan burilish burchagidir.



**71-rasm.** Ellipsning asosiy o‘qi

PC1 ga ortogonal chiziqning perpendikulyari hisoblab chiqiladi. Bu chiziq ikkinchi asosiy o‘q (PC2) va boshlang‘ich U o‘qi uchun yangi o‘q bo‘lib hisoblanadi (72-rasm). Yangi o‘q, PC1 bajarmaydigan eng katta dispersiyani tasvirlaydi.



**72-rasm.** Ellipsning ikkinchi asosiy o‘qi

Ko‘p kanalli rastrning xususiy vektorlari, xususiy qiymatlarini va kirish ma’lumotlari kovariatsion matritsasiidan foydalanganda, hisoblab topilgan siljish va burilishni aniqlovchi chiziqli formula hosil qilinadi. Bu formula yacheykaning har bir qiymatini yangi o‘qqa nisbatan transformatsiya qilinganda qo‘llaniladi.

### Nazorat uchun savollar

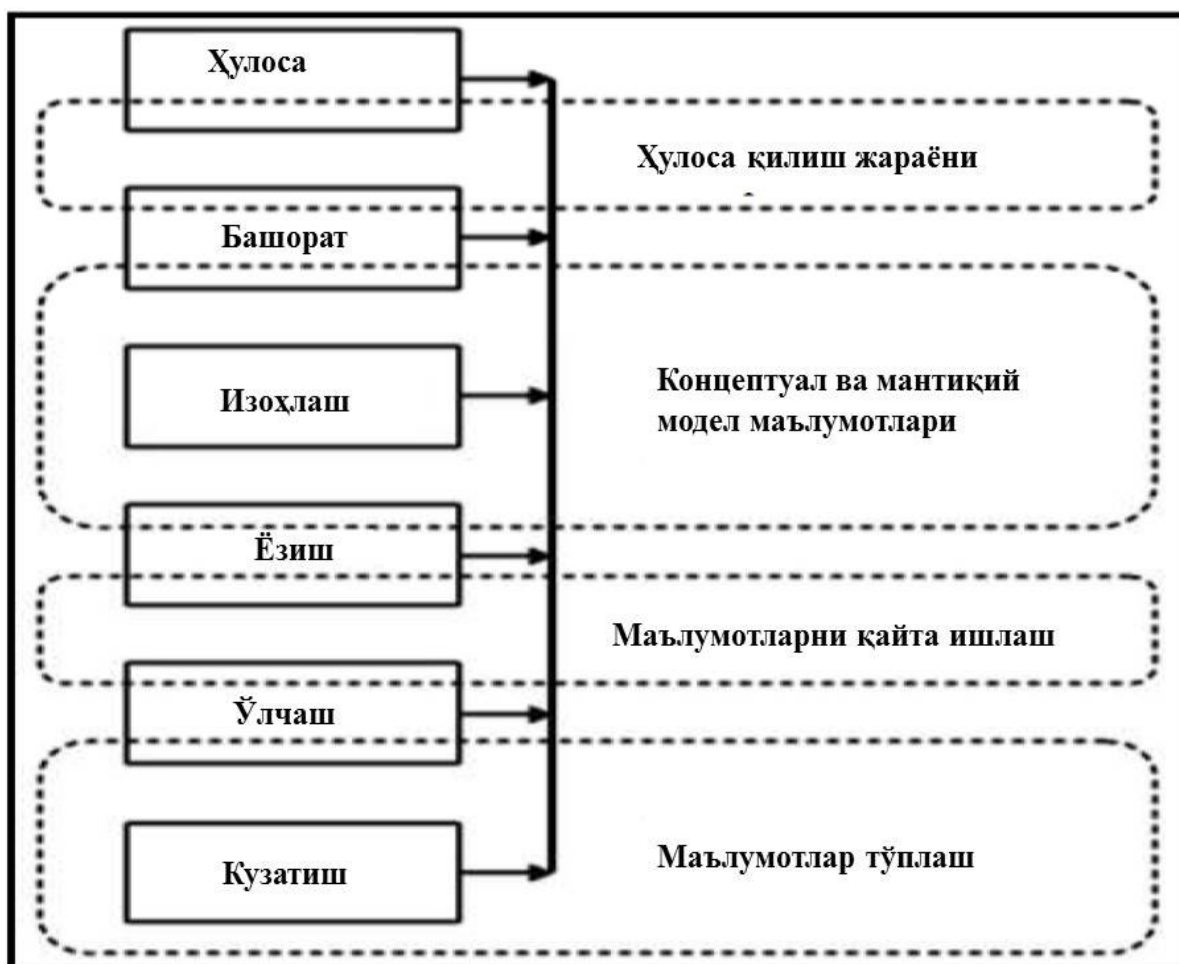
1. Ko‘p o‘lchovli ma’lumotlar tahlili deganda nimani tushunasiz?
2. Maksimal ehtimollik nima?
3. Sinflarning ehtimolligi tushunchasini izohlab bering.
4. Maksimal o‘xshashlik usulini tushuntirib bering.

