

528
f-18

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

**BERDAQ NOMIDAGI QORAQALPOQ DAVLAT
UNIVERSITETI**

**TOSHKENT IRRIGATSIYA VA MELIORATSIYA
INSTITUTI**

**P.R.REYMOV, Y.G. XUDAYBERGENOV,
M.P. REYMOV**

**FAZOVIIY MA‘LUMOTLAR
MODELLARI**

*O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim
vazirligining Muvofiqlashtiruvchi kengashi tomonidan
5A311502 – “Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)”
mutaxassisligi uchun o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan*

TAQI Axborot resurs markazi

№ 49637

**TOSHKENT
«IQTISOD-MOLIYA»
2015**

UO‘K: 528.02(075)
KBK: 26.11
F-18

Iqtisod fanlari doktori, professor **O‘.P. Umurzoqovning**
umumiy tahriri ostida

Loyiha rahbarlari **Bela Markus, Odil Akbarov**

Taqrizchilar:

Yergeodezkadastr Davlat qo‘mitasi Geodeziya va kartografiya
Milliy markazi bosh muhandisi **X. Magdiyev**;

O‘zbekiston Milliy universiteti geodeziya, kartografiya va kadastr
kafedrası dotsenti, g.f.n. **A. Egamberdiyev**;

Qoraqalpoq Davlat universiteti geografiya kafedrası dotsenti, g.f.n.
O.Sultashova

F-18 Fazoviy ma‘lumotlar modellari: O‘quv qo‘llanma// P.R. Reymov va
boshq. O‘zR Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi, Berdaq nomidagi
Qoraqalpoq Davlat universiteti; – T.: «Iqtisod-Moliya», 2015. 128 b.

Mazkur o‘quv qo‘llanma 5A450203 – “Geodeziya va kartografiya
(geoinformatika)” yo‘nalishida ta‘lim olayotgan magistrantlarga mo‘ljallangan
bo‘lib, fazoviy ma‘lumotlar modellari, rastr va vektor modellar, ArcGIS da
chiziqli bog‘lanish, GAT tahlillarida fazoviy munosabatlar, triangulatsiyalangan
nomuntazam tarmoq, chiziqli koordinatalar sistemalari, geoinformatikadagi
noaniq to‘plamlar, topologiya asoslari, fazoviy-vaqtli ma‘lumotlar, fazoviy
ma‘lumotlarning sifati, ma‘lumotlar modelini tatbiq qilish kabi boblardan iborat.
Qo‘llanma o‘z ichiga ko‘plab mavzularni jamlagan bo‘lib, fazoviy ma‘lumotlar
modellari bo‘yicha to‘liq tushunchalar olishga imkon beradi.

Kitobdan ilmiy xodimlar, tadqiqotchi-izlanuvchilar, oliy va o‘rta maxsus
ta‘lim muassasalarining o‘qituvchilari foydalanishlari mumkin.

UO‘K: 528.02(075)
KBK: 26.11ya73

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

ISBN 978-9943-13-583-3

© «IQTISOD-MOLIYA», 2015
© P.R. Reymov va boshq., 2015

KIRISH

Hozirgi davrda fan va texnikaning jadal rivojlanishi va nanotexnologiyalarning joriy etilishi natijasida ko'plab yangi fanlar shakllanmoqda. Fazoviy ma'lumotlar modellari fani ham ana shunday shakllanib kelayotgan fanlar qatoriga kiradi. GAT dasturlari yordamida fazoviy ma'lumotlarni modellashtirish orqali o'rganish juda katta ahamiyatga ega. Ayniqsa, bu geodeziya, kartografiya va kadastr mutaxassisligi talabalarini o'qitishda juda muhim bo'lib, ular o'zlarining tadqiqotlarida modellashtirish usullaridan keng foydalanishlari natijasida juda yuqori samaralarga erishmoqdalar.

Ushbu qo'llanmada fazoviy ma'lumotlar modeli va tuzilishi, fazoviy ma'lumotlarni modellashtirish jarayoni, model-lashtirish jarayonini ArcGIS dasturidan foydalanish orqali bajarish usullari haqida batafsil ma'lumotlar berilgan. Shuningdek, vektor va rastr modellar hamda fazoviy ma'lumotlarni yechishning konseptual modelini yaratish tartibi qadamma-qadam ko'rsatib berilgan. Rastr tushunchasi va tahlili, rastr ma'lumotlari to'plamining kompozitsiyasi, ma'lumotlarni nomlash, belgilar, regionlar, zonalar, «ma'lumotlar yo'q» belgisi, rastr ma'lumotlarni vektor ma'lumotlarga o'tkazish, fazoviy koordinatalar va rastr ma'lumotlari to'plami kabi mavzular har tomonlama yoritib berilishi bilan birga GAT tahlillaridagi fazoviy munosabatlarga ham keng to'xtalib o'tilgan. Bunda asosan raqamli kartalarning topologik tuzilishi, geometrik hisoblash algoritmlari, chiziqlarning kesishishi, poligonlar bilan operatsiyalar bajarish kabi mavzular keng yoritib berilgan. Shu bilan birga kitobda triangulatsiyalangan nomuntazam tarmoq (TIN) haqida umumiy ma'lumotlar keltirilgan. Shuningdek, chiziqli koordinatalar sistemalariga bag'ishlangan

bobda chiziqli koordinatalar sistemalariga umumiy tushunchalar berishdan tortib dinamik segmentatsiya, chiziqli koordinatalar sistemalarining asosiy atamaları, magistral yo'l va shosse, tranzit tashishlar, temiryo'llar, neft va gaz qazib olish, quvurlar, suv resurslari, marshrut bo'ylab nuqtaviy obyektlarning joylashishi, marshrut bo'ylab poligonal obyektlarni joylashtirish, marshrut bo'ylab chiziqli obyektlarni joylashtirish kabi mavzular har tomonlama yoritib berilgan.

Geoinformatikadagi noaniq to'plamlarga keng to'xtalgan holda unda noaniq to'plamlar tushunchasi, noaniq to'plamlar nazariyasi usullari, intervalli hisoblash, intervallar va ular bilan ishlaydigan operatsiyalar, intervallar funksiyalari, cho'qqilar usuli, umumlashtirish prinsipi, tegishlilik funksiyalari belgilari-ning hudud turlari, geterogen noaniq to'plamlar, noaniq operatorlar, noaniq to'plamlar va lingvistik o'zgaruvchilar kabi mavzular keng yoritib berilgan.

Topologiya asoslariga bag'ishlangan boblarda topologiya obyektlarining umumiy geometriyada foydalanilishi, topologiya qoidasi, obyektlarning fazoviy munosabatlaridan foydalanish va ularning topologik qoidalari vazifalari uchun tuzatish, topologiyani nazorat qilish, xatolik va istisno, hududlarning o'zgarishi va uni nazorat qilish kabi mavzular har tomonlama tahlil etilgan.

Shuningdek, kitobda fazoviy-vaqtli ma'lumotlar, ma'lumotlar manbalari, ma'lumotlar tuzilishi, trek identifikatori maydoni, vaqtli ma'lumotlarning belgilari, voqealar uchun bazaviy belgilar, vaqt ko'zgulari, eng so'nggi voqealarning belgilarda ko'rsatilishi hamda har xil tasvirlash usullariga keng to'xtalib o'tilgan.

Fazoviy ma'lumotlarning sifati va tahlil ma'lumotlari asboblari, fazoviy nazorat usullari haqida batafsil ma'lumotlar berilgan. Shuningdek, ma'lumotlar modelini tatbiq qilish haqida, jumladan, ma'lumotlar modeli va ularning xilma-xilligi hamda fazoviy ma'lumotlar tuzilishining asosiy prinsipiga ham keng to'xtalib o'tilgan.

O'quv qo'llanmani yaratishda mualliflar TEMPUS GE-UZ loyihasining O'zbekistondagi va Yevropa Ittifoqidagi loyiha qatnashchilari, shuningdek, hamkor universitetlar, jumladan, G'arbiy Vengriya universiteti, Avstriyaning Zalsburg universiteti, Shvetsiyaning Qirollik universiteti, Buyuk Britaniyaning Grinvich universiteti, O'zbekiston Milliy universiteti, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti, Toshkent arxitektura-qurilish instituti professor-o'qituvchilarining fikr-mulohazalarini e'tiborga oldilar.

O'quv qo'llanmaning sifatini yaxshilashga yaqindan yordam bergan barcha TEMPUS GE-UZ loyihasi qatnashchilari, hamkor universitetlar va institutlar hamda respublikamizning shu sohadagi ishlab chiqarish korxonalarining yetakchi mutaxassislariga mualliflar o'z minnatdorchiligini bildiradilar.

Umuman olganda, kitob o'zbek tilida ilk bor chop etilayotganligi sababli ayrim xatoliklar va kamchiliklarga yo'l qo'yilgan bo'lsa, mualliflar fikr va mulohazalaringizni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

I bob. MA'LUMOTLARNI MODELLASHTIRISHNING ASOSIY PRINSIPLARI

1.1. Fazoviy ma'lumotlar modellari

Fazoviy ma'lumotlar modellari – real obyektlarning formal raqamli tavsifi mantiqiy qoidalarini fazoviy obyektlar sifatida aks ettiradi. Istalgan GAT ma'lumotlar bazasi fazoviy ma'lumotlarning raqamli tasviridan (fazoviy ma'lumotlar modeli deb atash qabul qilingan) tashkil topgan.

An'anaviy tarzda fazoviy ma'lumotlar bazaviy modellari quyidagicha farqlanadi:

- vektor modellar, ular ikki turga bo'linadi – vektor topologik va notopologik modellar;
- rastr modellar;
- shaklan rastrga o'xshash, muntazam yacheykali modellar.

1.2. Vektor model

Vektor model – obyektlar «geometriyasi» va ularni fazoviy lokallashtirishni tavsiflovchi koordinata juftlari to'plami bilan fazoviy obyektlarni tasvirlashdir.

Vektor model obyektlarni nuqtaviy, chiziqli va maydonli tasvirlash uchun qo'llanilib, («vektor model» atamasi aynan shu omil bilan bog'liq): nuqta joylashgan joy ikki yoki uch o'lchamli fazoda koordinatalarning oddiy to'plami orqali tavsiflanadi, chiziqlar – nuqtalar koordinatalarining tartibli to'plami, hudud – chegara, bir yoki bir necha yopiq chiziqlardan tashkil topadi. Bunday model diskret obyektlarni tasvirlashda juda qulay bo'lib, ayniqsa, obyektga asoslangan modelning reallikka mosligini tasvirlashda juda qo'l keladi.

Obyektlar chegaralarini va topografik ma'lumotlarni tasvirlash uchun vektor model juda mos keladi. Vektor modellar xilma-xil bo'lib, vektor topologik model ma'lumotlarning geometrik tuzilishini, bundan tashqari, obyektlarning o'zaro joylashishi – ularning topologik holatini («o'ng», «chap», «ichki», «tutashishlar» va hokazolar) tavsiflaydi.

1.3. Rastr model

Rastr model – tasavvurda bashorat qilingan fazoviy obyektlar va ularning uzluksiz geografik o'zgarishini oxirgi yacheykalar o'lchamli to'plami – kodlangan rastr orqali tasvirlashdir.

Rastr tasvir rangini yoki obyekt sinfini identifikatsiyalovchi kodlangan tasvir elementlari matritsasi (piksellar)dan iborat. Piksellarning qiymatlari o'lchashlar, hisoblashlar yoki interpolatsiya natijalari bo'lishi mumkin.

Muntazam-yacheykali modellar – formal tarzda rastrga o'xshash; ular muntazam to'g'ri burchakli (gridlar, GRID) yoki uchburchak (triangulatsiya) tarmog'ini tuzish yo'li bilan, shuningdek, GATda uzluksiz ma'lumotlarning taqsimlanishini modellashtirishda va geografik tahlil masalalarini yechishda foydalaniladi va yaratiladi.

Tarmoq rastri (piksel) yoki yacheykasining o'lchami fazoviy ma'lumotlarni ajratish – ularning fazoviy detallarini aniqlashga va modellashtirishning aniqliligini (ishonchliligini) baholashga imkon beradi. Fazoviy ajratish qobiliyati ma'lumotlar qanday masshtabda tasvirlanishiga, karta yoki joy tasvirining murakkabligiga bog'liq bo'ladi.

Ma'lumotlar bazasida fazoviy ma'lumotlarni yaratish fazoviy obyektlarning qatlamli berilishi GAT asosida yotadi.

Har bir qatlam – bu bitta belgi o'zgarishini ro'yxatga olib, diskretlashtirish usulini tanlab ro'yxatga olinib, fazoviy ma'lumotlar modelini vektor yoki rastr tarzida berilishi bilan tavsiflanadi.

Har bir qatlam shunday obyektlar turlaridan birini (nuqtaviy, chiziqli yoki poligonal) konseptual bog‘langan yoki obyekt guruhini tasvirlaydi. Masalan, qatlam suv yo‘llarini yoki suv oqimlarini, ko‘llarni, botqoqlik va qirg‘oq chiziqlarini ifodalovchi chiziqli obyektlarni o‘z ichiga olishi mumkin. Ayrim hollarda tabiiy geografik kartalar kabi obyektlar bitta qatlamda tasvirlanishi mumkin. Bunday tavsif koordinatalarda aniqlangan ma‘lumotlarni har xil mavzuli «qirqimlarda» joylashtirish usuli bilan hududni modellashtirishga imkon beradi (qatlama pirog kabi).

1.4. Fazoviy masalalarni modellashtirish

Umuman olganda, model tushunchasi bu – reallikning, ya‘ni olamning murakkab tuzilishini va o‘zaro aloqalarini tushuntirish uchun reallikning model ko‘rinishida soddalashtirib tasvirlanishidir.

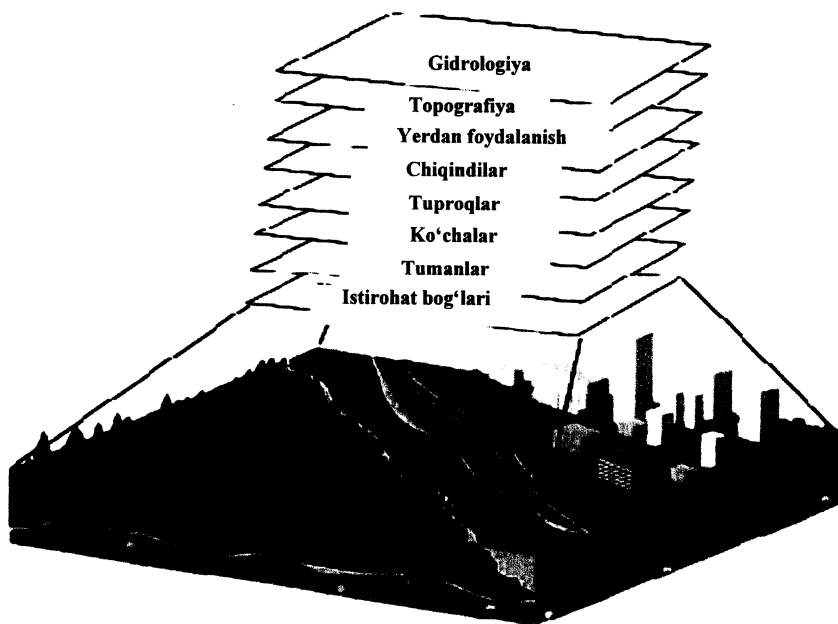
Modellar real dunyodagi voqeliklarni tushunishga, tavsiflashga va bashorat qilishda yordam beradi. Modellarining ikki asosiy turi mavjud bo‘lib, birinchisi, qandaydir landshaft obyektlarining ko‘rinishini tasvirlaydi (tasavvur modellari) va ikkinchisi, qandaydir landshaftdagi jarayonlarni taqlid tarzida (jarayonlar modellari) tasvirlaydi.

1.4.1. Tasavvur modellari

Tasavvur modellari landshaftning binolar, daryolar yoki o‘rmon kabi obyektlarini tavsiflaydi. GATda modellar ma‘lumotlar qatlami to‘plam ko‘rinishida yaratiladi. Fazoviy tahlillarda bu ma‘lumotlar rastr yoki vektor ko‘rinishda bo‘lishi mumkin. Rastr qatlamlar to‘g‘riburchakli yacheykalardagi katakchalardan iborat bo‘lib, har bir qatlamdagi har bir nuqta grid yacheykasi, ya‘ni qiymati tarzida keltiriladi.

Turli qatlamlar yacheykalari har bir nuqtada ko‘plab atributlar tavsiflanadigan qilib ustma-ust qo‘yiladi.

Tasavvur modellari fazoviy munosabatlarni obyekt ichida (bino shakli) va landshaftdagi obyektlar oralig'ida (binolarning taqsimlanishi) aks ettirishga intiladi. Fazoviy munosabatlarni o'rnatish bilan bir qatorda GATda tasavvur modellari obyektlarning atributlarini ham (har bir bino egasi) modellashtirishi mumkin. Tasavvur modellari ayrim hollarda ma'lumotlar modeli deb ham yuritiladi, ular tavsiflovchi modellar bo'lib hisoblanadi.



1.1-rasm. Tavsiflovchi modellar

1.4.2. Jarayonlar modellari

Jarayon modellari tasavvur modellarida modellashtirilgan obyektlarning o'zaro munosabatini tavsiflaydi. Munosabatlar fazoviy tahlillar vositalari yordamida modellashtiriladi.

Obyektlar o'rtasida turli-tuman munosabatlar to'plami mavjud bo'lgani sababli bu munosabatlarni tavsiflash uchun bir

qancha vositalardan foydalaniladi. Jarayonlarni modellashtirish ba'zan kartografik modellashtirish deb ham ataladi. Jarayonlar modellaridan jarayonlarni tavsiflash uchungina emas, balki ma'lum harakat bajarilsa, qanday hodisa ro'y berishi mumkinligini baholash uchun ham foydalaniladi. Fazoviy tahlilda har bir operatsiya va funksiya jarayon modeli bo'lib hisoblanishi mumkin. Ba'zi jarayonlar modeli sodda, boshqalari murakkab bo'ladi. Mantiqning qo'shilishi, bir nechta jarayonlar modellarini kombinatsiyalash va obyekt modellaridan foydalanish hisobiga murakkablikni oshirishi mumkin.

1.4.3. Jarayonlar modellarining turlari

Jarayonlar modellarining turli masalalarni yechishga mo'ljallangan har xil turlari mavjud. Masalan:

- Yaroqlilikni modellashtirish: Ko'plab fazoviy modellar optimal joylarni, masalan, yangi maktab uchun, axlat tashlash yoki ko'chish uchun eng yaxshi joyni qidirish.

- Masofani modellashtirish: Los-Anjelesdan to San-Fransiskogacha uchish oralig'i qancha?

- Gidrologiyada modellashtirish: Suv qayoqqa oqadi?

- Sirtlarni modellashtirish: Mamlakatning turli hududlarida ifloslanganlik qanday darajada?

Modelni yaratish uchun bir necha konseptual qadamlarni bosib o'tish lozim. Keyingi mavzuda shunday qadamlarni ko'rib chiqamiz.

1.5. Fazoviy ma'lumotlarni yechishning konseptual modeli

1-qadam. Masalaning qo'yilishi

Qo'yilgan masalani yechish uchun bu masalani aniq ta'riflashdan boshlashingiz lozim. Sizning maqsadingiz qanday? Keyingi qadamlarda siz maqsadingizga erishishingizga yordam beramiz.