## 8-bob. GEOAXBOROT TIZIMIDA QAROR QABUL QILISHNI QO‘LLAB- QUVVATLASH

### 8.1. Geoaxborot tizimida qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash haqida umumiy tushuncha

Geoaxborot tizimida qaror qabul qilish – GATda QQQ – hududning elektron kartasida fazoviy va tahliliy ma’lumotlarni tasvirlashni boshqarish uchun mo‘ljallangan.

Geoaxborot tizimida qaror qabul qilish funksiyasini (GATda QQQ) quyidagicha tasavvur qilish mumkin (73-rasm.):



73-rasm. Geoaxborot tizimida qaror qabul qilish funksiyasi  
(GAT da QQQ)

«Geografik axborot tizimi» atamasi faqat «fazoviylik» va «hududiylik» tushunchasiningina emas, balki tizimlilikni chuqurroq yaqinlashib tadqiq etishdir.

GAT ishlanmasining asosiy maqsadi – tahlil qilish asosida echimlar to‘plamiga ega bo‘lish va modellashtirishdir. Modellashtirish va tahlil qilish operatsiyalarining bazaviy guruhi GAT ning aniq ko‘p sonli tadqiq etishi natijasida aniqlangan, ya’ni amaliyotda sinalgan mahsulidir. Bular quyidagilar:

- obektlarni qidirish operatsiyasi;
- koordinata sistemasi bilan ishlash;
- overlayn operatsiyalari;
- buferlash;
- vizuallashtirish operatsiyalari;
- grafoanalitik operatsiyalar.

GAT texnologiyalarining hususiyati – geografik belgisiga qarab xohlagan bo‘lgan ma’lumotlar va ma’lumotlar bazasini birlashtirish, ularning ahamiyatini oshirgan holda (sinergika printsipti) ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish imkoniyatini beradi, shuning uchun ham GATda har xil pozitsiyalardan turib quyidagicha qarab chiqiladi:

- GAT ma’muriy qarorlarni qabul qilish tizimi sifatida fazoviy obyektlarni optimal boshqaruvni ta’minlash uchun mo‘ljallangan;
- GAT da ma’lumotlarni fazoviy tahlil qilish yangi texnologiyasidan quyidagicha foydalaniladi;
- GAT – boshqarish masalalari uchun ma’lumotlarni almashtirish va sintez qilishning kuchli vositasidir;
- GAT sifatida avtomatlashtirilgan axborot ma’lumot axborot tizimlar texnologiyalarini birlashtiradi;

Ilmiy tadqiqot avtomatlashtirilgan tizimi (ITAT), avtomatlashtirilgan loyihalash tizimi (ALT), avtomatlashtirilgan ma’lumotnoma- axborot tizimi (AMAT) va boshqalar;



– Geotizimlar kabi geografik axborot tizimi (GAT), kartografik axborot tizimi (KAT), avtomatlashtirilgan fotogrammetrik tizimi (AFT), avtomatlashtirilgan kadastr tizimi (AKT) texnologiyalari va hokozolar;

– GAT ma'lumotlar bazasi tizimi sifatida keng ma'lumotlar to'plamini tashkillashtirishda raqamli va grafik ma'lumotlar bazalarni birlashtirishda qo'llaniladi;

– GAT modellashtirish tizimi sifatida maksimal usullar sonidan foydalanadi va jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladi;

– loyihalash masalalarini hal etish tizimi sifatida GAT avtomatlashtirilgan usullarni qo'llaydi va bir qator maxsus loyiha masalalari echiladi;

– GAT axborot keltirish tizimi sifatida hujjatlar bilan ta'minlash avtomatlashtirish tizimini (HTAT) rivojlantiradi.

Geografik axborot tizimi – zamonaviy menejmentning eng samarali vositasi bo'lib, ma'lumotlarni tuzish va integratsiyalashning yangi usulidir.

Maxsus qaror qabul qilish (MQQQ) va GAT funktsiyalari va klassifikatsiyasini aniqlashni taqqoslashda GATni fazoviy ma'lumotlarini boshqarish sinfi sifatida qarash mumkin. Geoaxborot MQQQ «klassik» MQQQ o'rni egallay olmaydi, lekin o'zining atrofidagi masalalar echimini topishda xizmat qiladi.

Geografik axborot tizimi – bu qaror qabul qilishga fazoviy masalalar tahlili funktsiyasi va so'rovlarni amalga oshiruvchi qarorlarni qabul qilishni tezlashtirishga va samaradorligini oshirishga imkon beruvchi tahlil natijalarini yaqqol ko'rsatib beruvchi vosita hisoblanadi.

Amalda MQQQ va GAT ning yagona boshqaruv tizimiga integratsiyalash jarayoni ketmoqda. Umuman olganda, oxirgi vaqtda korxonada doirasida axborot tizimlari bilan GAT qarorlarining integratsiyasi muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Geografik axborot tizimini ilmiy tadqiqot innovatsiyasi vositasi va zamonaviy ilmiy tadqiqot va texnologiya mahsuli sifatida qarash mumkin.

GAT – industriyasida texnologiya va maxsulot zamonaviy o'ziga xos holat bo'lib, fan va ishlab chiqarishni integratsiyasini ifodalaydi.

Bank sohasida geoaxborot texnologiyalaridan foydalanib echilishi mumkin bo'lgan fazoviy masalalarni shartli ravishda oltita sinfga ajratish taklif etiladi:

– mavzuli kartalarning barcha turini yaratishda (infrastrukturali, iqtisodiy-ma'muriy rayonlashtirish, sanoat va hakoza);

– bank xizmati uchun kartalar tuzish;

– bank prognozi masalalarini echish;

– bank jarayonlarini modellashtirish;

– bank faoliyatidagi turli aspektlarini monitoring qilish;

– mulk kompleksini boshqarish.

Yuqorida sanab o'tilgan masalalarni GAT tizimisiz ham echish mumkin (oldin ham echilgan).

## **8.2. Geoaxborot tizimlaridan jahonning yirik tashkilotlarining amalda foydalanishi**

GAT texnologiyasi katta samaradorlik va qulayligi bilan barcha masalalarni echishda va operatsiyalar tizimini bitta majmua qilishda fazoviy masalalarni echishda va ma'lumotlarni qayta ishlashda farqlanadi.

GAT dasturiy ta'minotini bir nechta bazaviy tijoriy dasturiy sinflarga ajratish mumkin:

– instrumental GAT;

– GAT-vyuverlar;

– kartografik tizimning ma'lumotlar tizimi (KTMT);

– fazoviy modellashtirish vositalari;

– vektorizatorlar;

– etakchi ishlab chiqaruvchilardan olingan erni zondlash ma'lumotlarini ishlash va deshifrovka qilishning maxsus vositalari.

GAT tuzilishini, undagi boshlang'ich ma'lumotlarning ahamiyatini hisobga olib, bank sohasida GATning rivojlanishini, ikki ustun yo'nalish bo'yicha bashoratlash mumkin:

– ma'lumotlar bazasi shakllanishi va fazoviy ma'lumotlar va dasturlarning saqlanishi;

– GAT tizimidan xorijiy zamonaviy banklar tomonidan foydalanish tajribasini aytib o'tamiz.

**1-misol.** Banco Central i Banco Hispano Americano banklarining ko'pchiligi Ispaniyada «Banco Central Hispano (BCH)» yirik bank guruhi tashkil etilib, quyidagi geoaxborot masalalar hal etildi:

– 4500 bank bo'limlari foydani (maoshni) baholadi;

– filial tarmoqlari optimallashtirildi;

– bank tizimidagi barcha o'zgarishlarni hisobga olgan holda, mijozlarga xizmat ko'rsatishning optimal muhiti aniqlandi.

Dasturiy vositalar sifatida ESRI kompaniyasining ArcInfo paketidan foydalanilgan.

GATni qo'llash quyidagilarni mumkin bo'ldi:

– hududiy bank bo'linmalarining faoliyatini tahlil qilish ;

– mayda bozorlar tasnifini aniqlash – aniq is'temolchilar haqida ma'lumotlar, renta turlari, iqtisodiy indekslar va boshqalar, bu esa bozordagi bank xizmatlari bo'yicha raqobatni va tijoriy faolligini oshiradi.