2-qadam. Masalani mantiqiy qismlarga taqsimlash

Maqsad oydinlashgandan keyin siz masalani mantiqiy qismlar ketma-ketligiga ajratishingiz, shu mantiqiy qismlar darajasida yechish uchun zarur elementlarni va munosabatlarni aniqlash, tasavvur modellarini shakllantirish uchun ma'lumotlar to'plamini yaratishingiz kerak.

Masalalarni kichik masalalarga bo'lish uchun siz ularni bajarish uchun zarur bo'lgan qadamlarni aniqlang, bu esa hamma masalani hal qilishga yordam beradi. Deylik, sizning vazifangiz Amerika bug'ularining tarqalish hududini aniqlash, ularning oziqlanishi va hokazolarni bilishdan iborat bo'lsin. Masalani tartiblashtirib, umumiy manzarani qurishdan boshlashingiz mumkin. Kichik topshiriqni aniqlab olganingizdan so'ng sizning maqsadingizga javob beradigan elementlarni va ularning munosabatlarini aniqlang. Elementlar tasavvur modellari yordamida, ularning munosabatlari esa jarayonlarni modellashtirish yordamida modellashtiriladi. Bug'ular va o'simlik turlari bug'ularning tarqalish hududini belgilash uchun zarur bo'lgan elementlardandir. Hududning insonlar bilan bandligi va mavjud yo'llar tarmoqlari bug'ularning tarqalishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Elementlarning bir-biri bilan bog'liqligi bug'ular berilgan o'simlik turlarini iste'mol qilishi va ular odamlardan qochishi, bunda odamlar ular yashaydigan joylarga yo'llar yordamida kirishi mumkinligidadir. Bug'ularning tarqalish hududlarini belgilash uchun jarayonlar modeli ketma-ketligini tashkil etish talab etiladi. Bu qadamda siz kerakli ma'lumotlar to'plamini aniq belgilashingiz lozim. Boshlang'ich ma'lumotlarga siz so'nggi haftada bug'ularni qayerda ko'rganingiz, o'simlik turlari, odamlarning yashash joylari va yo'llar kiradi. Ma'lumotlar to'plami aniqlanganidan keyin ularni qatlamlar to'plami sifatida tasvirlash lozim (tasavvur modellari). Buning uchun siz rastr ma'lumotlarini fazoviy ma'lumotlar ko'rinishida tasvirlashni bilishingiz kerak.

To'liq model (kichik masalalar, jarayonlar modeli va ma'lumotlar to'plami) sizga qaror qabul qilish uchun foydalanish

mumkin bo'lgan real dunyo haqida tasavvur hosil qilishga yordam beradi.

3-qadam. Ma'lumotlar to'plamini o'rganish

Landshaftning fazoviy va atributiv xossalarini va ularning o'zaro munosabatini (tasavvur modelini) tushunib olish kerak. Bu munosabatlarni tushunish uchun siz ma'lumotlarni o'rganishingiz kerak bo'ladi.

4-qadam. Tahlilni bajarish

Bu bosqichda siz to'liq modelni yaratish uchun vositalarni tanlashingiz kerak bo'ladi. Bu maqsadni amalga oshirish uchun geoaxborot tizimlari keng imkoniyat yaratadi. Misol tariqasida ayrim joylarda bug'u va o'simliklarning tarqalishini hamda uning tarqalish koeffitsiyentlarining o'simlik tiplari bo'yicha tasvirlanishi, binolarning va uylarning buferlashishi qandayligini tanlash vositalari kerak bo'ladi.

5-qadam. Modellashtirish xulosalarini tekshirish

Bu bosqichda modellashtirish xulosalarini tekshirib chiqing. Yanada yaxshiroq natija olish uchun qaysidir parametrlarni o'zgartirish kerakmi? Agar siz bir nechta model yaratgan bo'lsangiz, qanday modeldan foydalanishni tanlang. Siz eng yaxshisini tanlashingiz lozim. Modellar ichida boshqasiga nisbatan kerakli natija beradigani bormi?

6-qadam. Natijani tatbiq qilish

Siz fazoviy ma'lumotlar masalasini yechib, eng qulay tarzda 1-qadamda qo'yilgan maqsadga erishishga imkon beruvchi modelni tanlaganingizdan so'ng maqsadni amalga oshiring. Siz bug'ularning eng ko'p ehtimoliy tarqalgan joyiga borganingizda, u yerda bug'ular borligini ko'rasizmi?

1.6. Rastr tushunchasi va tahlili

1.6.1. Rastr ma'lumotlari to'plami tushunchasi

Rastr ma'lumotlari ikkita asosiy toifaga bo'linadi: mavzuli ma'lumotlar va tasvirlar. Mavzuli rastr qiymatlar qaysidir xarakteristika (yer sirti balandligi, ifloslanganlik darajasi yoki

aholi zichligi) ning o'Ichangan miqdoriy qiymatini yoki tasnifi beradi. Masalan, landshaft kartasida 5 raqami landshaftda o'rmonni bildirsa, 7 raqami suvni bildirishi mumkin. Tasvir yacheykalarining belgilari yorug'lik yoki energiyaning qaytishi yoki nurlanishini bildiradi, bunga aero- yoki sun'iy yo'ldosh syomkalari hamda skanerlangan fotosuratlarni misol qilib keltirish mumkin.

Fazoviy tahlilda tahlil vositalari birinchi navbatda mavzuli rastr ma'lumotlari uchun mo'ljallangan bo'lib, tahlilda barcha funksiyalar istalgan rastrning birinchi diapazoni bilan amal bajaradi. Bu mavzuda rastr ma'lumotlari va ularning yaratilish usullari haqida ma'lumotlar keltirilgan.

1.6.2. Rastr ma'lumotlari to'plami kompozitsiyasi

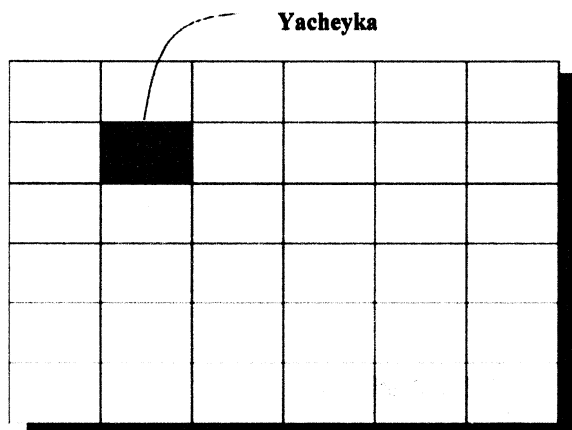
Rastr ma'lumotlari to'plami karta kabi hududlar holati va xarakteristikasini va ularning fazoda nisbiy joylashishini tavsiflaydi. Odatda, bir rastr bitta mavzuni, masalan, yerdan foydalanish turlari, tuproqlar, yo'llar, daryo va balandliklarni tasvirlaydi, hududni to'liq tasvirlash uchun bir nechta rastr talab etilishi mumkin.



1.2-rasm. Rastr ma'lumotlari to'plami kompozitsiyasi

1.6.3. Yacheyka

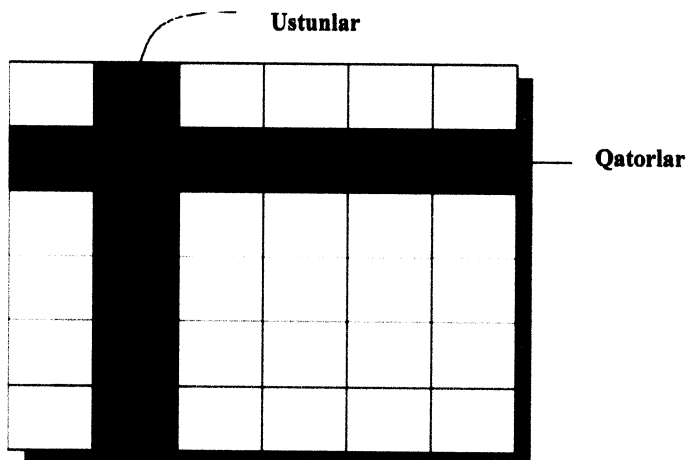
Rastr ma'lumotlar to'plami yacheykalardan tashkil topadi. Har bir yacheyka yoki piksel – kvadratdan iborat bo'lib, hududning ma'lum bir qismini tasvirlaydi. Rastrning barcha yacheykalari bir xil o'lchamda bo'lishi kerak. Rastr ma'lumotlari to'plami har xil o'lchamda bo'lishi mumkin, ammo ular ma'lumotlarni tahlil qilishda barcha detallarni aks ettirish uchun zarur bo'lgan darajada yetarlicha kichik bo'lishi kerak. Yacheyka kvadrat kilometrni, metrni, hatto santimetrni ham ifodalashi mumkin.



1.3-rasm. Yacheykaning tasvirlanishi

1.6.4. Qatorlar va ustunlar

Yacheykalar qatorlar yoki ustunlar ko'rinishida tuzilib, dekart matritsasini tashkil etadi. Qatorlar dekart koordinatalari sistemasining X o'qiga, parallel ustunlar esa Y o'qiga parallel bo'ladi. Har bir yacheyka uchun qator raqami va ustun raqamidan iborat aniq manzil mavjud. Tadqiq qilinadigan barcha sohalar rastr yacheykalar bilan qoplanadi.

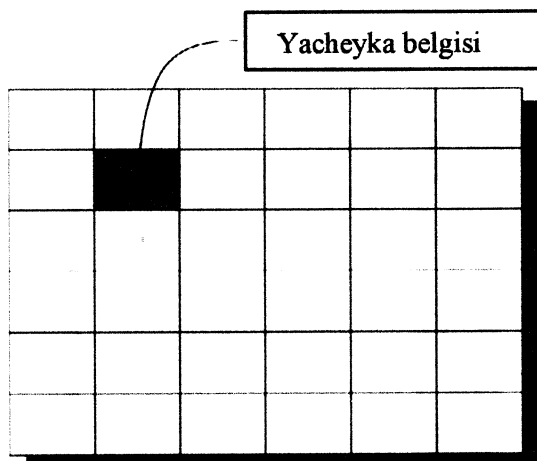


1.4-rasm. Qatorlar va ustunlarning berilishi

1.6.5. Belgilar

Har bir yacheykaga ma'lum bir belgilar berilgan bo'lib, identifikatsiyalash yoki yacheykaga tegishli sinfning tavsifi, kategoriyalarni tavsiflash uchun miqdoriy tavsif rastr ma'lumotlarida beriladi. Belgilar suv obyektlarining turi, yerdan foydalanish turi, tuproqlar tuzilishi, yo'llar sinfi yoki uylar turi kabi xarakteristikalarini aks ettirishi mumkin. Belgi uzluksiz sirt ma'lumotlaridagi kattalik, masofa yoki nisbatlarni bildirishi mumkin. Balandlik, miqdor va qiyalik yo'nalishi, shovqin darajasi, tuproqdagi pH miqdori – uzluksiz sirtlarga misollardir.

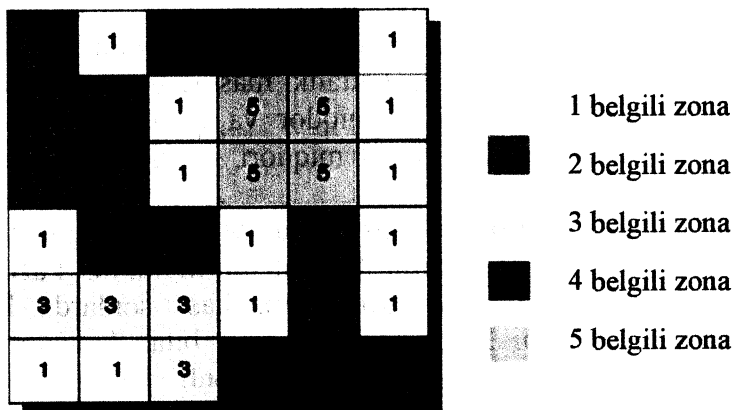
Tasvirni aks ettiruvchi rastrlarda belgilar rangni yoki spektral qaytarish qobiliyatini ko'rsatishi mumkin. Fazoviy tahlilda belgilar butun sonlarda ham, kasr sonlarda ham ifodalanishi mumkin. Butun sonli belgilar bilan kategoriyali ma'lumotlarni ko'rsatish qulay, kasr sonli belgilar bilan uzluksiz sirtlarni ifodalash mumkin.



1.5-rasm. Yacheyka belgisining tasvirlanishi

1.6.6. Zonalar

Bir xil belgili istalgan ikki va undan ortiq yacheykalar bitta zonaga taalluqli bo'ladi. Zona biriktirilgan va biriktirilmagan yacheykalardan tashkil topgan yoki har ikkalasi ham bo'lishi mumkin.



1.6-rasm. Zonalarning berilishi

Biriktirilgan yacheyka zonalar hududining alohida obyektlari, masalan, bino, ko'l, yo'l yoki elektr uzatish yo'llarini anglatishi mumkin. Muayyan hududdagi barcha bir tipdagi obyektlar, masalan, bitta shtatdagi o'rmonlar, davlatdagi tuproq turlari yoki shahardagi bitta oilaning uyi, odatda, ko'plab yacheyka guruhlari to'plamidan tashkil topgan zonalar ko'rinishida tasvirlanadi. Rastrning har bir yacheykasi ma'lum bir zonaga tegishli bo'ladi. Ba'zi rastrlar bir necha zonadan, boshqalari esa zonalar to'plamidan tashkil topadi.

1.6.7. Regionlar

Zonadagi har bir biriktirilgan yacheykalar guruhi region deb ataladi. Biriktirilgan bitta nuqtalar guruhidan tashkil topgan zona bitta regionni o'z ichiga oladi. Zona obyektini tasvirlash uchun qancha region kerak bo'lsa, shunchasidan tashkil topishi mumkin; bitta regiondagi yacheykalar soni cheklanmagan. Fazoviy tahlil regionlarni alohida zonalarga aylantirish uchun vosita bo'ladi. Masalan, yuqoridagi rasmga ko'ra ma'lumotlar to'plami rastrida 2-zona – 2 ta regiondan, 4-zona – 3 ta regiondan, 5-zona – faqatgina bitta regiondan iborat.

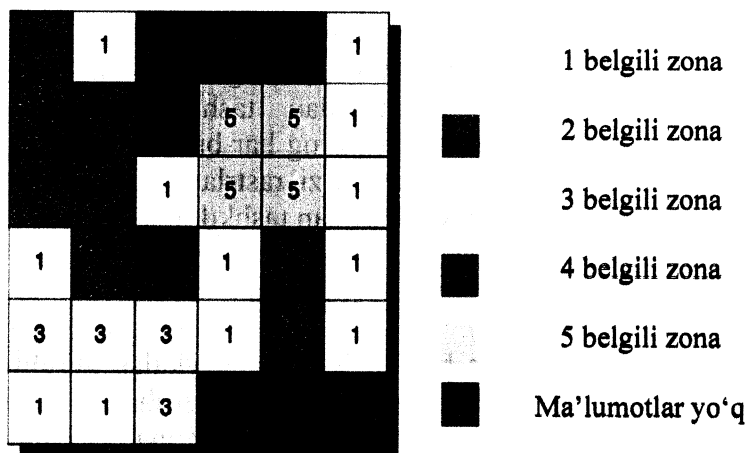
1.6.8. «Ma'lumotlar yo'q» belgisi

Agar yacheykada «Ma'lumotlar yo'q» (No Date) belgisi qo'yilgan bo'lsa, bu berilgan yacheykani tavsiflovchi nuqtada berilgan xarakteristikali ma'lumotlar yo'q yoki yetarli emas deganidir. Ma'lumotlar yo'qligi qiymati yoki bo'sh qiymat boshqa belgilarga nisbatan boshqa barcha operatorlar va funksiyalar bilan ishlov beriladi.

Ma'lumotlar yo'q yacheykalar ikki usulda qayta ishlanadi:

1. Natijaviy yacheykaga «Ma'lumot yo'q» belgisi berilgan nuqtadagi operator yoki lokal funksiya uchun kirish ma'lumotlari to'plamining hech bo'lmaganda bittasida shunday belgi bo'lsa, qo'shni yacheykalardagi fokal funksiya yoki

berilgan zonal funksiya zonasidagi yacheykada unga ham shunday belgi qo'yiladi.



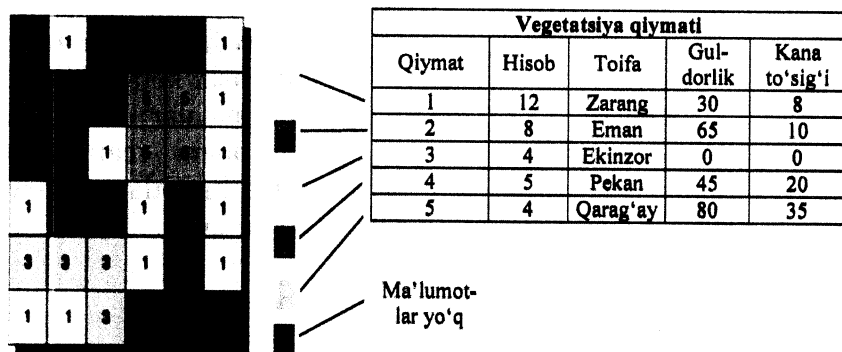
1.7-rasm. "Ma'lumotlar yo'q" belgisining ko'rsatilishi

2. «Ma'lumotlar yo'q» yacheykasi qiymatini hisobga olmaslik va barcha mavjud qiymatlarni hisoblab chiqish kerak. Ikkinchi variantni ikki ma'lumotlar to'plami bo'yicha operatsiyalarni yoki lokal funksiyalarni bajarishda qo'llab bo'lmaydi. Agar yacheyka doirasida «Ma'lumotlar yo'q» belgisi uchrasa, fokal funksiyalarni yoki zonal funksiyalarni bajarishda umumiy hajmi, medianasi, ko'plik, kamlik va xilmaxillik, ma'lum belgili barcha yacheykalar bo'yicha deb hisoblanadi va chiquvchi rastrda beriladi (indamay sozlashni o'zgartirish mumkin).

1.6.9. Bog'langan jadvallar

Butun sonli (kategoriyali) rastr ma'lumotlari to'plami, odatda, atribut jadvallari bilan bog'langan bo'ladi. Bunday jadvalning birinchi maydonida – belgi (*Value*), unda rastrning har bir zonasiga tegishli belgilar saqlanadi. Ikkinchi maydonda hisob (*Count*), rastrning har bir zonasidagi yacheykalar soni beriladi. Lekin bu ikkala maydon ham majburiydir.

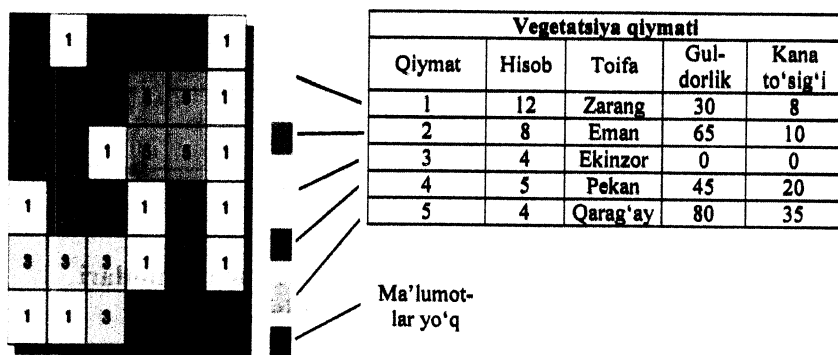
Jadvalga rastrning boshqa atributlarini ko'rsatuvchi deyarli cheklanmagan miqdorda boshqa maydonlarni qo'shish mumkin.