**2-misol.** 2001 yili Kanadaning bir nechta yirik banklarni birlashtirish haqidagi davlat qarori va raqobat masalalari bo'yicha byurosi boshqarish tizimida GAT texnologiyaning MQQQ tizimidan foydalanib, bank tizimi raqobati bo'yicha qatnashdi.

**3-misol.** Indian Head nomli Indiya banki mijozlarning moliyaviy statusi bo'yicha geografik tahlil maqsadlarida mijozning nimaga muhtojligini aniqlashda foydalandi loyihani GDT kompaniyasi Inc., sht. Nyu-Xempshir bajardi, ArcInfo dasturiy ta'minotdan foydalanildi.

Quyidagi jadvalda GAT texnologiyasini joriy etish va foydalanishda har xil sohalardagi iqtisodiy samaradorlikka misollar keltirilgan (1-jadval).

**GAT texnologiyasini joriy etishning iqtisodiy  
samaradorligi**

<b>Davlat, shahar</b>	<b>Qo'llanilish sohasi</b>	<b>Echiladigan masalalar</b>	<b>GAT asosida echimi</b>	<b>Iqtisodiy samaradorlik</b>
AQSh, Massachusets shtati, Nyuton shahri	Maktab departamenti, shahar ma'muriyati	Maktab avtobuslari marshrutlarini optimallashtirish	ArcView GIS da o'quvchilarni etkazib kelishni rejalashtirish uchun qo'llab-quvvatlovchi vositalar yaratildi	AQShda marshrutlar va bekatlar joyini qayta ko'rib chiqib yiliga chiqimni 49 000 dollarga kamaytirishga erishildi
AQSh, Nyu-Meksiko shtati, Bernalill okrugi	Erlarni baholovchi, okrug ma'muriyati	Barcha ko'chmas mulk obektlari hisobidan foydani (maoshni) oshirish	Er uchastkalarida GATning ortofotogra-fik raqamli bazasi kiritildi	AQShda yiliga 4 mlrd doll.summada-gi hisobga olinmagan va baholanmagan ulgurji savdo aniqlandi, uning yiliga soliq yig'ilishi 6 mln. dollarga o'sdi
AQSh, Florida shtati, Tsitrus okrugi	Ko'chmas mulkni baholovchi, okrug ma'muriyati	Xususiy mulk bo'yicha ma'lumotlar bazasini to'la qayta baholash uchun dolzarbligi-ni oshirish	Hisobga olinmagan qurilmalarni raqamli ortofotos'yom-ka qilishda GAT dan foydalanildi	200 mln. dollar miqdoridagi qo'shimcha soliq yig'implari manbalari aniqlandi

GAT texnologiyasi g'arbiy bozorlarda faqatgina amaliy masalalarni echishga emas, balki bank sohasi uchun mo'ljallangan GAT tizimi bo'yicha universal tirajlar ishlab chiqarilmoqda, misol uchun AQSh ning «Caliper Corporation» kompaniyasi «Maptitude» ni echishda ishtirok etmoqda.

Bunday echimlarning afzalligi o‘sha muhitning universalligidan darak beradi va obyektning qo‘llanishining tayyorligidir. Bu majmuaga dastlabki geografik ma’lumotlar kiradi: regionning demografiyasi (AQSh), iqtisodiy-moliyaviy ko‘rsatkichlari, shaharlarning kartalari va hokozolar. Shunday qilib, «Maptitude» faqat tayyor GAT tizimigina emas, balki uning bazasida, ya’ni bankda yuzaga keladigan qo‘shimcha fazoviy masalalarni echish uchun yangi dasturiy modullarni ishlab chiqish mumkin bo‘ladi.

Rossiya bozorlarida hozirgacha bunday maxsus ishlanmalar hozircha yo‘q. Biroq bank sohasidagi funktsional ayrim ixtisoslashtirilmagan ishlanmalarni ta’kidlab o‘tish mumkin.