1.8-rasm. Bog'langan jadvallarning ko'rsatilishi

1.6.10. Nom

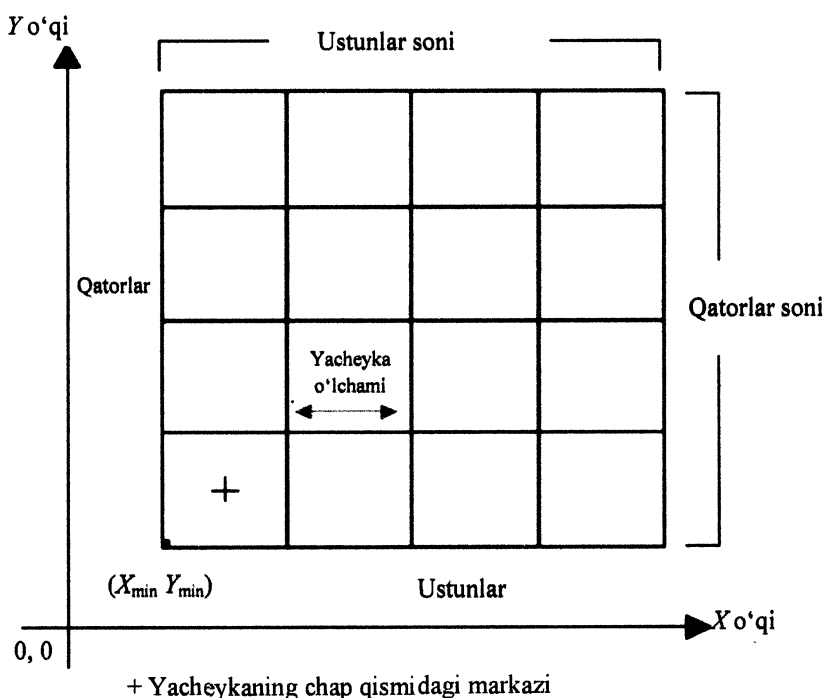
Ma'lumotlar bazasidagi boshqa ma'lumotlar to'plamidan farq qilish uchun har bir rastr ma'lumotlar to'plamining nomi bo'lishi zarur. Rastr ma'lumotlari to'plamiga kirish uchun uning nomidan foydalaniladi va bunda barcha ifodalarda uning nomi ko'rsatilgan bo'lishi kerak.



1.9-rasm. Ma'lumotlar to'plamining nomlanishi

1.7. Koordinatalar fazosi va rastr ma'lumotlari to'plami

Koordinatalar fazosi rastr ma'lumotlari to'plami nuqtalari-ning o'zaro fazoviy munosabatlarini aniqlaydi. Barcha rastr ma'lumotlari bitta koordinatalar fazosida bo'lishi kerak. U real dunyoning yoki fazoviy tasvirning koordinatalar sistemasi bo'lishi mumkin. Rastr ma'lumotlari to'plami real olam hududini tasvirlashi sababli ular haqidagi ma'lumotlarni qulay koordinatalar sistemasida saqlash ishonchli bo'ladi.



1.10-rasm. Fazoviy koordinatalar va rastr ma'lumotlari to'plamining ko'rsatilishi

Rastr ma'lumoti to'plamini shartli sistemadan (tasvir fazosi) real olam koordinatalar sistemasiga o'tkazish fazoviy bog'lash deyiladi. Rastr ma'lumotlar to'plamida yacheykalar

oriyentatsiyasi koordinata sistemasining x va y o'qlari orqali aniqlanadi. Yacheyka chegaralari x va y o'qlariga parallel bo'lib, yacheykalarining o'zi kartaning kvadratlarida kvadratchalar ko'rinishida tasvirlaydi.

Har bir yacheykaning joylashgan o'rni kartaning fazoviy koordinatasida (x, y) qiymatlari bilan berilib, hech qachon qatorlar va ustunlar tarzida berilmaydi.

Fazoda real olam koordinatalari orqali berilgan rastr ma'lumotlar to'plami bilan bog'langan x, u , dekart fazoviy koordinatalari sistemi kartadagi proyeksiyasiga muvofiq ravishda aniqlanadi. Kartografik proyeksiyalar uch o'lchamli yer sirtini shakllantirib, rastr ma'lumotlarini ikki o'lchamli karta tekisligida tasvirlash va saqlashga imkon beradi. Rastr ma'lumotlari to'plamini «To'g'ri» jarayoni uchun kartalar koordinatasiga keltirish yoki rastrni bir kartografik proyeksiyadan boshqasiga o'tkazish geometrik transformatsiya, deb yuritiladi.

1.8. Rastr ma'lumotlarini fazoviy bog'lash

Rastr ma'lumotlari to'plamini tasvir fazosida turgan fazoviy real olam koordinatalari sistemasiga fazoviy geobog'lashni bajarish uchun ikkala koordinata fazosida obyektning joylashishini bilishingiz kerak. Bu holatdan tayanch nuqtalarni yaratish uchun foydalaniladi. Tayanch nuqtalar rastrni yarim nominal transformatsiyalash uchun qo'llaniladi, u deformatsiyani yuzaga keltirib bir fazoviy koordinatadan boshqasiga o'tkazadi.

Tayanch nuqtalar – rastr ma'lumotlari to'plamida va real olam koordinatalarida aniq identifikatsiya qilish pozitsiyalaridir. Shunday tanib olish nuqtalari sifatida yo'llar va daryolarning kesishish joylari, binolarning burchaklari, daryolarning quyilish joylari, tog' jinslari chiqiqlari va boshqa landshaftning geometrik obyektlari, masalan, to'lqinqaytargichlar, ishlov berilgan maydon burchagi yoki ikki to'siqning kesishish joyini keltirish mumkin.

Har bir tayanch nuqta uchun kiruvchi rastr ma'lumotlarida tanlangan chiquvchi ma'lumotlar koordinatalari grafik shaklda – chiqish koordinatalar sistemasida tasvirlangan nuqtani ko'rsatib yoki to'g'ridan to'g'ri ularning kirish qiymatini ko'rsatish bilan berilishi mumkin.

Keyin tanlangan oxirgi rastr ma'lumotlari to'plami tayanch nuqtalar bilan chiqish koordinatalar sistemasi orasida muvofiqlik o'rnatiladi.

Bu munosabat va polinomial transformatsiyadan foydalalanib, rastr ma'lumotlarni shartli fazoviy koordinatalardan real olam koordinatalariga aylantiriladi.

1.9. Polinomial transformatsiya

Berilgan tayanch nuqtalar bo'yicha amalga oshirilgan polinomial transformatsiyaning rastr boshlang'ich koordinatalari natijaviy koordinatalarga eng kichik kvadratlar usuli bilan aylantiriladi. Eng yaqin kelish polinomial transformatsiya ikkita formulani o'z ichiga oladi: birinchisi kirish koordinatalari (x, y) qiymati bo'yicha chiqish koordinatasi x hisoblab topiladi, ikkinchisi – chiqish koordinata qiymati y ni kirish qiymatlari (x, y) bo'yicha hisoblab topiladi. Eng kichik kvadratlar usuli bilan almashtirishdan maqsad – hamma nuqtalarga tadbiq qilinishi mumkin bo'lgan umumiy formulani olishdir, bunda, odatda, tayanch nuqtalarning berilgan chiqish holatlarini ko'chirish hisobiga amalga oshiriladi. Shundan so'ng umumiy formula olinadi va tayanch nuqtalarga tatbiq etilgach, xatolik qiymati e'lon qilinadi. Bu, tayanch nuqtalar koordinata qiymatlarining keltirilgan va haqiqiy qiymatlari orasidagi farqdan iborat. Agar xatolik juda katta bo'lsa, ba'zi bog'lanishlarni olib tashlash yoki yangi nuqtalarni kiritish mumkin.

1.10. Rastr ma'lumotlari to'plamini proyeksiyalash

Rastr to'plami bilan bog'langan Dekart koordinatalari sistemasida (kartaning koordinata fazosida) rastr ma'lumotlari

to'plami yacheykalarida hamma kvadratlar bir xil o'lchamli bo'ladi. Yacheykasi Yer yuzasida tasvirlangan shakl va maydon rastr ma'lumotlar to'plamida hech qachon bir xil bo'lmaydi. Yacheykalar bilan tasvirlangan maydon (yer yuzasida) rastr to'plamida o'zgaradi, yacheykaning chiqish o'lchami va qatorlar miqdori va ustunlar soni proyeksiyalashda o'zgarishi mumkin. Bir proyeksiyadan boshqa proyeksiyaga o'tkazish yer sirtida yacheykalarda tasvirlangan shakl va maydonni ham o'zgartiradi. Har bir proyeksiya uch o'lchamli real olamdagi va ikki o'lchamli ko'rinishni o'zicha tasvirlaydi. Siz proyeksiyadan birini tanlashdan avval har bir proyeksiya xossasining xatoliklarini bilishingiz kerak. Rastr ma'lumotlarini tahlil qilishda va tasvirlashda barcha ma'lumotlar bitta koordinatalar sistemasida va bitta proyeksiyada keltirilgan bo'lishi kerak. Agar ikkita rastr ma'lumotlari to'plami turli koordinatalar sistemasida berilgan bo'lsa, koordinatalar qiymatlari har xil shkala bo'yicha o'lchanadi. Bunday ma'lumotlar to'plamlarini taqqoslashda ular joylashishi bo'yicha mos kelmaganligi uchun xatoliklar kelib chiqadi.

1.11. Geometrik transformatsiya

Siz rastr ma'lumotlari to'plamini o'zgartirayotganingizda, uning proyeksiyasini yoki yacheyka o'lchamini o'zgartirib, geometrik transformatsiyani bajarayotgan bo'lasiz, ya'ni bunda rastr ma'lumotlari to'plamini bir koordinata sistemasidan boshqasiga o'zgartirish jarayonini bajarasiz. Geometrik transformatsiyaning quyidagi turlari mavjud: «rezinka yaprog'i» usuli (odatda, bog'lash uchun ishlatiladi), proyeksiyalash (ma'lumotlarni bir proyeksiyadan boshqa proyeksiyaga almashtirish uchun foydalanish), ko'chirish (barcha koordinata qiymatlarining birday siljishi), burish (barcha koordinatalarni ma'lum burchakka burish) va rastr ma'lumotlari to'plamida yacheyka o'lchamlarini o'zgartirish usullari.

Geometrik almashtirishlar olingan yacheyka markazlari boshlang'ich yacheykaning markazi bilan juda kam hollarda

mos keladi. Odatda, yacheykalarning markaziga ahamiyat berish kerak.

1.12. Chiziqli bog‘lash

Geoinformatikada chiziqli obyektlarni tasvirlash xususiyatlari fraktal xarakterga ega.

ArcGISda chiziqli bog‘lash. Bu mavzu chiziqli bog‘lashga, uning kartografik amaliyotda qo‘llanishiga bag‘ishlangan. Shuningdek, mazkur mavzuda chiziqli bog‘lash amallarini bajarishda foydalaniladigan ma‘lumot turlari tavsiflanadi.

Chiziqli bog‘lash nima?

Chiziqli bog‘lash usuli.

Chiziqli bog‘lashda fazoviy va atributiv ma‘lumotlardan foydalanish.

Fazoviy ma‘lumotlarning xarakterli jihati ularning lokallanishi, fazoviy bog‘lash, fazoda muayyan joy bilan assotsiatsiyalangan u yoki bu usullardan iborat. Fazoviy lokallanishning eng aniq usuli – nisbiy koordinatalar – X , Y va Z dan yoki geografik koordinatalar – uzunlik va kenglikdan foydalanishdir.

Aynan shu fazoviy bog‘lash usuli eng ko‘p qo‘llaniladi va hatto atributiv ma‘lumotlar jadvalini tuzayotganimizda ham biz baribir koordinatalar orqali ifodalangan fazoviy xarakteristika-ga ega bo‘lgan muayyan geografik obyektlar bilan bog‘laymiz.

Biroq geoinformatsion sistemalarda chiziqli obyektlarni tasvirlash uchun ko‘pincha o‘zgacha usul va o‘zgacha vositalarni qo‘llash talab etiladi. Masalan, kanallardan (chiziqli obyektlardan), nasos stansiyalaridan, suv o‘tkazish inshootlaridan, piketlar va boshqalardan tashkil topgan sug‘orish tarmoqlarini yoki temiryo‘l tarmog‘i yoki quvuro‘tkazgich kommunikatsiyalarini ko‘z oldimizga keltiraylik. Bu holda u yoki bu fazoviy obyekt bilan bog‘langan atributiv ma‘lumotlar obyektни to‘lig‘icha (kanal uzunligi yoki quvurlarning ko‘ndalang kesim yuzi) tavsiflabgina qolmay, uning lokal xarakteristikalarini ham, masalan kanal yaqinidagi to‘g‘onning sifatini ham tavsiflab berishi mumkin. Shunday qilib, atributiv

ma'lumotlar va geometrik obyektни bog'lashning boshqacha usuli zarur. Ta'kidlanganidek, yo'l bo'yicha yoki marshrut bo'yicha o'zgaruvchi parametrning mavjudligi bunday chiziqli obyektlarning umumiy xarakteristikasi bo'lib, hisoblanadi. Berilgan trayektoriya bo'yicha fazoviy ko'chishni tavsiflashda ham xuddi shunday muammo yuzaga keladi.

Yuqorida tavsiflangan geografik ma'lumotlarni tavsiflash uchun ham chiziqli bog'lash usuli ko'zda tutilgan. Bu usul kalibrlangan chiziqli obyekt bo'yicha nisbiy pozitsiyalashdan foydalanadi. Bunda nuqtaning joylashishi kartaning ikki o'lchovli tekisligidagi haqiqiy koordinatada bo'lmasligi, u trayektoriyaning qandaydir o'lchov biriliklarida ifodalangan boshlang'ich nuqtagacha bo'lgan masofaga bir qiymatli bog'langan bo'lishi mumkin. Bu nuqtani chiziqli bog'lashni marshrut bo'yicha Voqea (*Event*) deb atash qabul qilingan.

Shunday qilib, chiziqli bog'lash usuli geografik ma'lumotlarni saqlash tarzida foydalanilib, marshrutdagi (egrilik) voqealarning (nuqta) joylashgan joyini aniqlash uchun qo'llaniladi.

Bu mulohazalardan dinamik segmentatsiya g'oyasi bevosita kelib chiqadi. Dinamik segmentatsiya – bu kartada voqealar holatini hisoblash jarayoni bo'lib, bunda voqealar alohida jadval ko'rinishida saqlanadi va ishlov beriladi, chiziqli bog'lashni o'lchash uchun javob beruvchi kichik sistema GAT esa voqealarni kartada vizual ko'rsatish uchun qo'llaniladi. Bunday yondashuv talaygina avzalliklarga ega. Ko'pgina atributiv ma'lumotlar to'plamini mavjud chiziqli obyektning istalgan qismi bilan birlashtirish mumkin, bunda bu birlashtirish chiziq yoki egri chiziq qayerda boshlanib, qayerda tugashiga bog'liq bo'lmagan ravishda amalga oshiriladi. Shuningdek, bu amallar chiziqli obyektни tahrir qilish yoki qandaydir geometrik o'zgartirishlar kiritishni talab qilmasligini ta'kidlab o'tish muhimdir. Shu bilan birga chiziqli bog'lash amali chiziqli obyektning geometrik xarakteristikalarini o'zgartirmasdan segment ajratishi mumkin.

ArcGIS ga chiziqli bog'lashni tatbiq etishni ikki asosiy ma'lumotlar turi – marshrutlar sinfi va voqealar jadvalidan foydalanib amalga oshirish mumkin. Dinamik segmentatsiya jarayoni nuqta – voqealarni tegishli jadvaldan chiziqli obyektga ko'chirishni yoki marshrut sinfida chiziqli obyektga fazoviy ajratishni o'z ichiga olishi mumkin.

Xuddi shunga o'xshash yo'l bilan chiziqli bog'lash amalini fazoviy ma'lumotlar bazasida ham bajarish mumkin.

Ta'kidlab o'tish kerakki, marshrut obyektining geometriyasi haqida gapirilganda, biz axborot bilan birga obyekt geometriyasini saqlab qoluvchi biror choralalar tizimi, kalibrovkani nazarda tutamiz. Xususan, atributlar jadvalini qarab chiqayotganda o'ziga xos xususiyatlarini ta'kidlab o'tish mumkin. Aynan chiziqli obyektlarni odatdagidek poliliniyalar (*Poly Line*) tarzida emas, balki kalibrlangan poliliniyalar (*Poly Line M*) tarzida belgilashni nazarda tutadi, bu esa chiziqli obyekt kalibrovkasi parametri haqidagi axborot mavjudligini anglatadi. Shuni esda tutish muhimki, bu parametrning kattaligi (qiymati) qoplama yoki to'liq loyiha proyeksiyasiga va koordinatalar sistemasiga tobe ham, bog'liq ham emas.

Chiziqli bog'lashning ikkinchi sharti, ravshanki, voqealar jadvalining mavjudligidir. Voqealar jadvali kalibrlangan poliniyada joylashgan bo'lishi mumkin bo'lgan siljishlar, sharoitlar va voqealar haqida ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Odatga ko'ra, voqealar ikki xil va shunga mos ravishda jadvallar ham ikki xil bo'ladi.

Nuqtaviy voqealar chiziqli obyektlar yoki marshrutlar bo'yicha diskret holatlarni tavsiflaydi.

Chiziqli voqealar marshrutni poliliniyalar segmentlarga bo'lib, uning qismlari (fragmentlari)ni tavsiflab beradi.

Masalan, magistral sug'orish kanali uchun chiziqli voqealar turli gidroinshootlarning joyini va xarakteristikasini tasvirlashi, chiziqli voqealarning o'zi esa – kanaldagi o'zgarishlarni uning kesim yurish, qiyaligi, tubining materiali va filtrlash xarakteristikalarini tavsiflab berishi mumkin.

Shunday qilib, chiziqli bog‘lash:

- koordinatalarni oshkor buzmasdan geografik ma’lumotlarni saqlash;
- chiziqli obyektlarni qismlari bilan ko‘plab atributiv ma’lumotlar to‘plamini bog‘lashga imkon beradi.

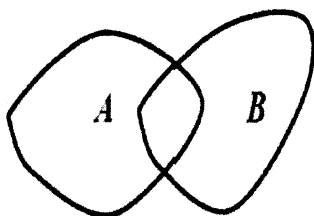
Nazorat uchun savollar

1. Fazoviy ma’lumotlar modeli deganda nimani tushunasiz?
2. Vektor model nima?
3. Rastr modelni izohlab bering.
4. Fazoviy ma’lumotlarni modellashtirishda nimalarga e’tibor qaratish kerak?
5. Fazoviy ma’lumotlarni yechishning konseptual modelini tushuntirib bering.
6. Rastr tushunchasi va tahlilini izohlab bering.
7. Fazoviy koordinatalar va rastr ma’lumotlari to‘plami deganda nimani tushunasiz?
8. Rastr ma’lumotlarini fazoviy bog‘lash qanday amalga oshiriladi?
9. Polinomial transformatsiyada qanday formulalar qo‘llaniladi?
10. Rastr ma’lumotlarini (to‘plami) tahlil qilishda nimalarga e’tibor berish kerak?
11. Chiziqli bog‘lash nima?
12. ArcGISda chiziqli bog‘lash deganda nimani tushunasiz?
13. Dinamik segmentatsiya tushunchasini izohlab bering.
14. ArcGISda chiziqli bog‘lashning ishga tushishi qanday bajariladi?

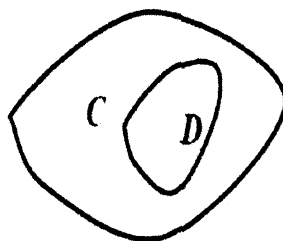
II bob. GAT TAHLILLARIDAGI FAZOVIIY MUNOSABATLAR

2.1. Umumiy tushunchalar

GAT foydalanuvchiga geografik mohiyatlar va ularning atributlarining o'rinlarini saqlash uchun samarali mexanizmlarini beradi. Bundan tashqari, ko'pgina masalalarda geografik obyektlar orasidagi munosabatlarni nazorat qilish talab etiladi. Ma'lumotlarning vektor modellarida obyektlar orasida fazoviy munosabatlar bo'lishi mumkin: yaqinlik, qo'shnilik, shuningdek, «ichkarida bo'lish», «tashqarida bo'lish», «kesishish», «qo'shilish» kabi boshqa binar munosabatlar bo'lishi mumkin (2.1-rasm).



$A \cap B$ ni kesib o'tadi=TRUE
 $A \cap B$ ni kesma tarzida saqlaydi= TRUE



$C \supset D$ ni to'liq saqlaydi=TRUE
 $D \subset C$ ni to'liq C ning ichiga oladi=TRUE

2.1-rasm. Obyektlar o'zaro fazoviy munosabatlarning berilishi

Obyektlarning o'zaro munosabatlari obyektlar haqidagi metrik ma'lumotlar asosida hisoblab chiqilishi mumkin. Masalan, GAT da MapBasic tili obyektlarning fazoda o'zaro joylashuvini maxsus SQL ichida maxsus geografik operatorlar yordamida aniqlash imkoniyatlarini beradi.

2.2. Raqamli kartalarning topologik tuzilishi

Geografik ma'lumotlar bazalarida atrof-muhitga nisbatan turli vaqtlardagi turli qarashlardan iborat bo'lgan fazoviy ma'lumotlar to'plami saqlanadi. «Fazoviy» so'zi obyektlarning geografik fazodagi joylashganligini bildiradi. Fazoviy obyektlar real olam elementlarini – daryolar, shaharlar, yo'llar va shu tasavvurlarni anglatadi.

Detallashtirish darajasiga qarab bu obyektlar har xil fazoviy o'lchamlarga ega bo'lishi mumkin. Masalan, daryolarning boshlanishi nuqtaviy obyektlar kabi, o'zanlari chiziqli obyektlar kabi, ko'llar esa poligonal obyektlar kabi tasvirlanishi mumkin. Har bir fazoviy obyekt fazoviy va fazoviy bo'lmagan atributlar bilan tasvirlanadi. Shakl, o'lcham fazoviy atributlar odatdagidek obyektning pozitsion va metrik ma'lumotlaridan kelib chiqadi. Fazoviy obyektlar bog'langanlik, joylashganlik, qo'shnilik va o'rnavchanlik kabi topologik tuzilishlarni tavsiflovchi fazoviy munosabatlarda ishtirok etadi.

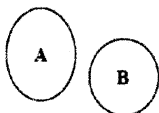
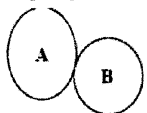
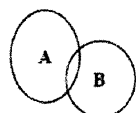
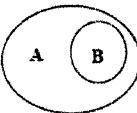
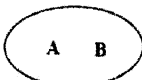
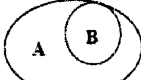
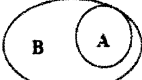
Topologik ma'lumotlar istalgan geografik ma'lumotlar bazasining geoaxborot tizimlaridagi ajralmas qismi bo'lib hisoblanadi va obyektlar orasida fazoviy munosabatlarni o'z ichiga oladi. Topologik ma'lumotlar, odatda, obyektlarni tavsiflash darajasida saqlanadi. Masalan, chiziqli obyektlarning tavsiflanishi boshqa aloqador obyektlarning bog'lanishiga qaratilgan izohlarni o'z ichiga olishi mumkin. Hozirgi vaqtda topologik tavsiflar GAT da geografik ma'lumotlarni tashkil etishning umumiy qabul qilingan usullariga aylangan.

Egenxofer texnologik munosabati modelida ikki fazoviy obyekt orasidagi mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan topologik munosabatlar shakllantiriladi.

Chegaradosh, ichiga joylanganlik kabi topologik tushunchalar ikkita element chegarasi ichki kesmalarining to'plami orqali tasvirlanadi. A^0 va B^0 elementlar orasidagi R topologik munosabatlar quyidagi matritsa ko'rinishida ifodalanishi mumkin:

$$R(A, B) = \begin{pmatrix} A^o \cap B^o & A^o \cap \partial B & A^o \cap B^- \\ \partial A \cap B^o & \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^- \\ A^- \cap B^o & A^- \cap \partial B & A^- \cap B^- \end{pmatrix}.$$

Matritsa yacheykalarining belgilari qiyoslanayotgan ichki kesmalar, chegaralar yoki kesishmaydigan qo'shimchalarni anglatuvchi istalgan bir bo'sh to'plam $\emptyset$ yoki hech bo'lmaganda bitta nuqtada kesishadigan bo'sh bo'lmagan to'plam bo'lishi mumkin. Matritsa yacheykalarining kombinatsiyalari 512 xil topologik munosabatlarni tavsiflaydi. Ikki element orasidagi istalgan fazoviy munosabat matritsada tasvirlangan qandaydir bir munosabatning invarianti bo'lib hisoblanadi. Lekin tekislikda bu munosabatlarning faqat bir qisminigina amalga oshirish mumkin (2.2-rasm).

$A B$ ga tegmaydi  <table><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$A B$ ga tegadi  <table><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	A bilan B ga kesishadi  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$A B$ ni tashkil etadi  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$A B$ ga ekvivalent  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$A B$ ni qoplaydi  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$A B$ dan tashkil topadi  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td></tr><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$A B$ ni qoplaydi  <table><tr><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr><tr><td>$\emptyset$</td><td>$\emptyset$</td><td>$\neg\emptyset$</td></tr></table>	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$
$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\neg\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					
$\emptyset$	$\emptyset$	$\neg\emptyset$																																					

2.2-rasm. Tekislikdagi ikki poligon orasidagi topologik munosabatlar

Agar AX va BX ning X ga nisbati bilan AY va BY ning Y ga nisbati orasidagi topologik munosabatlar o'zaro ekvivalent bo'lsa, u holda bu munosabatlar matritsasining kesishish mat-

ritsali invarianti bo'ladi. Aksincha bo'lsa, xato bo'ladi, invariantlarning kesishish matritsali o'xshashligi matritsalarining o'xshashlik munosabatlarining ekvivalentligini anglatmaydi. Topologik modellarning ko'rsatilgan modeli obyektlar orasidagi fazoviy munosabatlarni ta'kidlangan darajasida to'liq tasvirlaydi, ammo munosabatlarining tasvirlash usullarini o'z ichiga olmaydi. Masalan, agar ikki region ikki nuqtada kesishgan bo'lsa, modelda faqatgina kesishishning o'zigina qayd etiladi. Vektor GATlarda obyektlarning kodlanishini uzatishda «yoytugun» ma'lumot modelidan foydalaniladi. Bunda poligonlar va poliliniyalar turgan joyni chamalab ko'rsatuvchi ustunchalar tarzida beriladi. Bunda tugun va yoylarning munosabatlari, yoyning poligon chegarasiga tegishliligi, poligonlarning chegaradoshligi qayd etiladi. Kartalarni vektorlashda vektor obyektlar «spagetti» tarzida ko'rsatiladi. Spagettini «yoytugun» modeliga almashtirish jarayoni «*planar enforcement*» deb ataladi. Ma'lumot modelida avvaldan hisoblab topilgan obyektlarning topologik xususiyatlari ko'pgina algoritmlarni hisoblashdagi murakkabligini yengillashtirishga imkon beradi.

2.3. Hisoblash geometriyasining algoritmlari

Geoaxborot tizimlarida murakkab tahlil algoritmlari ko'pincha oddiy algoritmlardan tuziladi. Avvalo, ma'lum bir oddiy algoritmlarni, keyinchalik bu oddiy algoritmlardan qanday qilib murakkab analitik tahliliy jarayonlar tuzishni ko'rib chiqamiz.

2.3.1. Chiziqlarning kesishishi

Chiziqlarning kesishishini topish jarayoni GAT tahlilida bazaviy jarayonlardan biri hisoblanadi. Bu jarayon poligonlar bilan chiziqlarni va poligonlarning qo'shish hamda ajratish (*Merge* hamda *Dissolve*) overlay jarayonlarida qo'llaniladi. Bu jarayon poligonda nuqtani aniqlash, bo'lingan poligonlarni uzoqlatishda asos (basis) bo'lib hisoblanadi. Shuning uchun chiziqlar kesishishini aniqlash uchun effektiv algoritmlar istalgan vektor GAT da juda muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Oddiy misolni ko'rib chiqamiz: AB $(4, 2) - (2, 0)$ kesma bilan kesishadimi, agar kesishsa, qaysi nuqtada kesishadi? Bu uchun AB va CD to'g'ri tenglamasini topish va bu ikki tenglamani birgalikda yechish zarur (2.3-rasm). $y=a+bx$ to'g'ri chiziqli tenglamasini o'zi o'tgan ikki nuqtadan topish mumkin. To'g'ri chiziqli tenglamaning qiyalik burchagi koeffitsiyenti $b=(y_2-y_1)/(x_2-x_1)$. To'g'ri chiziqli tenglama o'tgan istalgan bir nuqtadan foydalanib, $a=y_1-bx_1$ ni topamiz. Birinchi to'g'ri chiziqli tenglama $y=x-2$, ikkinchi to'g'ri chiziqli tenglama esa $y=4-x$. Ikki tenglamani qo'shib, kesishish nuqtasini olamiz.

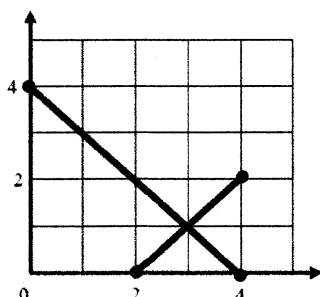
$$\begin{cases} y = x - 2 \\ y = 4 - x \end{cases} \quad 3,1$$

Umumiy ko'rinishda $y=a_1+b_1x$ va $y=a_2+b_2x$ tenglamalar bilan berilgan, ikki to'g'ri chiziqli tenglama $x = -(a_1-a_2)/(b_1-b_2)$; $y = a_1+b_1x$ nuqtada kesishadi. Lekin bunday usul bilan faqatgina cheksiz uzun parallel bo'lmagan chiziqlarning kesishish nuqtasini topish mumkin. Gohida bu kesmalar kesishmasligi, bu kesmalarning davomlari esa kesishishi mumkin (2.3-b rasm). Agar kesishish nuqtasi (x, y) va A, B, C, D nuqtalar uchun

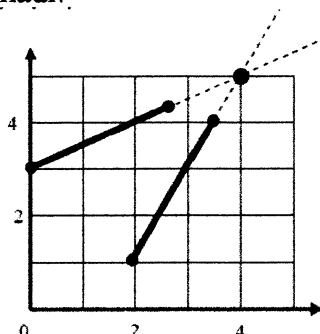
$$(x_A - x)(x - x_B) \geq 0; (x_C - x)(x - x_D) \geq 0; \quad 3,2$$

$$(y_A - y)(y - y_B) \geq 0; (y_C - y)(y - y_D) \geq 0. \quad 3,3$$

shart bajarilsa, kesmalar kesishadi.



a



b

2.3-rasm. To'g'ri chiziqlarning kesishish nuqtasi:

a-ichki kesmalar; b-tashqari kesmalarda

Ushbu maxsus holatlarni hisobga olish zarur. Vertikal chiziqlar uchun qiyalik chizig'i burchagi b cheksizlikka intiladi, shuning uchun kesishish nuqtasini maxsus usul bilan izlanadi. Agar ikkala chiziq vertikal bo'lsa, ular kesishmaydi. Agar chiziqlardan bittasi vertikal bo'lsa, unda $y=\text{const}$ va $y=a_2+b_2x$ unda tenglamalar sistemasi o'rniga qo'shish usuli bilan yechiladi. Vertikal bo'lmagan parallel chiziqlar ham algoritmnini hisoblashda noaniqlikni keltirib chiqaradi. Shuning uchun eng avvalo b_1-b_2 tenglamaning tengligini tekshirish lozim.

Endi poliliniyalar kesishishini aniqlash usullarini ko'rib chiqamiz.

Bizga n_1 va n_2 segmentli ikkita poliliniya berilgan bo'lsin. Ularning kesishgan nuqtalarini aniqlashning eng oddiy usuli birinchi chiziq segmentining ikkinchi chiziq segmenti bilan har bir kesishgan nuqtalarini ketma-ket tekshirishdan iborat. Bu $n_1 \times n_2$ ko'paytmaga proporsional bo'lgan algoritmnining murakkabligi har xil evristik algoritmlar yordamida kamaytiriladi. Bu algoritmlarda qayta ishlash uchun qo'shimcha qadamlar talab etilsa-da, algoritmnining umumiy murakkabligi kamayadi. Poliliniyalar kesishish algoritmlarining murakkabligini pasaytirish mumkin. Bunda, avvalo, minimal cheklovchi poliliniyalar to'g'riburchaklarining kesishishi (MBR – Minimal Bounding Rectangle) tekshiriladi. Bu to'g'riburchaklar minimal va maksimal koordinatalari x va y bilan aniqlanadi. Agar ikkala poliliniyani o'rab turgan to'rtburchaklar kesishmasa, ular ham kesishmaydi. Bu yaqinlashishni poliliniyalarning ayrim segmentlari kesishishlarini aniqlash uchun ham qo'llash mumkin.

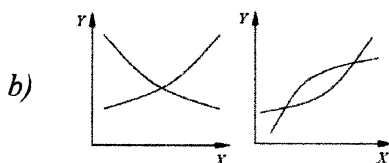
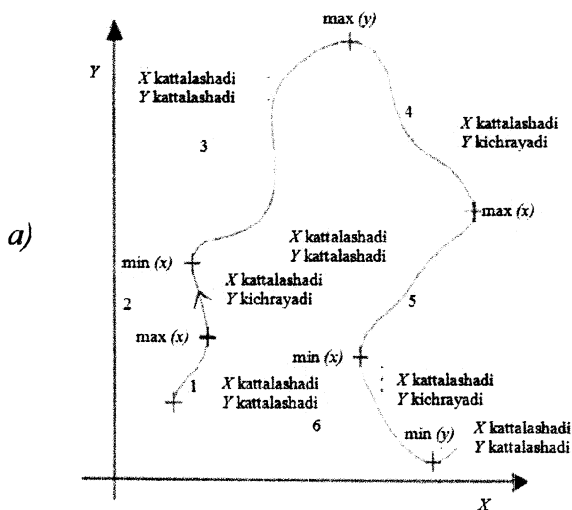
Keyingi usul birinchi marta GATda ArcInfo dasturida qo'llanilgan usullar. Bu usul x bo'yicha ham, y bo'yicha ham monoton o'suvchi yoki kamayuvchi poliliniyalar seksiyalariga bo'linib, chiziq bir yo'sinda x va y bo'yicha o'sadi. poliliniyalarni seksiyalarga bo'lishga asoslangan (2.4-rasm).

Bo'linish lokal minimum yoki maksimum nuqtasidan x yoki y bo'yicha boshlanadi.

Vertikal yoki gorizontal chiziq bunday seksiyani faqatgina bir nuqtada kesib o'tadi. Bu poliliniyalar kesishishini algoritmik izlash mehnatini kamaytiradi. Agar ikki seksiya uchun kesishish nuqtasi topilsa, unda xohlagan juft nuqtalarni izlashning zaruriyati yo'q, chunki bu kesishish nuqtasi yagona bo'ladi, bunda ikkinchi hosila seksiyalar ishorasini o'zgartirmaydi. Bunday cheklash kritik nuqtalarda seksiyalarni bo'laklarga bo'lish yoki bunday seksiyalar uchun segment juftlarini to'la qayta saralash yo'li bilan hal etilishi mumkin. Shunday usul bilan modifikatsiyalangan algoritm ba'zan $O(n_1 + n_2)$ kabi hisoblash murakkabligini keltirib chiqarishi mumkin.

2.4-*b* rasmda seksiyalarning ikki xil kesishish holatlari ko'rsatilgan. Birinchi holatda seksiyalar faqatgina bir nuqtada kesishadi, ikkinchi holatda kesishish bir necha nuqtada yuz beradi. Kesishish nuqtasining yagona bo'lgan shartini aniqlaymiz. Agar ikki seksiya bir vaqtda bir yo'nalish bo'yicha kamaysa yoki ko'paysa, biri orsa, boshqasi kamaysa, poliliniyalar bu seksiyada kamida bitta nuqtada kesishadi. 2.4-*d* rasmda kulrang bilan poliliniyalar kesishishini topish algoritmini yuqorida ta'kidlangan optimallashtirish usullari ajratib ko'rsatilgan.

Agar bir necha poliliniyalar kesishish nuqtalarini topish talab etilsa, masalan overlay masalasidek, unda poliliniyalarning fazoviy indeksatsiyasini tashkil etish mumkin. Ko'pincha GATda kvadroshajarlardagi indekslar qo'llaniladi. Bunday indeksatsiyada kesishishlarni topish faqatgina kvadroshajarlarning shoxlari kesishgan poliliniyalar uchun qo'llaniladi.



d)

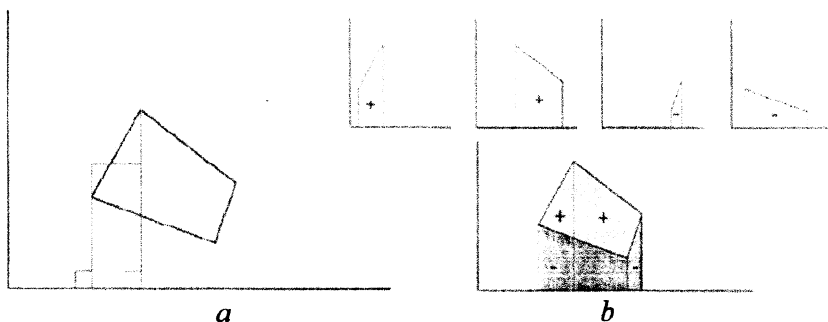
	X kattalashadi Y kattalashadi	X kichrayadi Y kattalashadi	X kattalashadi Y kattalashadi	X kattalashadi Y kattalashadi
X kattalashadi Y kattalashadi				
X kichrayadi Y kattalashadi				
X kichrayadi Y kattalashadi				
X kattalashadi Y kattalashadi				

2.4-rasm. Poliliniyalarning kesishish algoritmini optimallashtirish (monoton seksiyalarga bo'lishga asoslangan)

a –seksiyalarga bo'linish; b –seksiyalar kesishishining har xil variantlari; d –seksiyalar kesishish nuqtasining yagonaligini aniqlash

2.3.2. Poligonlar bilan operatsiyalar

Endi cho'qqilar ketma-ketligi bilan yuzaga kelgan poligonlar ustidagi operatsiyalariga o'tamiz. Poligon maydonini aniqlash masalasini ko'rib chiqamiz. Ko'pincha, ko'pburchakni trapetsiyalarga ajratishga asoslangan algoritm qo'llaniladi. Bu trapetsiyalar poligon segmenti chiziqlari bilan chegaralangan X o'qiga tushirilgan segment uchidan perpendikulyar bilan X o'qiga chegaralanadi. (x_A, y_A) va (x_B, y_B) uchlarni birlashtiruvchi segment uchun bunday trapetsiya yuzi $S = (x_B - x_A) \cdot (y_B - y_A) / 2$ ga teng bo'ladi (2.5-a rasm).