Xulosa o‘rnida quyidagilarni ta’kidlab o‘tish zarur:

1. Geografik axborot tizimi ma’lumotlarini kompleks qayta ishlaydi, shuning uchun xam GAT ni har xil pozitsiyalardan xususan, ma’lumotlarni fazoviy tahlil qilish texnologiyalaridan foydalangan holda korxonada tomonidan boshqaruv qarorlarini qabul qilish ta’minlash uchun mo‘ljallangan boshqaruv tizimi sifatida qarash mumkin. Geografik axborot tizimi boshqaruv masalalari uchun turli ma’lumotlarni almashtirish va sintez qilishda qudratli vosita bo‘lib xizmat qiladi.

2. Qaror qabul qilishdagi qo‘llab-quvvatlash tizimlari – GAT ning innovatsion, perspektiv yo‘nalishidir. MQQQ geoaxborot tizimi «klassik» MQQQ ning o‘rnini bosmaydi, balki fazoviy ma’lumotlari asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilishda lekin atrofidagi masalalarni echishda qo‘llab-quvvatlash tizimini yaratib, o‘zining doirasidagi masalalarni hal qilib beradi.

3. Rossiya bozorlarida ma’lumotlarini kiritishni (kartografik, atributiv), uni saqlash, so‘rovlarni bajarish, fazoviy analitik masalalar echishni ishlab chiqarish karta va sxemalarini tuzishni ma’lumotlarni vizuallashtirishni bajaradigan GAT vositalari taklif qilinadi. Ko‘proq mukammal maxsulotlar aniq bir masalani echishda zarur funktsional imkoniyatlarni optimallashtirishga imkon beradi.

4. Ushbu ishda geoaxborot texnologiyalarini hududiy-xo‘jalik tizimining, xususan bank tizimining nazariy – metodologik asoslari sifatida qarab chiqish tavsiya etiladi.

5. Chet el tajribalaridan bank sohalaridagi GAT texnologiyasidan foydalanishda potentsial iqtisodiy samara berishini har xil hududlarda tadbiq qilinishi misolida tasdiqlanadi.

### **Nazorat uchun savollar**

1. Geoaxborot tizimlarida qaror qabul qilish deganda nimani tushunasiz?
2. Geografik axborot tizimlarida qaror qabul qilish funktsiyasi (GEO TQQQ) ni tushuntirib bering.
3. GAT ta'minotini qanday tijoriy dasturiy sinflarga ajratish mumkin?
4. GAT texnologiyasidan foydalanishning qanday iqtisodiy samaradorligi mavjud?

## Glossariy

**Daraxt (shajara) tarzli sxema** – bu ketma-ketlikda biriktirilgan sinflar juftining atributiv masofada ko'rsatiladigan sxema. Kesishish chiziqlaridan qochish uchun sxemada grafik tarzida qo'shilgan har bir juftlarni qo'shni qilib ko'rsatish lozim. Daraxt tarzli sxema ierarxiyali klasterlashtirish algoritmlarida qo'llaniladi.

**Izoklaster** – bu o'zaro nisbatli jarayon bo'lib, u belgilangan klasterda har bitta nomzod yacheykani Evklid minimal masofasini hisoblab chiqishda foydalaniladi. Jarayon bu har bir dasturni ta'minlash bo'yicha o'rtacha ixtiyoriy qiymat berilishidan boshlanadi (klasterlar sonini o'zingiz hisoblaysiz).

**Izochiziqlar** – bir xil qiymat bilan ko'rsatilgan yuzalardan iborat chiziqlar to'plami.

**Rastr** – bu to'g'riburchakli yacheykalar massivlaridagi (yoki piksellar) yuzalarning shu qismida saqlanayotgan, ular qoplagan bo'limidagi ko'rinishidir.

**Karta algebrasi (MapAlgebra)** – bu atama birinchi bo'lib amerikalik geograf Dana Tomlin tomonidan taklif etilgan. Bunda jami ayirish, darajaga ko'paytirish, substraktsiyalik darajaga ko'tarish kabi oddiy operatsiyalarga ega bo'lgan an'anaviy algebraga o'xshab, karta algebrasi rastr maydonlari maxsus kenglik munosabatlari operatsiyalarni bajarishda mantiqiy tarzda joylashtirilgan. Shu kabi tizimlar bilan ta'minlanish o'ziga xos matematik imkoniyatlarni tizimga kiritadi va kartani tasvirlashda oddiy geometrik elementlarning fazoviy ikki o'lchovli massivlarini bog'laydi. Matritsali algebradan yangi operatsiyalar paydo bo'ladi.