2.5-rasm. Poligon yuzini hisoblash:
a–dastlabki shakl; b–trapetsiyalarga bo'lish

Poligonning barcha segmentlari uchun trapetsiyalarning yuzini hisoblab chiqamiz va ularni qo'shamiz. $x_i > x_{i+1}$ segmentlari uchun manfiy maydon olinadi (2.5-b rasm). Shuni aytib o'tish joizki, poligon – berk, yopiq shakl, shuning uchun oxirgi segment uchini birinchi segment uchi bilan tutashtiradigan segmentni hisobga olishimiz kerak.

Bunday usul bilan faqatgina qavariq ko'pburchaklarninggina emas, balki botiq va teshikli poligonlarning ham yuzini hisoblash mumkin. Chegaralarning o'zini-o'zi kesib o'tgan poligonlarning yuzini hisoblashga bu algoritim

yaroqsizdir. Soat miliga qarama-qarshi yo'nalishda raqamlangan poligonlar uchun o'lchangan yuza manfiy bo'lib chiqadi. Poligonlar uchi manfiy koordinatalarga ega bo'lganda muammolar kelib chiqadi. Bunday hollarda y koordinata qiymatiga yetarlicha katta sonlar qo'shiladi yoki poligon uchlaridan $y = \text{const}$, to'g'ri chiziqqa perpendikulyar tushiriladi, bu yerda const poligondagi y koordinataning eng kichik poligondan ham kichikdir.

Agar katta qiymatli x va y koordinata sistemasi qo'llanilsa (masalan, Gauss-Kryuger koordinata sistemasida Krasnoyarsk tumanida $x=6200000$; $y=16500000$ koordinata qiymatlari ishlatiladi), u holda trapetsiyalarning yuzalarini ko'p marta qo'shish bajarilganda hisoblash xatoligi to'planadi. Kichik poligonlar uchun nisbiy xatoliklar juda katta bo'ladi. Bu muammoni poligonni katta qiymatlar bo'lmagan yangi koordinatalar sistemasiga chiziqli o'tkazishlar va undagi yuzalarni hisoblash asosida hal qilish mumkin. So'ngra boshlang'ich sistemadagi yuza hisoblab topiladi.

“Yoy-tugun” modelida poligonlar yoylardan shakllantiriladi. Bunda poligonning joylashishi yoyning raqamlash yo'nalishiga nisbatan kodlanadi. Ravshanki, qo'shni poligonlarning chegaralari bilan belgilangan yuzani bir marta hisoblab chiqish yetarli bo'ladi. Keyinchalik o'ng poligonlar uchun bu maydon «musbat» belgi bilan, chap tomondagilar uchun «manfiy» belgi bilan qo'shiladi.

Nazorat uchun savollar

1. Topologik ma'lumotlar deganda nimani tushunasiz?
2. Detallashtirish turlariga qarab obyektlar qanday turlarga ajratiladi?
3. Raqamli kartalarning topologik tuzilishi deganda nimani tushunasiz?
4. «Yoy-tugun» modelini izohlab bering.
5. Poligonlar bilan operatsiyalar qanday amalga oshiriladi?

III bob. TRIANGULATSIYALANGAN NOMUNTAZAM TARMOQ (TIN)

3.1. Umumiy tushuncha

Triangulatsion nomuntazam tarmoq (Triangulated Irregular Network) vektor ma'lumotlari tuzilishida, geografik kenglikni taqsimlash uchun kesishmaydigan qo'shni uchburchaklardan foydalanadi. Har bir uchburchak uchining x , y , va z koordinatalari o'lchangan bo'ladi. Bu nuqtalar biriktirilib, Delone triangulatsiyasini shakllantiradi. TIN dan model sirtlarini saqlash va tasvirlash uchun, shuningdek, y sirtlarni so'rov bo'yicha tasvirlash usullari bo'yicha tuzilishini yaratishda asos sifatida foydalaniladi.

3.2. Delone triangulatsiyasi

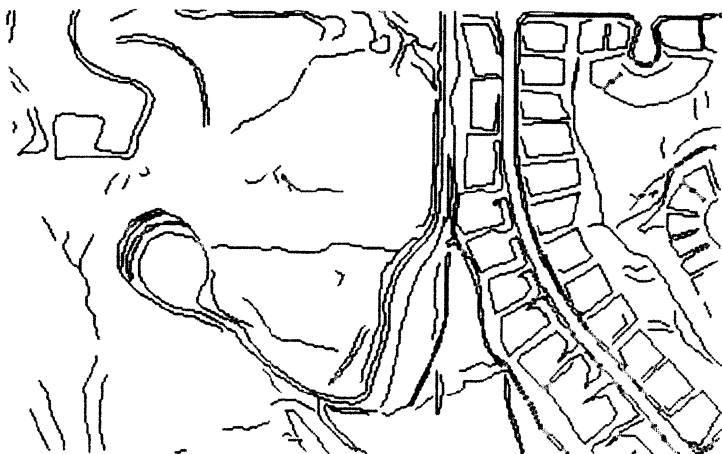
Delone triangulatsiyasi – bir-biri bilan kesishmaydigan kesmalardan tuzilgan ko'plab nuqtaviy obyektlardan tashkil topgan uchburchaklardan poligonal tarmoqlarni yaratish texnologiyasidir. Uchburchakka tashqi chizilgan har bir aylana TIN dagi ma'lumotlar to'plami nuqtalarini o'z ichiga olmaydi. Delone triangulatsiyasi rus matematik olimi B.N. Delone (1890–1980) nomi bilan ataladi.

TINni yaratishda, odatda, vektorli kombinatsiyalashgan ma'lumotlar manbayi xizmat qiladi. Siz TINni yaratishda boshlang'ich ma'lumotlar sifatida nuqtaviy, chiziqli va poligonal obyektlardan foydalanishingiz mumkin. Bularning ayrimlariga z qiymatlari qo'yilgan bo'lishi kerak, bunda hamma obyektlar uchun z qiymatlari berilishi shart emas. TINni yaratish uchun obyektlar, butun sonli atributiv qiymatlari TINning yakuniy ob-

yektlarida saqlanadi. Ulardan har xil boshlang'ich ma'lumotlarning qiyosiy aniqligini ko'rsatish uchun yoki obyektlar, masalan, yo'llar yoki ko'llarni identifikatsiya qilish uchun foydalanish mumkin.

3.3. TINda modellardan foydalanish

TIN modellari bir jinsli sirtlarni ular ko'p o'zgaradigan ko'p sonli nuqtalarni va ular ravon bo'lgan kam sonli nuqtalarni ishtirok ettirish yo'li bilan modellashtirishga imkon beradi.



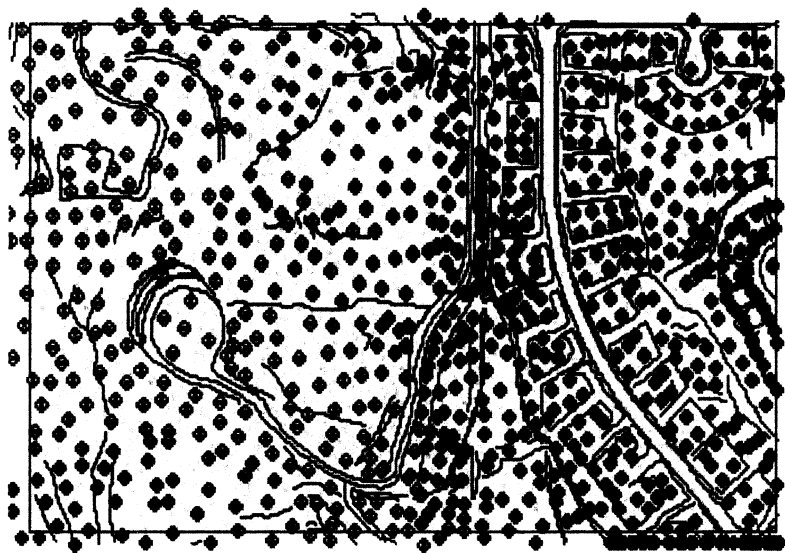
3.1-rasm. TINda ajratuvchi chiziqlar

Bukilish chiziqlari balandlik qiymatlari berilgan yoki berilmagan chiziqlar bo'lishi mumkin. Ular uchburchaklarning bir yoki bir necha qirralariga aylantiriladi. Bukilish chiziqlari, odatda, tog' cho'qqilari yoki daryolar kabi tabiiy obyektlardan yoki yo'llar kabi sun'iy obyektlardan iborat bo'ladi.

Ikki xil bukilish chiziqlari mavjud: keskin va keskin bo'lmagan chiziqlar. Keskin chiziqlar sirt relyefidagi uzluksiz chiziqlarni tasvirlaydi. TINda keskin bukilish chiziqlari sifatida

daryolar yoki yo'l qurilishi uchun erni tekislash chiziqlarini keltirishimiz mumkin. Keskin bukilish chiziqlari sirt shakliga keskin o'zgarishlar kiritadi va TINda tasvirlash va tahlil qilishni yaxshilaydi.

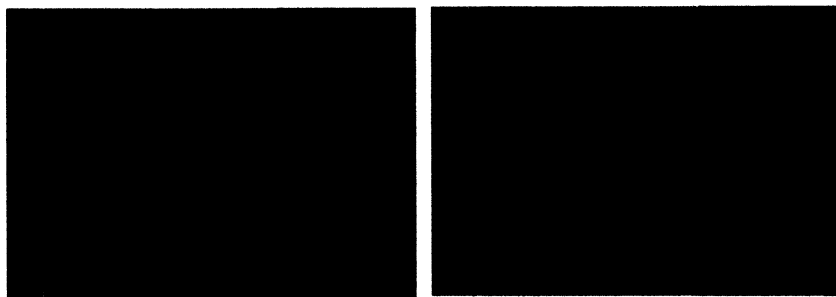
Keskin bo'lmagan bukilish chiziqlari TINga qirralarni qo'shish imkonini beradi. Bu qirralar sirtning lokal bukilishini o'zgartirmaydigan chiziqli obyektlarni ifodalaydi. TINga qo'shilgan keskin bo'lmagan chiziqlar hudud holatini belgilaydigan, biroq sirt shaklini o'zgartirmaydigan tadqiq qilinayotgan soha chegaralari bo'lishi mumkin.



3.2-rasm. TIN da kesuvchi poligon

Poligonlar ma'lum maydonga ega bo'lgan, masalan, ko'llar yoki alohida interpolirovka qilingan sohalarning chegaralari (qobiqlar deb ham ataladi) dan iborat karta obyektlarini tasvirlaydi. Qobiqlar arxipelagning alohida orollarini yoki tadqiq qilinadigan hududning konturlarini aniqlab berishi mumkin. Poligonlarning to'rt xili mavjud: kesib o'tuvchi, o'chiruvchi, almashtiruvchi va to'ldiruvchi poligonlar. Kesib o'tuvchi

poligonlar interpolatsiya chegaralarini aniqlaydi. Poligondan tashqarida qolgan kirish ma'lumotlari interpolatsiya va tahlil operatsiyasi, masalan, izochiziqlarni va hajmni hisoblab chiqarib tashlaydi. O'chiruvchi poligonlar interpolatsiya chegaralarini aniqlaydi. Bu poligon ichida qolgan kirish ma'lumotlari interpolatsiya va tahlil, masalan, izochiziqlar yoki hajmlarni hisoblash amallaridan ozod bo'ladi. Almashtiruvchi poligonlar uning ichida joylashgan barcha nuqtalar uchun chegarani belgilaydi va balandlik qiymatiga birday qiymat beradi. Bu poligondan ko'l yoki cho'kkan hududlarni model-lashtirishda foydalanish mumkin. Almashtiruvchi poligonlar o'z hududida joylashgan barcha uchburchaklarga butun sonli atributiv qiymat beradi.



3.3-rasm. TIN da uch o'lchamli nuqtalarning tasvirlanishi
(Chap tarafdagi rasmda uch o'lchamli nuqtalardan yaratilgan TIN ko'rsatilgan. O'ng tarafdagi rasmda TIN o'sha maydonda uch o'lchamli nuqtalardan va ajratuvchi chiziqlardan yaratilgan)

Poligonal obyektlar triangulatsiya jarayonida uchburchak-larning yopiq uchta yoki ko'proq qirrali to'plamidan tashkil topadi. Bukilish chiziqlari poligonlarning TIN ga qo'shilishi TIN sirti shaklini nazorat qilish imkoniyatini beradi.

Bukilish chiziqlari TIN ni qanday o'zgartirishini bilish uchun uch o'lchamli nuqtalardan tashkil topgan sirtlarning to'plami va bukilish chiziqlaridan yaratilgan sirt bilan taqqos-lab ko'ring.

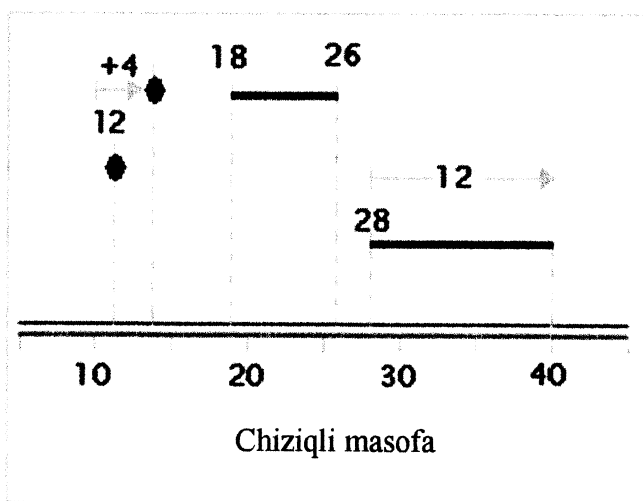
Nazorat uchun savollar

1. Triangulatsiyalangan nomuntazam tarmoq (TIN) deganda nimani tushunasiz?
2. Delone triangulatsiyasi qanday tuzilgan?
3. Poligonlarning necha xil turi mavjud?
4. Poligonlarda bukilish chiziqlarining qanday turlari bor?

IV bob. CHIZIQLI KOORDINATALAR SISTEMALARI

4.1. Umumiy tushunchalar

Chiziqli koordinatalar sistemalari (*Linear referencing*) – bu oʻlchangan chiziqli fazoviy obyektlarning geografik joylashishiga nisbatan geografik maʼlumotlarni saqlash usulidir. Masalan ariqlarni oʻlchash usulidan hodisalarni chiziqli boʻyicha joylashtirishda foydalaniladi (4.1-rasm).



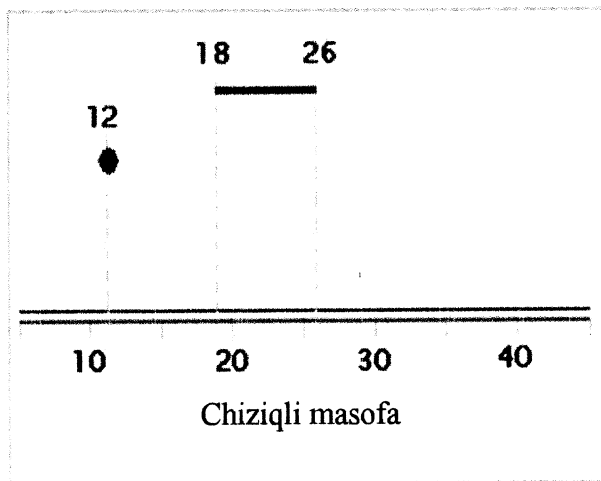
4.1-rasm. Masofani oʻlchashda chiziqlardan foydalanish

Obyektlar boʻyicha oʻlchash usulidan nuqtaviy va chiziqli hodisalarni joylashtirish uchun bir qator shartlar yordamida foydalaniladi (4.2-rasm). Bir nechta oddiy misol keltiramiz:

Quyidagi grafikda nuqta pastda chiziqli boʻyicha joylashgan boʻlishi mumkin:

- 12 ta o'lchamda chiziq bo'yicha;
- 4 ta o'lchamda chiziq bo'ylab, 10 ta o'lchamda belgidan sharqroqqa.

•



4.2-rasm. Obyektlarni o'lchashda chiziqlardan foydalanish

Chiziqli obyektarning joylashishini bir necha usul bilan o'lchash mumkin. Bunga misol yuqorida keltirilgan.

- chiziqni o'lchash 18 da boshlansa 26 da tugaydi;
- chiziqni o'lchash 28 da boshlanadi va 12 o'lcham birligida davom etadi.

4.2. Chiziqli koordinatalar sistemalaridan foydalanish

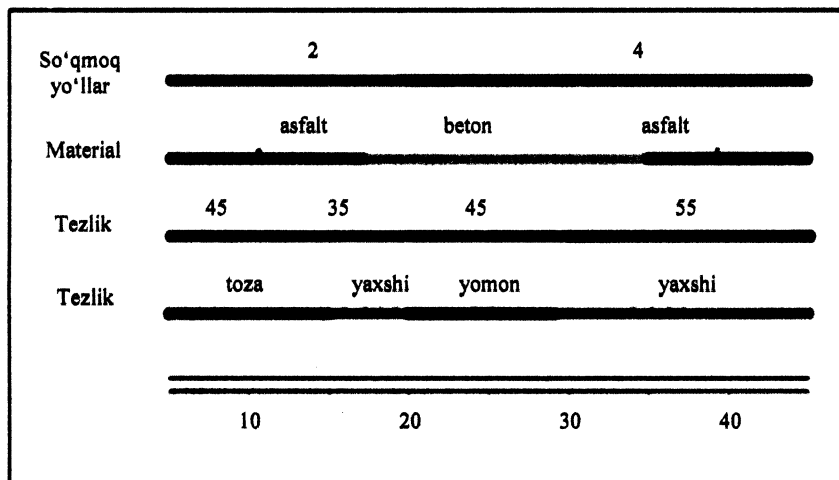
Chiziqli koordinatalar sistemasidan juda ko'plab sabablarga ko'ra foydalaniladi. Buning ikkita asosiy sababi mavjud, ular:

- Ko'pchilik joylashuvlar chiziqli obyektlar bo'yicha hodisalar sifatida qayd qilinadi: masalan, yo'l-transport hodisalari sodir bo'lgan joylar (Shosse bo'ylab 287 m 35-kilometr markeridan 27 metr sharq tomonda deb yoziladi). Ko'pgina datchiklar

joyini chiziqli obyektlar bo'yicha masofa yoki vaqtni gaz quvurlari, yo'llar, o'zanlar va h.k.ga nisbatan o'lchaydi.

- Chiziqli koordinatalar sistemalari chiziqli obyektlarning qismlarini har xil atributlar to'plamlari bilan bog'lash uchun qo'llaniladi. Lekin bunda asosiy chiziqni atribut belgilari o'zgargan holda ham har doim segmentatsiya qilish shart emas. Masalan, yo'llarning markaziy chiziqlaridagi ko'pchilik obyektlar sinfi uch yoki ko'proq yo'l segmenti kesishgan joyda bo'ladi va nomi o'zgargan joyda qismlarga ajratiladi.

- Foydalanuvchi ko'pincha yo'llar haqida ko'plab qo'shimcha atributlarni yozib olgisi keladi. Chiziqli koordinatalar sistemalaridan foydalanmaganda atributlar belgisi o'zgargan vaziyatlarda ko'plab kichik joylarni mayda qismlarga ajratish talab etiladi. Muqobil yechim sifatida bu vaziyatda chiziqli koordinatalar sistemalarida hodisalarni yo'l bo'yida joylashtirib chiqish mumkin. Bu 4.3-rasmda ko'rsatilgan.



4.3-rasm. Chiziqli koordinatalar sistemasida hodisalarning joylashishi

4.3. Dinamik segmentatsiya

Dinamik segmentatsiya (*Dynamic segmentation*) – hodisalarning joylashishini kartada hisoblab topish jarayoni bo‘lib, ular hodisalar jadvalida chiziqli koordinatalar sistemasini o‘lchash yordamida saqlanadi va o‘zgaradi hamda kartada tasvirlanadi. Dinamik segmentatsiya atamasi atributlarning qiymatlari o‘zgarganda har gal chiziqli obyektlarni bo‘laklarga bo‘lish (segmentlash) kerak emas, bu segmentlarning holatini dinamik usulda aniqlash mumkin, degan ma‘noni anglatadi. Dinamik segmentatsiya yordamida atributlarning turli to‘plamlarini mavjud chiziqli obyektlarning istalgan lavhalari bilan bog‘lash mumkin. Ularning boshi va oxiri qayerda joylashganligidan qat’i nazar, bu atributlarni asosiy chiziqli obyektlarning geometriyasiga tegmasdan tasvirlash, o‘ziga savol tuzish, tahrir qilish va tahlil qilish mumkin.

4.4. Chiziqli koordinatalar sistemalarining asosiy atamalari

Atama	Tavsifi (Description)
Marshrut	Marshrut bu – aniq o‘lchov tizimlariga va aniq identifikatorga ega bo‘lgan istalgan chiziqli obyekt (ko‘cha, avtostrada, daryo yoki quvurlar). Marshrutlar fazoviy obyektlardagi marshrutlar sinfida saqlanadi.
Fazoviy obyektlardagi marshrutlar sinfi	Marshrut obyektlari sinfi – fazoviy obyektlar sinflaridan birida saqlanuvchi (masalan, hududdagi barcha avtomagistralar to‘plami bo‘yicha) umumiy o‘lchov tizimiga ega bo‘lgan marshrutlar to‘plami. Fazoviy obyektlar marshrutlari sinfining oddiy chiziqli fazoviy obyektlar sinfidan farqi shundaki, y , x va z koordinatalaridan tashqari M koordinataga (X, Y, M) ega bo‘lganligi bilan ajralib turadi.
O‘lchov	Chiziqli obyekt bilan birga saqlanadigan belgi fazoviy obyektning (x, y) koordinatasiga emas, balki va har qanday nuqtasiga nisbatan joylashishini aniqlaydi. O‘lchovlar marshrut cho‘qqisidagi M belgisi sifatida saqlanishi mumkin. O‘lchovlar istalgan birliklarda (masalan, mil, metr va boshqalar) bajarilishi mumkin. Birliklar istalgancha mill, metr, vaqt birligi va hokazo bo‘lishi mumkin

M-belgisi	Chiziqli obyektga ko‘shilgan o‘lchov M belgisi koordinata tarzida marshrutning har bir obykti cho‘qqisida saqlanadi. M belgisi chiziqli obyektlarning oralig‘i bo‘yicha o‘lchashda qo‘llaniladi.
Voqea	Voqea – uzluksiz, obyekt marshruti bo‘yicha joylashgan chiziqli yoki nuqtaviy obyekt. Marshrutda yuz bergan barcha voqea-hodisalar yoki ularni tasvirlash voqea bo‘lishi mumkin. Transport masalalarini yechish uchun, masalan, yo‘lni qoplash sifati, voqealar joyi, tezlikni cheklashlarni misol sifatida keltirishimiz mumkin. Voqealar voqealar jadvalida saqlanadi.
Voqealar jadvali	Bu jadvallar marshrut obyektlari bo‘yicha joylashgan voqealarning xossalari, sharoitlari va hodisalar haqida ma‘lumotlarni saqlaydi. Voqealar jadvalining har bir qatori chiziqli obyekt bo‘yicha o‘lchashlar tarzida ifodalangan voqealar va ularning joylashishiga tayanadi. Marshrutda ikki xil voqealar jadvali bo‘ladi: nuqtaviy voqealar jadvali va chiziqli voqealar jadvali.

Chiziqli koordinatalar sistemalari – chiziqli obyektlardan foydalanganda ko‘pgina ilovalar zarur bo‘lishi mumkin. Bunday ilovalar keyingi mavzularda keltirilgan.

4.5. Ko‘cha va shosse (asfalt yotqizilgan katta yo‘l)

Agentliklar, yo‘l boshqarmalari o‘zlarining kundalik ishlarida chiziqli koordinata sistemalaridan har kuni foydalanadilar. Masalan, chiziqli koordinatalar sistemalari quyidagi maqsadlarda qo‘llaniladi: yo‘l qoplamalari holatini baholash, yo‘l belgilari va signallari, to‘siqlar, pullik yo‘llarda to‘lov kabinolari va harakatni kuzatuv datchiklari holatini quvvatlab turish, boshqarish va yo‘l xizmati mulklarini asrash, Ko‘priklar haqida ma‘lumot to‘plashni tashkil etish, qurilish loyihalarini ko‘rib chiqish va kelishish.

Chiziqli koordinatalar sistemalari, shuningdek, yagona ma‘lumotlar bazasini yaratishni osonlashtiradi. Ulardan transport ekspertlari, muhandislar va jamoat ishlari loyihachilari sohalararo yechimlarni qabul qilishda foydalanishlari mumkin. Quyidagi rasmda yo‘l qoplamasining holatini tasvirlashga misol keltirilgan.

4.6. Tranzit tashishlar

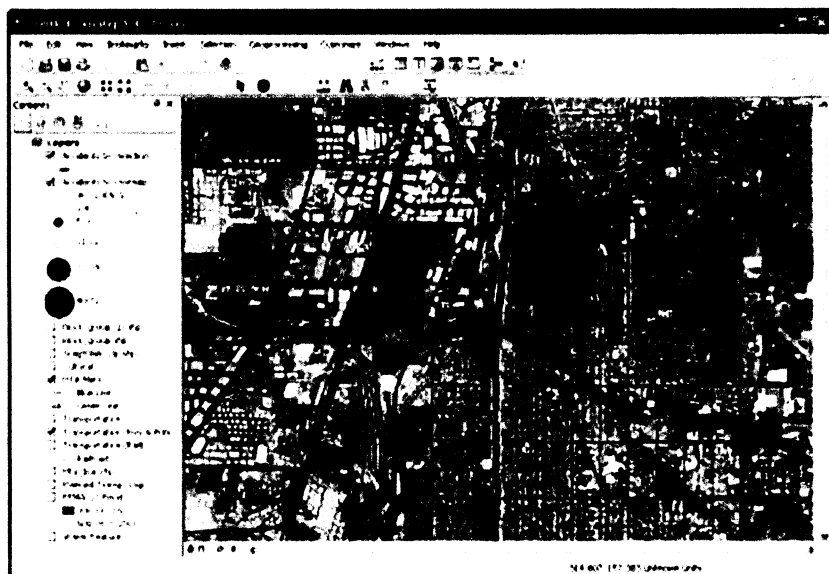
Chiziqli koordinata sistemalari tranzit tashishning eng muhim komponenti bo'lib, u quyidagi faoliyatlarda katta yordam beradi:

- marshrutlarni rejalashtirish va tahlil qilish;
- transport vositalarining harakatini avtomatik kuzatish;
- avtobuslar bekatlari va boshqa obyektlar reyestrini rejalashtirish;

- temiryo'l obyektlarini boshqarish;
- yo'llarni, energetik obyektlarga, aloqa va signal yo'llariga xizmat ko'rsatish;

- hodisalar haqida hisobot berish va ularni tahlil qilish;
- demografik tahlil va tuzilishni o'zgartirish;
- hisobot tuzish va yo'lovchilarni tashish tahlili;
- transportni rejalashtirish va modellashtirish.

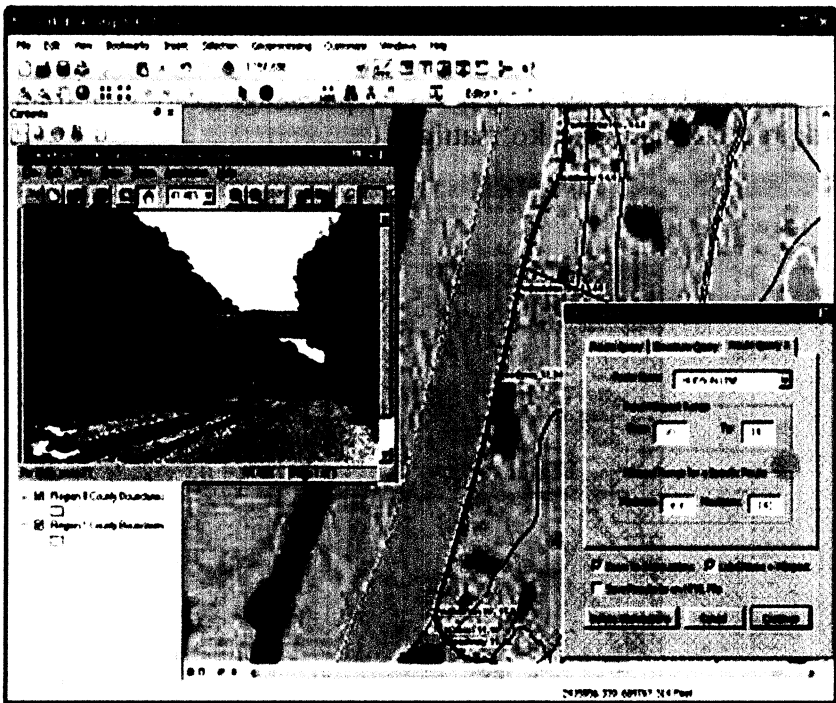
4.5-rasmda shossening ma'lum qismidagi avariya sonini tadqiq qilish natijalari ko'rsatilgan.



4.5-rasm. Yo'l harakati hodisalarini tadqiq qilish

4.7. Temiryo‘llar

Temiryo‘l xizmatlarida temiryo‘l tizimi haqida eng muhim ma‘lumotlarni boshqarish uchun chiziqli koordinata sistemalaridan foydalaniladi. Chiziqli koordinata sistemalaridan foydalalanib, masalan, marshrutda ko‘priklarning va boshqalarning joylashishini, marshrut yo‘nalishida yuk tashishni qiyinlashtiradigan uchastkalarni aniqlash mumkin. Bundan tashqari, chiziqli koordinata sistemalari harakatlanish yo‘li haqida ma‘lumotni, shuningdek, ko‘priklar va boshqa to‘siqlarni raqamli tasvirlashga doir ma‘lumotlarni ko‘rsatishga yordam beradi. Quyidagi rasmda temiryo‘l yo‘llari bo‘yicha yo‘llarni tozalash tahliliga misol keltirilgan.



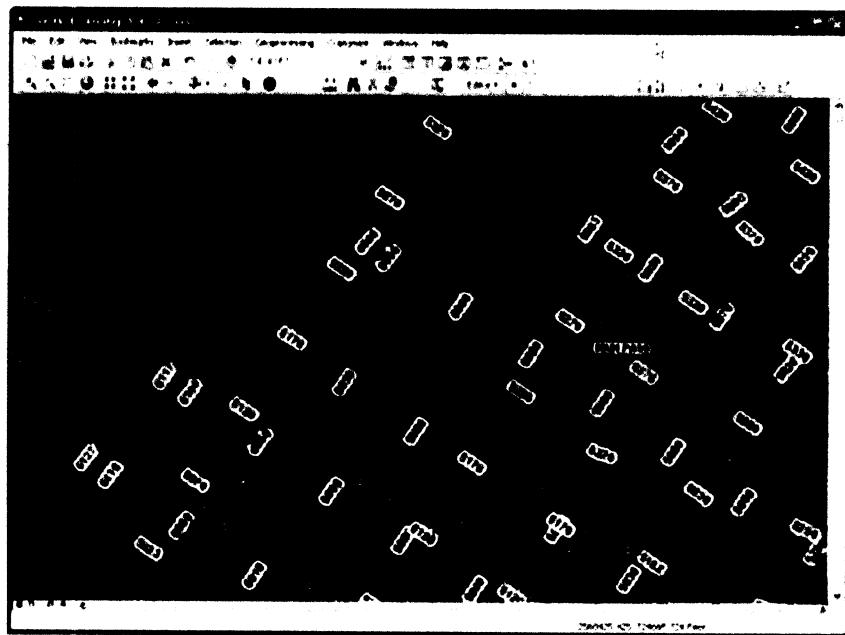
4.6-rasm. Temiryo‘llarni tozalash tahlili

4.8. Neft va gaz qazib chiqarish

Neft ishlab chiqarish sanoatini geofizik qidiruv olib borishda foydalaniladigan juda katta ma'lumotlar hajmi boshqaradi. Seysmik tadqiqotlar yoki shotpoint ma'lumotlari tekislik hududining geologiyasini tushunish uchun qo'llaniladi. Seysmik ma'lumotlarning xususiyatlari chiziqli obyektlar yordamida ham, nuqtaviy obyektlar seysmik chiziqlar – nuqtalar to'plami yordamida ham tasvirlanadi.

Seysmik chiziq kabi har bir nuqta ham atributlarga ega bo'lib, ulardan bir vaqtning o'zida modellashirishda birgalikda foydalaniladi. Chiziqli koordinatalar sistemalari bu masalani hal qilishga yordam beradi.

Quyidagi 4.7-rasmda Meksika qo'ltig'ida seysmik chiziqlar nuqtalarining joylashishi misol tariqasida keltirilgan.



4.7-rasm. Seysmik chiziq va nuqtalarni joylashtirish

4.9. Quvurlar

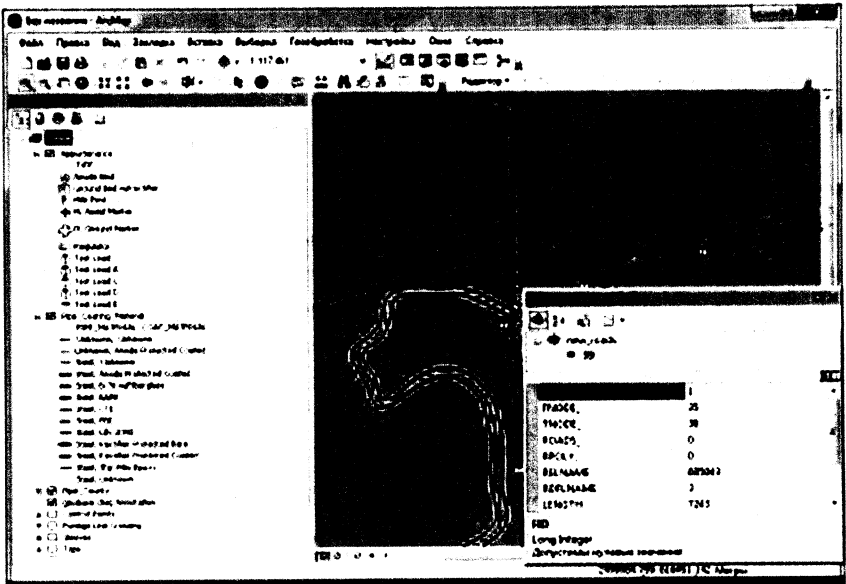
Chiziqli koordinatalar sistemalaridan quvurlar tarmog'ida ko'pincha piketaj uchun foydalaniladi. Piketaj quvur yo'nalishidagi istalgan nuqtani bir qiymatli ayniylashtirishga imkon beradi. Shunday qilib, piketaj quyidagi ishlarni bajarish uchun zarurdir:

- quvur obyektlari haqida ma'lumotlar to'plash va saqlash;

- tekshirishlar tarixi;
- normativ ma'lumotlarning muvofiqligi;
- tavakkallarni baholash bo'yicha tadqiqotlar;
- o'tkaziladigan tegishli tadbirlar tarixi.

Geografik ma'lumotlar: maxsus ekologik hudud (shtat va okruglar chegaralari), erkin o'tish chegaralari va turli o'tishlar.

Quyidagi 4.8-rasmda quvurlarni qoplovchi materiallarning turlarini o'rganish ko'rsatilgan.

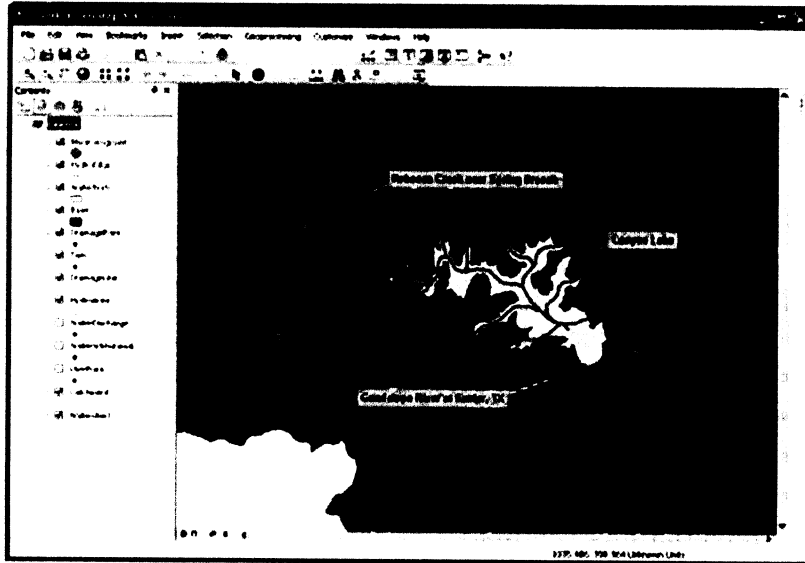


4.8-rasm. Quvurlarni qoplovchi materiallarni o'rganish

4.10. Suv resurslari

Gidrologik manbalarda chiziqli koordinatalar sistemalari, odatda, daryo manzili deb ataladi. Daryo manzili suvning sifatini, zaharli birikmalar chiqarilishini, ichimlik suvi zaxirasi, suvning sarflanishi va hokazolar haqidagi ma'lumotni to'plovchi gidrologik stansiyalar kabi obyektlarni o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, suv manzilida foydalaniladigan sxema suv yo'lining istalgan ikki nuqtadagi suv oqimi oralig'ini o'lchashga imkon beradi.