**Tarmoq** – bu o'zaro birikkan tizimlar elementi bo'lib, qirra (chiziq) va birikish (nuqtalar), mavjud marshrutlarni boshqa marshrutlarga nisbatan tasvirlaydi.

**To'plam nazariyasi** – bu jarayon munosabatlarining soni aniq to'plamga tegishlilikini aniqlaydigan matematik yondashuv.





## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Zekai Shen., Spatial Modeling Principles in Earth Sciences, Springer, 2009.
2. B.D. Ripley., Spatial Statistics, John Wiley Sons, New York, 1981.
3. Stewart Fotheringham., Peter Rogerson., Spatial analysis and GIS., Taylor & Francis, 1994.
4. Zhilin Li, Dr. Qing Zhu., Christopher Gold Digital terrain modeling: Principles and Methodology, CRC Press, 2005.
5. Manfred M. Fischer., Arthur Getis., Handbook of Applied Spatial Analysis Software Tools, Methods and Applications.,Springer, 2010.
6. Peter J. Diggle, Paulo J. Ribeiro Jr., Model-based Geostatistics, Springer, 2007.
7. Tomislav Hengl., A Practical Guide to Geostatistical Mapping, Lulu.Com 2009.
8. Robert Haining., Spatial Data Analysis: Theory and Practice, Cambridge Univ Press, 2003.
9. V.S. Tikunov: Modelirovanie v kartografii. M. Izd-vo MGU, 1997.
10. Christopher D. Lloyd., Local Models for Spatial Analysis, Second Edition, CRC Press, 2010.
11. Jon D. Pelletier., Quantitative Modeling of Earth Surface Processes, Cambridge Univ Press, 2008.
12. Vern Cimmery., SAGA user guide, vol1,2. 2012.
13. Frederic Hecht., FreeFEM, user manual, Hiroshima, 2005.
14. Frederick E. Petry, Vincent B.Robinson, Maria A. Cobb., Fuzzy Modeling with Spatial Information for Geographic Problems, Springer, 2005.

## Internet saytlari

<http://www.arcgis.com;>  
<http://www.msu.ru;>  
<http://www.trimble.com;>  
<http://www.twirpx.com;>  
<http://books.google.ru;>  
<http://link.springer.com;>  
[http://www.ziyonet.uz.](http://www.ziyonet.uz;)

## Mundarija

Kirish.....	3
1-bob. GEOGRAFIK HISOBLASHLARGA KIRISH, RASTR MA'LUMOTLAR. .....	5
1.1. Fazoviy ma'lumotlarning rastr modellari va kartografik modellashtirish. ....	5
1.2. Lokal (nuqtaviy) operatsiyalar. ....	7
1.3. Qo'shni operatorlar. ....	8
1.4. Zonal operatsiyalar. ....	9
2-bob. YAQINLIK TAHLILI.....	12
2.1 Obyektga yo'naltirilgan yaqinlik vositalari.....	11
2.2. Qatlamlar vositalari va jadvallarda ko'rinishi.....	19
2.3. Evklid masofasi. ....	19
2.4. Evklid masofasi bo'yicha taqsimlash.....	19
2.5. Evklid yo'nalishi. ....	21
2.6. Baholash masofasi.....	21
2.7. Yo'l masofasi. ....	23
3-bob. CHIQRIB OLISH TAHLILI. ....	29
3.1 Chiqarib olish tahlili bo'yicha umumiy tushuncha. ....	29
3.2. Atribut bo'yicha chiqarib olish. ....	30
3.3. Shakllar bo'yicha chiqarib olish.....	30
3.4. Doira bo'yicha chiqarib olish.....	31
3.5. To'g'ri to'rtburchak shakl bo'yicha chiqarib olish.....	31
3.6. Ko'pburchak shakli bo'yicha chiqarib olish. ....	32
3.7. Joylashish bo'yicha chiqarib olish. ....	33
3.8. Nuqtalarning joylashishini chiqarib olish. ....	33
3.9. Niqob (maska) yordamida chiqarib olish.....	34
3.10. Nuqtali obyektlarga yacheykalar belgisini chiqarib olish.....	35
3.11. Ustma-ust qo'yish tahlili asoslari.....	37
4-bob. TARMOQLAR TAHLILI. ....	46