4.9-rasmda daryo tarmog'i bo'ylab obyektlarni monitoring qilish stansiyalarining joylashishi ko'rsatilgan.

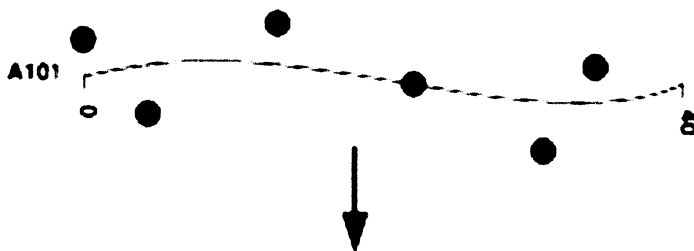


4.9-rasm. Daryo tarmog'i bo'ylab obyektlarni monitoring qilish stansiyalarining joylashishi

4.11. Marshrut bo'ylab nuqtaviy obyektlarning joylashishi

Marshrut bo'ylab nuqtaviy obyektlarni joylashtirganda, sizning nuqtaviy ma'lumotlaringiz marshrut ma'lumotlari bilan

o‘zaro kesishishgan joyda marshrut va o‘lchovlar haqida axborot joylagan bo‘lasiz (4.10-rasm).



ID nuqtasi	ID yo‘nalish	O‘lchov
1	A101	0
2	A101	4,9
3	A101	14,7
4	A101	23,9
5	A101	33,2
6	A101	38,1

4.10-rasm. Marshrut bo‘ylab nuqtaviy obyektlarning joylashuvi

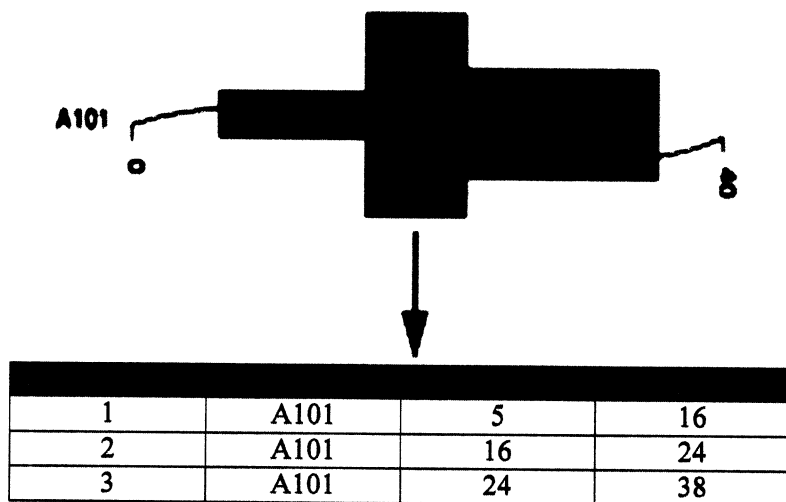
Marshrut bo‘ylab nuqtaviy obyektlarning joylashuvidan siz quyidagilarni belgilashda foydalanasiz:

- shosse bo‘yidagi yo‘l harakati belgilari;
- daryo qirg‘oqlaridagi quduqlar va gidropostlar;
- avtobus marshruti bekatlari;
- shahar ko‘chalaridagi kanalizatsiya lyuklari;
- quvurlarning ventillari.

4.12. Marshrut bo‘ylab poligonal obyektlarning joylashishi

Marshrut bo‘ylab poligonal obyektlarni joylashtirishda poligonal va marshrut ma’lumotlarining geometrik kesishgan joylarida o‘lchashlar hamda marshrut haqidagi ma’lumotlar hisoblab chiqiladi. Poligonal ma’lumotlar marshrutlar bo‘ylab

joylashganda, voqealarning natijaviy jadvalidan har bir poligondan o'tgan marshrutning uzunligini hisoblab chiqishda foydalaniladi (4.11-rasm).



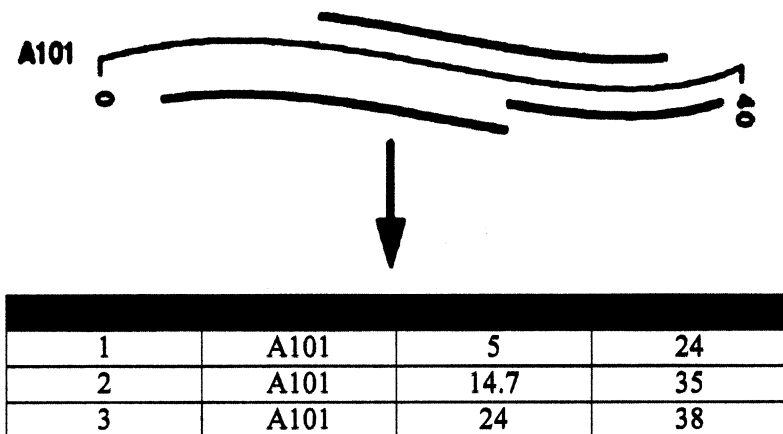
4.11-rasm. Marshrut bo'ylab poligonal obyektlarning joylashishi

Marshrut bo'ylab poligonal obyektlarning joylashuvi quyidagilarni amalga oshirishda foydalaniladi:

- tuproqlar holati haqidagi ma'lumotlar, oqar suvlar, suv tashish mumkin bo'lgan hududlar yoki daryo qirg'og'i bo'ylab joylashgan xavfli zonalar;
- suv botqoqlik hududlari, avtomagistrallar bo'yicha xavfli hududlar yoki shahar chegaralari.

4.13. Marshrut bo'ylab chiziqli obyektlarning joylashishi

Chiziqli obyektlarni marshrut bo'ylab joylashtirayotganda chiziqlarning kesishish joylaridagi o'lchashlar va marshrut haqidagi ma'lumotlar kiritiladi. Kesishish berilgan klaster quyimi asosida bo'ladi (4.12-rasm).



4.12-rasm. Marshrut bo‘ylab chiziqli obyektlarni joylashtirish

Marshrut bo‘ylab chiziqli obyektlarning joylashishini chiziqli koordinata ma’lumotlari bilan bog‘lash zarur bo‘lganda foydali bo‘ladi.

Nazorat uchun savollar

1. Chiziqli koordinatalar sistemalari deganda nimani tushunasiz?
2. Chiziqli koordinatalar sistemalaridan qanday maqsadda foydalaniladi?
3. Dinamik segmentatsiya nima?
4. Chiziqli koordinatalar sistemalarining asosiy atamalarini tushuntirib bering.
5. Chiziqli koordinatalar sistemalaridan qaysi sohalarda keng foydalaniladi?
6. Marshrut bo‘ylab nuqtaviy, chiziqli, poligonal obyektlarni joylashtirish deganda nimani tushunasiz?

V bob. GEOINFORMATIKADAGI NOANIQ TO'PLAMLAR

5.1. Umumiy tushunchalar

Bu bobning asosiy maqsadi noaniq to'plamni, noaniq arifmetikani, lingvistik o'zgaruvchilarni va geoinformatikada noaniq to'plamni hisoblashda intervalli hisoblash nazariyasini kiritishdan iborat.

Hozirgi vaqtda noaniq to'plamlar nazariyasini qo'llashga asoslangan yondashuvlar geoinformatikada keng qo'llanilmoqda. Noaniq to'plamning konsepsiyalari geofazoviy bilim asoslarini tashkil etadi va bunga bir necha sabablar mavjud. Ularning biri ko'plab tadqiqotlardan so'ng ma'lum bo'lgan fazoviy noaniqlik va chaplashganlik bo'lib, bu ko'pchilik geografik obyektlar xususiyatlarining ajralmas qismi bo'lib hisoblanadi. Masalan, tog' tizmalari bilan tog' etagi chegarasining noaniqligi. Geografik jarayon aniq tasvirlanganda ham insonning qabul qilish qobiliyati geometrik bir qiymatli ta'rifga emas, masalan, ma'lum bir obyekt Toshkent shahri yaqinida joylashgan, degan noaniq ta'rifga moyil bo'ladi. Bundan tashqari, geografik obyektlarni qabul qilib sezish o'zgaruvchan bo'ladi.

Geoinformatikada noaniq to'plamlar usulidan keng foydalanishning sabablaridan biri, yo qo'lda o'lchashlar tufayli, yo geografik hodisalarni to'lig'icha detallari bilan tasvirlash mumkin emasligi tufayli fazoviy ma'lumotlarning to'liq bo'lmasligi yoki noaniqligidan iborat. Boshqacha aytganda, reallik bilan uni tasvirlash orasida hamma vaqt mos kelmasligi – noaniq to'plamlar nazariyasiga e'tibor berilishining asosiy sabablaridan biridir.

Noaniq to'plam nazariyasi qo'llaniladigan uch xil tasvirlash darajasi mavjud. Birinchi daraja fazoviy ontologiyaga mos keladi, ya'ni fazoviy obyektlarning ichki xususiyatidagi noaniqlikdir. Ikkinchi qabul qilish darajasida tanish modellari (olamni tasvirlash uchun) qarab chiqiladi. Uchinchi daraja geoaxborot tizimlarining tatbiqiga tegishli bo'lib, fazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonlarida kelib chiqadigan xatolarni o'zida jamlaydi. Shu uchta darajaning kombinatsiyasi, ya'ni geografik obyektlarning ichki noaniqligi obyektiv real holat bilan uning geoaxborot va kartografik tasvirlashi orasidagi farqiga mas'uldir.

Umuman olganda, noaniq to'plam konsepsiyasi to'liqdir, fazoviy ma'lumotlarning an'anaviy "qattiq" modellari axborotning ba'zi bir bo'limlarini yo'qotishni, reallikni "siqib joylashtirish" (masalan, rastr modeli ma'lumotlarining past darajada hal etilishi) ni nazarda tutadi va har xil noaniq turlari bilan ishlash uchun mo'ljallangan adekvat vositalarni beradi.

5.2. Intervalli hisoblash

Fazoviy tahlilning bir qator tatbiqiy masalalarida intervalli hisoblash — raqamlar yoki vektorlar bilan emas, intervallar bilan ishlash katta rol o'ynaydi.

Intervallar va ular bilan ishlash. $X=[a,b]$ intervali haqiqiy sonlarning tartiblashgan tizimi hisoblanadi, bunda $a < b$. Oxirgi razryadli hisoblash tizimlari uchun aniq pastki va yuqorigi chegaralarini aniqlash maqsadida konservativlik nuqtayi nazaridan foydalanish zarur. Bu interval a noldan katta yoki teng bo'lganda musbat bo'ladi va a noldan katta bo'lsa, qat'iy musbat hisoblanadi, b noldan kichik yoki teng bo'lsa, manfiy bo'ladi. Agar b noldan kichik bo'lsa, qat'iy manfiy bo'ladi.

$X=[a,b]$, $Y=[c,d]$ ikki interval, agar $a=c$ va $b=d$ bo'lsa, teng bo'ladi. Intervalli hisoblashda qisman tartiblash aniqlanadi:

$$[a,b] < [c,d] \text{ } b < c.$$

Intervallarni arifmetik hisoblash quyidagicha aniqlanadi. Masalan, *op* haqiqiy son ustidagi istalgan arifmetik operator bo'lsin. Agarda X, Y ikkita interval bo'lsa, u holda ikki interval orasidagi $op = +, -, \times, /$, *op* quyidagicha aniqlanadi:

$$X \text{ op } Y = \{ x \text{ op } y \mid x \in X, y \in Y \}.$$

Mos ravishda

$$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d];$$

$$[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c];$$

$$[a, b] \times [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)].$$

Agar u intervalida 0 bo'lmasa, teskari interval $1/Y$ ni aniqlay olmaymiz.

$$1 / Y = [1 / d, 1 / c].$$

Shunga o'xshash intervallarni bo'lish aniqlanadi:

$$X / Y = X \times (1 / Y).$$

Yuqorida ta'kidlanganidek, elementar arifmetik operatsiyalar bilan interval darajasini ham quyidagicha aniqlash mumkin:

$$[1, 1], \text{ agar } n = 0;$$

$$[a^n, b^n], \text{ agar } a \geq 0 \text{ yoki } (a \leq 0 \leq b \text{ va } n \text{ toq});$$

$$[a, b]^n = \{ [b^n, a^n] \text{ agar } b \leq 0;$$

$$[0, \max(an, bn)] \text{ agar } a \leq 0 \leq b \text{ va } n \text{ juft} \}.$$

Qat'iy musbat intervallar uchun kvadrat ildiz va logarifm funksiyalarini qo'llash mumkin.

$$\sqrt{[a, b]} = [\sqrt{a}, \sqrt{b}];$$

$$\log([a, b]) = [\log(a), \log(b)].$$

Hamda eksponentlar

$$\exp([a, b]) = [\exp(a), \exp(b)]$$

Intervallar ustida bajariladigan operatsiyalar kommutativ va distributiv bo'lishini ta'kidlab o'tish lozim.

$$X = [a, b], Y = [c, d], \text{ va } Z = [e, f];$$

$$X + Y = Y + X;$$

$$X \times Y = Y \times X;$$

$$X + (Y + Z) = (X + Y) + Z;$$

$$X \times (Y \times Z) = (X \times Y) \times Z.$$

Nolinchi yoki birlik intervalda aniqlash mumkin $0 = [0, 0]$ va $1 = [1, 1]$ va ular uchun quyidagicha ifodalar to'g'ri bo'ladi:

$$0 + X = X + 0 = X;$$

$$1 \times X = X \times 1 = X.$$

Tushuntirish uchun bir necha aniq misollarni ko'rib chiqamiz:

$$[1, 2] \times ([1, 2] - [1, 2]) = [-2, 2]$$

va

$$[1, 2] \times [1, 2] - [1, 2] \times [1, 2] = [-3, 3].$$

Ikkita bir xil intervallar ayirmasi nolga teng emasligi juda aniq emas.

$$[2, 5] - [2, 5] = [-3, 3].$$

Ularning nisbati birga teng emas.

$$[2, 5] / [2, 5] = [2 / 5, 5 / 2].$$

Bunday holatda ortiqchalik muammosini keltirib chiqaradi:

$$X \times Y / YX.$$

Masalan,

$$[1, 3] \times [2, 4] / [2, 4] = [1 / 2, 6],$$

ya'ni natijaviy interval boshlang'ich intervaldan juda katta.

Shunday qilib, ifodada qayerda o'zgaruvchi takrorlansa, interval hududi nazoratsiz o'sadi va buning ustiga bu standart semantik algebraik ifodalarni qabul qilishga imkoniyat bermaydi.

Berilgan ortiqchalik muammosi pirovard natijada kompleks ifodani umumlashtiradi. Komplekslarni baholash uchun intervalli arifmetikani qo'llash nojoizdir, chunki har bir hisoblash qadamida noaniqlikning o'sishini nazorat qilishning umumiy va universal usuli mavjud emas. Bu kamchiliklarni bartaraf etishning tegishli usullari bor. Jumladan, ortiqchalik va ularni tuzatishlarni aniqlash maqsadida murakkab hisoblash individual pog'onalarini avtomatik semantik tahlil qilish, xususan, hisoblash grafikasiga o'xshash affin arifmetikasidan foydalanish usuli hisoblanadi. Ikkinchi usul chekli intervalli hisobdir. Ortiqchalik muammosini yo'q qilish uchun yetarli darajada samarali algoritm va umumiy qabul qilingan usullar hozircha

yo'q. Shuning uchun eng oqilona yondashuv sifatida oldindan aniq va ishonchli algoritmlardan foydalanish to'g'ri sanaladi. Ular yakuniy noaniqlikni yuqori funksiyalar sinfi uchun yetarlicha aniq va samarali baholashga imkon beradi.

5.3. Intervallar funksiyalari

Bu mavzuni intervallar funksiyalari misolidan boshlaymiz. Ikki intervalning o'rtacha qiymatini hisoblash lozim:

$$Y = (C_1 \times X_1 + C_2 \times X_2) / (X_1 + X_2),$$

bu yerda

$$X_1 = [6, 8], X_2 = [10, 12].$$

Intervallarning hammasi, mos ravishda

$$C_1 = [600, 1500], C_2 = [500, 1200].$$

Intervalli hisoblashlardan foydalanib quyidagini topamiz:

$$Y = [430, 1650].$$

Bunday natija juda qo'pol bo'lib chiqdi, chunki o'rtacha [500, 1500] diapazonda bo'lishi kutilgan edi. Oddiy tarzda intervalni hisoblashda olingan bu natija – ortiqcha muammo-ning namunasidir, ya'ni bitta formulaning o'zida bitta o'zgaruvchi ketma-ket takrorlanadi va bu boshqa algoritm zarurligini ko'rsatadi. Shunday yaqinlashishlardan biri cho'qqilar usuli bo'lishi mumkin (yoki intervalli – muallaq o'rtachalar usuli).

5.4. Cho'qqilar usuli

Haqiqiy o'zgaruvchili funksiyalardan kelib chiqib intervalli o'zgaruvchili funksiyalarni kiritish mumkin.

$f(x_1, \dots, x_n)$ n ning haqiqiy o'zgaruvchili funksiyasi, $F(X_1, \dots, X_n)$ esa $X_1, \dots, X_n$ intervaldagi n ning funksiyasi bo'lsin.

Agar $f(x_1, \dots, x_n) \in F(x_1, \dots, x_n)$, $X_1, \dots, X_n$ intervallar haqiqiy o'zgaruvchi songacha kichraysa, $x_1, \dots, x_n$ ga teng bo'lsa, F funksiya f intervalli kengayish bo'ladi,

Agar $X_i \subset Y_i, i = 1, \dots, n \Rightarrow F(X_1, \dots, X_n) \subset F(Y_1, \dots, Y_n)$ bo'lsa, F intervalli funksiya implikativ – monoton funksiya bo'ladi. Barcha arifmetik operatsiyalar intervalli hisoblashda implikativ – monoton bo'ladi.

Endi intervalli funksiyalarning keng sinfini hisoblab chiqarish uchun mo'ljallangan cho'qqilar usuliga (Dong va Vong) asoslangan algoritmnı tavsıflash (ifodalash) mumkin.

Aytaylik, $Y = f(X_1, \dots, X_n)$,

$cX_1 = [a_1, b_1], \dots, X_n = [a_n, b_n]$ funksiya qiymatini hisoblab chiqish kerak bo'lsin.

f funksiyaning poliintervali ichida ekstremal nuqtalar yo'q deb faraz qilamiz:

$$[a_1, b_1] \times \dots \times [a_n, b_n].$$

Oxirgi nuqtalar uchun $M = 2^n$ o'rin almashtirishni ko'rib chiqamiz. Bunda har qaysisi β_i, c vektor komponentli $i = 1, \dots, M = 2^n$ orqali berilgan:

$$\beta_1 = (a_1, a_2, \dots, a_n);$$

$$\beta_2 = (b_1, a_2, \dots, a_n);$$

$\vdots$

$$\beta_M = (b_1, b_2, \dots, b_n).$$

Shunday qilib, f funksiyaning interval qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$Y = [c, d] = [\min_i f(i), \max_i f(i)]$$

Bu yerda $f(1) = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$ va h.k.

Tadqiqotlarning ko'rsatishicha, tavsiflangan bu algoritm ekstremal funksiyalar aniqlanadigan sohada bo'lsagina to'g'ri natija berishini aytib o'tishimiz lozim.

5.5. Noaniq to'plamlar tushunchasi

Bu yerda $U = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$ to'plamning $A = \{(x_1, 0), (x_2, 1), (x_3, 1), (x_4, 0), (x_5, 1)\}$ kichik to'plamini ko'rib chiqamiz.