4.1 Tarmoqlar tahlili haqida umumiy tushuncha. ....	46
4.2. Geometrik tarmoqlar (kommunikatsiya va daryo tarmoqlari). ....	51
4.3. Tarmoqlar ma'lumotlari to'plamlari (transport tarmoqlari). ....	52
4.4. Multimodal ma'lumotlar to'plamlari. ....	53
4.5. Tarmoqli ma'lumotlarining uch o'lchovli to'plamlari. ....	53
5-bob. FAZOVIY INTERPOLYATSIYA. ....	56
5.1. Fazoviy interpolyatsiya haqida umumiy tushuncha. ....	56
5.1.1. Fazoviy interpolyatsiya. ....	56
5.1.2. Triangulyatsion nomuntazam tarmoq (TIN). ....	61
5.2. Kriging. ....	61
6-bob. YUZALAR TAHLILI. ....	64
6.1 Yuzalar tahlili deganda nimani tushunasiz? ....	64
6.2. Yuzalarni yaratish. ....	65
6.3. Interpolyatsiya vositalari. ....	66
6.4. Yuzalar tahlili. ....	72
6.5. Relef tahlili. ....	72
6.6. Ko'rinish tahlili. ....	74
6.7. Hajm tahlili. ....	78
6.8. TIN dan ma'lumotlarni chiqarish. ....	80
6.9. Izochiziqlarni chiqarish. ....	80
7- bob. KO'P O'LCHOVLI MA'LUMOTLAR TAHLILI. ....	82
7.1. Ko'p o'lchovli ma'lumotlar tahlili haqida umumiy tushuncha. ....	83
7.2. Maksimal o'xshashlik. ....	84
7.3. Sinflar ehtimolligi. ....	86
7.4. Asosiy komponentlar usuli tahlilining asosiy tamoyillari. ....	94

8-bob. GEOAXBOROT TIZIMLARIDA QAROR QABUL QILISHDA QO‘LLAB- QUVVATLASH.....	97
8.1. Geoaxborot tizimlarida qaror qabul qilishda qo‘llab-quvvatlash haqida umumiy tushuncha. .....	97
8.2. Jahonning yirik tashkilotlarida amalda geoaxborot tizimlaridan foydalanish.....	100
Glossariy .....	111
Foydalanilgan adabiyotlar.....	111

## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Vvedenie.....	3
1-GLAVA	VVEDENIE V GEOVICHISLENIYA, RASTROVIE DANNIE, OSOBNOSTI PREDSTAVLENIYA.....	5
1.1	Rastrovaya model prostranstvennix dannix i kartograficheskoe modelirovanie.....	5
1.2	Lokalnie (tochechnie) operatsii.....	8
1.3	Operatori sosedstva.....	9
1.4	Zonalnie operatsii.....	10
2-	ANALIZ BLIZOSTI.....	12
GLAVA		
2.1.	Instrumenti obyektno-orientirovannoy blizosti.....	12
2.2.	Instrumenti Sloi i predstavleniya tablits.....	19
2.3.	Evklidovo rasstoyanie.....	20
2.4.	Raspredelenie po evklidovu rasstoyaniyu.....	21
2.5.	Evklidovo napravlenie.....	22
2.6.	Stoimostnoe rasstoyanie.....	23
2.7.	Putevoe rasstoyanie.....	24
3-GLAVA	ANALIZ IZVLECHENIE.....	31
3.1.	Obshchie ponyatie po analizu izvlechenie .....	31
3.2.	Izvlechenie po atributu.....	32
3.3.	Izvlechenie po formam.....	32
3.4	Izvlechenie po forme okrujnosti.....	33
3.5.	Izvlechenie po pryamougolnoy forme.....	33
3.6.	Izvlechenie po forme poligona.....	34
3.7.	Izvlechenie po mestopolojeniyu.....	35
3.8.	Izvlechenie mestopolojeniy toчек.....	35
3.9.	Izvlecheniya s pomoshchyu maski.....	36
3.10.	Izvlechenie znacheniy yacheek v tochechnie obyektii.....	37

3.11.	Osnovi analiza nalojeniya.....	39
4-	ANALIZ SETEY .....	49
GLAVA		
4.1.	Obshchie ponyatie analiz setey.....	49
4.2	Geometricheskie seti (seti kommunikatsiy i rek).....	54
4.3.	Nabori setevix dannix (transportnie seti).....	55
4.4	Multimodalnie nabori setevix dannix.....	56
4.5	Trexmernie nabori setevix dannix.....	56
5-	Prostranstvennaya interpolyatsiya.....	56
GLAVA		
5.1	Obshchie ponyatie o prostranstvennie interpolyatsii.....	56
5.1.1	Prostranstvennaya interpolyatsiya.....	61
5.1.2	Neregulyarnaya triangulyatsionnaya set (TIN).....	61
5.2	Kriging .....	61
6-	ANALIZ POVERXNOSTEY .....	64
GLAVA		
6.1.	Chto takoe poverxnost?.....	64
6.2.	Sozdanie poverxnostey.....	66
6.3.	Instrumenti interpolyatsii.....	66
6.4.	Analiz poverxnostey.....	72
6.5.	Analiz relefa.....	75
6.6.	Analiz vidimosti.....	75
6.7.	Analiz ob'ema.....	79
6.8.	Iz vlechenie informatsii iz TIN.....	80
6.9.	Iz vlechenie izoliny.....	81
7-GLAVA	ANALIZ MNOGOMERNIX DANNIX.....	83
7.1.	Obshchie ponyatie analiz mnogomernix dannix.....	83
7.2.	Maksimalnoe podobie .....	85
7.3.	Veroyatnost klassov .....	88

7.4.	Osnovnie printsipi analiza po metodu glavnix komponent	94
8-	Geoinformatsionnaya sistema podderjki prinyatiya resheniy...	97
GLAVA		
8.1.	Obshchaya ponyatiya podderjka prinyat reshenie v GIS.....	97
8.2.	Prakticheskie ispolzovanie mirovix krupnix organizatsii v GIS	100
	.....	
	Glossariy .....	105
	Ispolzovannie literaturi.....	107



## CONTENTS

	Introduction .....	3
Chapter 1	Introduction to geocalculation, raster data, especially the presentation .....	5
1.1	Raster model of spatial data and cartographic modeling .. .....	5
1.2	Local (point) operation .....	8
1.3	Operators neighborhood .....	9
1.4	Zonal operations .....	10
Chapter 2	Analysis proximity .....	12
2.1.	Tools object-oriented proximity .....	12
2.2.	Tools Layers and table views .... .....	19
2.3.	Euclidean distance .....	20
2.4.	Distribution by Euclidean distance .....	21
2.5.	Euclidean direction .....	22
2.6.	Valuation distance .....	23
2.7.	Ground distance .....	24
Chapter 3	Analysis Extract .....	31
3.1.	The general concept of Analysis Extract.....	31
3.2.	Extraction by attribute .....	32
3.3.	Extraction by forms .....	32
3.4	Removing the shape of the circle .....	33
3.5.	Removing a rectangular shape on .....	33
3.6.	Removing the polygon shape .....	34
3.7.	Extraction by location .. .....	35
3.8.	Removing the locations of points .....	35

3.9.	Extraction using a mask .....	36
3.10.	Removing the cell values in point objects .....	37
3.11.	Fundamentals analysis overlay .....	39
Chapter 4	NETWORK ANALYSIS .....	49
4.1.	The general concept of NetworkAnalysis .....	49
4.2	Geometric networks (communication networks and rivers) .....	54
4.3.	Network data sets (transport network) .....	55
4.4	Multimodal network data sets .....	56
4.5	Three-dimensional sets of network data .....	56
Chapter 5	SPATIAL INTERPOLATION .....	56
5.1	General concept of spatial interpolation .....	56
5.1.1.	Spatial interpolation .....	61
5.1.2.	Triangulation irregular network (TIN) .....	61
5.2.	Kriging .....	61
Chapter 6	SURFACE ANALYSIS.....	64
6.1.	Why is Surface?.....	64
6.2.	Creating surfaces .....	66
6.3.	Tools interpolation .....	66
6.4.	Surface Analysis .....	72
6.5.	Analysis of relief .....	75
6.6.	Analysis visibility .....	75
6.7.	Volume analysis .....	79
6.8.	Extracting information from TIN .....	80
6.9.	Extracting contours .....	81
Chapter 7	ANALYSIS OF MULTIDIMENSIONAL DATA .....	83
7.1.	The general concept of analysis of multidimensional data....	83
7.2.	Maximum similarity .....	85
7.3.	Probability classes .....	88

7.4.	The basic principles of analysis by the method of principal components.....	94
Chapter 8	GEOINFORMATION DECISION SUPPORT SYSTEM .....	97
8.1.	General concepts of support to make a decision in a GIS.....	97
8.2.	Practical use of the world's largest organizations in the GIS ...	100
	Glossary	105
	Literature	107