U ning har besh elementi U ga tegishli yoki tegishli emas. Xarakteristik funksiya faqat 0 yoki 1 qiymatini qabul qiladi. Endi xarakteristik funksiya $[0, 1]$ intervaldagi istalgan qiymatni qabul qilishi mumkin, deb tasavvur qilamiz. Shunga ko'ra U

to'plamning x_i elementi $A(\mu_A=0)$ tegishli bo'lmashligi mumkin. Kichik darajada A elementi (μ_A 0 ga yaqin), katta yoki kichik (μ_A 0 ga yaqin emas, 1 ga ham yaqin emas) elementi bo'lishi, katta darajada $A(\mu_A$ 1 ga yaqin) bo'lishi yoki oxirida $A(\mu_A=1)$ elementi bo'lib kelishi mumkin. Shunday qilib, tegishlilik tushunchasi umumiylikni qabul qiladi.

Demak,

$$A=\{(x_1,|0,2), (x_2,|0), (x_3,|0,3), (x_4,|1), (x_5,|0,8)\}$$

ifoda bilan aniqlangan matematik obyekt, bu yerda x_i universal to'plamning U elementi, vertikal (tik) chiziqning keyingi soni xarakteristik funksiyani beradi, uni biz U to'plamning noaniq kichik to'plami deb ataymiz.

Shunday qilib, A noaniq kichik to'plamni kam darajada x_1 o'z ichiga oladi, x_2 ni esa yo'q, x_3 ni x_2 ga nisbatan kattaroq darajada, x_4 ni to'lig'i bilan va katta miqdorda x_5 o'z ichiga oladi.

Shunday qilib, biz matematik strukturani tuzishimiz mumkin. U faqat ma'lum darajada iyerarxik tartiblangan nisbatan to'liqsiz aniqlangan elementlar bilan amal bajarishga imkon beradi. Bunday strukturalarga turli fazoviy obyektlar to'plamini va fizik-geografik tadqiqotlardan ijtimoiy fanlargacha bo'lgan geoinformatikaning turli ilovalarigacha uchraydigan atributiv ma'lumotlar turlarini kiritish mumkin.

5.6. Noaniq to'plamlar nazariyasi usullari

Noaniq to'plam tushunchasini shakllantirish tegishlilik tushunchasini umumlashirishdan iborat. Oddiy to'plam nazariyasida to'plamni bir necha xil usulda berish mumkin: Ulardan bittasi xarakteristik funksiya yordamida berishdir. U quyidagicha ta'riflanadi, U – universal to'plam bo'lib, uning elementlaridan berilgan turdagi masalada ko'rib chiqilayotgan to'plamlar tuzilgan bo'ladi. Masalan, barcha butun sonlar to'plami, tekis funksiyalar to'plami va hokazolar.

$A \subseteq U$ – to'plamning xarakteristik funksiyasi, bu μ_A ning funksiyasi bo'lib, buning belgilari $x \in U$ A to'plamning elementi ekanini ko'rsatadi:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{agar } x \in A, \\ 0, & \text{agar } x \notin A. \end{cases}$$

Bu funksiyaning xususiyati uning qiymatlarining binar xarakterda bo'lishidir. Xarakteristik funksiya nuqtayi nazaridan noaniq to'plamlar oddiy to'plamlarning tabiiy umumlashtirilishi bo'ladi, qachonki biz bu funksiyaning binar xarakteridan voz kechib, u $[0,1]$ kesmada istalgan qiymatga ega bo'lishi mumkin, deb faraz qilsak. Noaniq to'plamlar nazariyasida xarakteristik funksiya tegishlilik funksiyasi deb ataladi, uning qiymati $\mu_A(x)$ esa x elementning noaniq A to'plamga tegishlilik darajasi deyiladi.

Aniqroq aytganda, A noaniq to'plam deb quyidagi juftliklar yig'indisiga aytiladi:

$A = \{ \langle x, \mu_A(x) \rangle | x \in U \}$, bu yerda $\mu_A(x)$ — tegishlilik funksiyasi.

Masalan,

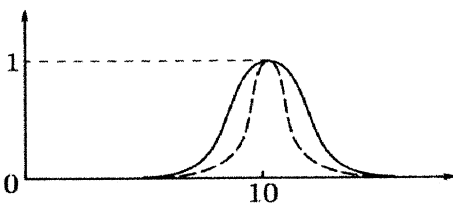
$U = \{a, b, c, d\}$,

$A = \{(a,0), (b,0,1), (c,0,5), (d,0,9), (e,1)\}$.

a element A to'plamga tegishli emas, b element unga kamroq darajada tegishli; c element ko'proq yoki kamroq darajada, d element yuqori darajada tegishli, c A to'plamga tegishli deb aytamiz. O'z ichiga sig'diruvchi to'plam universal U haqiqiy sonlar to'plami bo'lsin. 10 ga yaqin sonlar to'plamini bildiruvchi A noaniq to'plamni tegishlilik funksiyasi bilan berish mumkin (5.1-rasm).

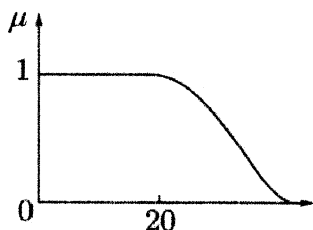
$\mu_A(x) = (1 + |x - 10|^m)^{-1}$, bu yerda $m \in \mathbb{N}$.

5.1-rasm. Noaniq to'plamning berilishi



Daraja ko'rsatkichi m 10 yaqinlik darajasi bog'liq ravishda tanlanadi. Masalan, 10 ga juda yaqin bo'lgan to'plam sonlarini tavsiflash uchun $m=4$ deb olsak bo'ladi, 10 dan juda uzoq bo'lmagan sonlar to'plami uchun $m=1$ deb olish mumkin.

Lingvistik o'zgaruvchi haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz. Lingvistik o'zgaruvchining qiymatlarini son bilan emas, balki so'zlar yoki tabiiy (yoki formal) tildagi gaplar bilan ifodalalanadigan o'zgaruvchilar sifatida ta'riflash mumkin. Masalan, lingvistik o'zgaruvchi "relyef" so'zi quyidagi qiymatlarni — "tog'li", "tog'oldi", "tekislik", "turkumlangan", "tepalik" va h.k. qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Bu yerda uning belgilari aniq sonlar bo'lsa, ravshanki, "relyef" o'zgaruvchisi, agar uning qiymatlari aniq sonlardan iborat bo'lsa, oddiy o'zgaruvchi; noaniq mulohazalarda ishlatilganda u lingvistik bo'lib qoladi (5.2-rasm).



5.2-rasm. Noaniq to'plamda lingvistik o'zgaruvchining berilishi

Har bir lingvistik o'zgaruvchiga tegishlilik funksiyasi bilan belgili noaniq to'plam mos keladi. Masalan, "tog'li" degan lingvistik belgiga 5.2-rasmida ko'rsatilgan tegishlilik funksiyasi mos kelishi mumkin.

Noaniq to'plamlar ustida har xil amallar bajarilishi mumkin, bunda amallarni shunday tanlash kerakki, amallar to'plamlar nazariyasining to'plam aniq bo'lgan ba'zi bir holatlarda oddiy amallariga aylansin, ya'ni noaniq to'plamlar ustida bajariladigan amallar mavjud amallarni oddiy amallar ustida bajariladigan amallarga umumlashtirsin.

Shu bilan birga umumlashtirish har xil usullar bilan bajarilishi mumkin, shu sababli oddiy to'plamlar ustida bajariladigan amallarga noaniq to'plamlar nazariyasida bir nechta amal mos kelishi mumkin.

Noaniq to'plamlarning kesishishi yoki tutashishini aniqlash uchun eng ommalashgan quyidagi uch xil amalni qo'llash lozim:

Maksiminlik:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \mu_{A \cap B}(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}.$$

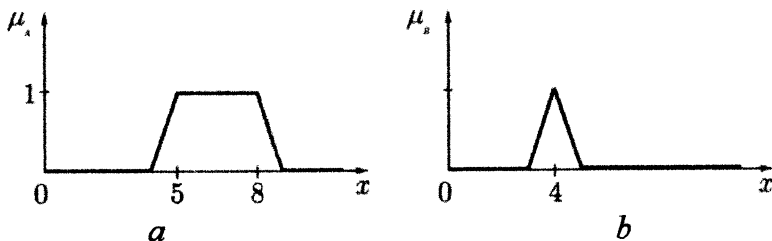
Algebraik:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x), \quad \mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) \mu_B(x),$$

Cheklangan:

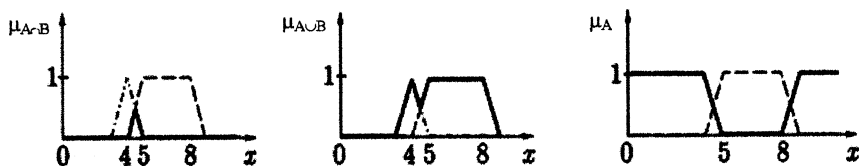
$$\mu_{A \cup B}(x) = \min\{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\}, \quad \mu_{A \cap B}(x) = \max\{0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1\}.$$

Masalan, A - o'zining tegishlilik funksiyasi bilan berilgan "5 dan 8" gacha bo'lgan noaniq to'plam va B - "4 atrofidagi" noaniq to'plam bo'lsin (5.3-rasm):



5.3-rasm. Noaniq to'plamlarning tasvirlanishi

U holda maksiminlik amalidan foydalanib 5.4-rasmda ko'rsatilgan to'plamni olamiz.



5.4-rasm. Maksiminlik amalidan foydalanish

Amallarni maksiminlik va algebraik aniqlashda qarama-qarshilik va uchinichisini chiqarish qonunlari $A \cap \bar{A} \neq \emptyset$, $A \cup \bar{A} \neq U$ bajarilmaydi, cheklangan amallar holida esa idempotentlik $A \cap A \neq A$, $A \cup \bar{A} \neq A$ va distributivlik bajarilmaydi:

$$A \cup (B \cap C) \neq (A \cap C) \cup (B \cap C), \quad A \cup (B \cap C) \neq (A \cup C) \cap (B \cup C).$$

Noaniq to'plamlar nazariyasida istalgan qo'shish va kesishish amallari qarama-qarshilik va uchinichisini chiqarish qonunini yoki idempotentlik va distributivlik qonunlarini tashlab yuborishga to'g'ri keladi.

Noaniq to'plamning tashuvchisi deb U dagi, A_{crisp} aniq nuqtalar to'plamiga aytiladi, ular uchun $\mu_A(x)$ kattalik musbat, demak, $A_{\text{crisp}} = \{x \mid \mu_A(x) > 0\}$ bo'ladi.

A noaniq to'plamning balandligi deb $\sup_U \mu_A(x)$ kattalikka aytiladi. Agar $\sup_U \mu_A(x) = 1$ bo'lsa, A noaniq to'plam normal deyiladi. Aks holda u subnormal deb yuritiladi.

Agar $x \in U$ ($\mu_A(x) = 1$) bo'lsa, noaniq to'plam bo'sh to'plam deb ataladi. Ravshanki, berilgan universumda U yagona bo'sh noaniq to'plam ekanligi ko'rinib turibdi. Bo'sh subnormal noaniq to'plamni normal holatga quyidagi formula yordamida keltirish mumkin.

$$\mu_{A'}(x) = \mu_A(x) / \sup_U \mu_A(x).$$

A noaniq to'plamning α (α -kesik) darajasi deb aniq U universal aniq kichik to'plamiga aytiladi, u quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$A = \{x \mid \mu_A(x) \geq d\}, \text{ bunda } \alpha \in \{0, 1\}.$$

Qat'iy darajali to'plam $A_\alpha = \{x \mid \mu_A(x) > \alpha\}$ ko'rinishda ifodalanadi. Xususan, noaniq to'plam tashuvchisi elementlar to'plamidan iborat bo'ladi, ular uchun $\mu_A(x) > 0$. To'plam darajasi tushunchasi interval tushunchasining kengaytirilganidir. U hisoblanadigan interval sonlarning yig'indisidan iborat bo'ladi. Mos ravishda intervallar algebrasi bu to'plam darajasi algebrasining xususiy holidir.

A noaniq to'plamning o'tish nuqtasi – bu $\mu_A(x) = 1/2$ bo'lgan $x \in U$ elementidir.

A noaniq to'plamga eng yaqin A^* aniq to'plam quyidagicha aniqlanadi:

$$\mu_{A^*}(x) = \begin{cases} 0 & \text{yoki } \mu_A(x) < 0,5 \\ 1 & \text{da } \mu_A(x) > 0,5 \\ 0 & \text{yoki } 1 \text{ da qarama-qarshi holatda} \end{cases}$$

$U = R^n$ fazoda A noaniq to'plam faqat va faqat qavariq noaniq to'plam deb ataladiki, agar uning tegishlilik funksiyasi qavariq bo'lsagina, ya'ni U dagi har bir x va y nuqtalar jufti uchun tegishlilik funksiyasi istalgan $1 \in [0, 1]$ uchun $\mu_A(\lambda x + (1 -$

$\lambda(y) > \min\{\lambda_A(x), \lambda_A(x)\}$ tengsizlikni qanoatlantirgandagina qavariq bo'ladi.

5.7. Umumlashtirish prinsipi

Umumlashtirish prinsipi noaniq to'plam nazariyasi g'oyasi asoslaridan biri sifatida evristik xarakterga ega bo'ladi va boshlang'ich φ ni noaniq to'plam sinfiga akslantirish sohasini kengaytirishga imkon beradi. $\varphi: U \rightarrow V$ berilgan akslantirish va $A - U$ dagi noaniq to'plam bo'lsin. U holda noaniq to'plam A ning obrazi φ akslantirishda V_c dagi tegishlilik funksiyasi bilan berilgan V noaniq to'plam bo'ladi:

$$\mu_B(y) = \sup_{x \in \varphi^{-1}(y)} \mu_A(x)$$

5.8. Tegishlilik funksiyalari qiymatlari sohasining shakllari

Barcha noaniq obyektlarni tegishlilik funksiyasi qiymatlari sohasining shakliga qarab tasniflash mumkin. Tegishlilik funksiyasi $[0,1]$ intervaldan tashqari funksiya R son o'qida, shuningdek, tuzilishidan kelib chiquvchi turli to'plamlarda joylashgan $[-1,1]$ intervaldagi o'zining qiymatlarini qabul qilishi mumkin.

Noaniq to'plamlar tushunchasining birinchi tarixiy umumlashtirilishi L - noaniq to'plam, ya'ni tegishlilik funksiyalari chekli yoki cheksiz distributiv panjara L da o'z qiymatlarini qabul qiladigan L - noaniq to'plamlar bo'ldi. Ta'rifning inson tomonidan baholanishi uchun S - noaniq to'plam, bunda tasvirlash va S - oxirgi chiziqdagi tartiblashtirilgan to'plam - ta'rifning muhim amaliy berilishidir. Masalan, bu lingvistik "ruxsat" o'zgaruvchi ("past", "o'rtacha", "yuqori", "mufassal") lar qiymatlari to'plami bo'lishi mumkin.

5.9. Geterogen noaniq to'plamlar

Agar U dagi A_i $i=1 \dots m$ noaniq to'plamlar to'plami ko'rila-
yotgan obyektning shu xususiyatga moslik darajasini ifoda-
lovchi $(\mu_1(x), \dots, \mu_m(x))$ har xil xususiyatlariga mos kelsa, $x \in U$
ning har bir elementi tegishlilik qiymatlar vektori bilan
xarakterlanadi, shunday qilib, $\mu: U \rightarrow [0,1]^m$ funksiya tuziladi,
bunda $[0,1]^m$ – to'liq panjara.

Noaniq to'plam tushunchasining keyingi umumlashmasi
geterogen noaniq to'plam tushunchasidir. Bir jinslik / bir jins-
maslik belgilari bo'yicha tegishlilik funksiyasi qiymatlar sohasi –
yuqorida tavsiflangan barcha turdagi noaniq to'plamlar gomogen
noaniq to'plam U ning barcha elementlarini baholashda tegishlilik
funksiyasining qiymatlar sohasi tuzilishi bir xil bo'ladi.

Agar U universal to'plamning turli elementlarida tegishlilik
funksiyasi har xil matematik tuzilishli qiymatlarni qabul qilishi
mumkin bo'lsa, u holda biz geterogen noaniq to'plam tushun-
chasiga kelamiz.

Agar geterogen noaniq to'plamlar va ular bilan bog'liq
yuqori tartibli tarkibiy lingvistik o'zgaruvchilar miqdoriy
hamda tartib raqami shkalalar belgisi bo'lsa, holatlarni ko'p
mezonli yechimli modellashtirishga imkon beradi.

5.10. Noaniq operatorlar

Tatbiqiy masalalarda noaniq to'plamdan foydalanishning
muhim masalasi noaniq axborotni agregirlash va ular semanti-
kasining tahlil qilish operatorlarini yaratish hisoblanadi. No-
aniq to'plam nazariyasida kontekst va vaziyatga qarab har xil
biriktirish, kesishish va qo'shimcha qilish operatsiyalarini qo'l-
lashga imkon beradi. Noaniq to'plamlar ustida asosiy binar
amallar yuqorida bayon etilgan. Istalgan noaniq to'plamlar
uchun $F=\min$ va $G=\max$ operatorlar quyidagi xossalari bajaril-
ganda yagona mumkin bo'lgan kesishish va biriktirish opera-

torlari bo'lib hisoblanadi: kommutativlik, assotsiativlik, distributivlik va monotonlik.

5.11. Noaniq to'plamlar va lingvistik o'zgaruvchilar

Noaniq to'plamlar va lingvistik o'zgaruvchilar tushunchasi ekspertlar tomonidan murakkab obyektlarni va voqealarni tavsiflaganda hamda yaratilayotgan loyihalash qiyin shakllantiriladigan qaror qabul qilish jarayonlarida foydalaniladi.

Noaniq to'plamning o'zgaruvchisi deb $\{A, X, C_A\}$ ko'rinishdagi uch obyektga aytiladi, bu yerda A – noaniq o'zgaruvchining nomi; $X = \{x\}$ – uning aniqlanish sohasi; $C_A = \{\langle \mu_0(x)/x \rangle\}$ – X dagi noaniq to'plam bo'lib, u mumkin bo'lgan semantik, ya'ni noaniq o'zgaruvchining qiymati cheklovchi qiymatlari A ni tasvirlaydi.

Lingvistik o'zgaruvchi deb beshta obyekt: $\langle \beta, F, X, G, M \rangle$ larga aytiladi, bu yerda β – lingvistik o'zgaruvchining nomi; F – uning qiymatlari to'plami (term - to'plam), noaniq to'plamlar; G_p – sintaktik protsedura bo'lib, F term – to'plam elementlari bilan amal bajarishga imkon beradi, xususan yangi termalarni o'ylab topishga yordam beradi (an'anaviy usulda G_p protsedurasi bazaviy term – to'plam F dan va mantiqiy operatsiyalar “va”, “yoki”, “yo'q”, “juda”, “yengil” dan kelib chiqqan holda lingvistik o'zgaruvchilarning yangi qiymatlarini aniqlaydi). M – semantik protsedura bo'lib, u G protsedurasidan kelib chiqqan lingvistik o'zgaruvchining yangi qiymatini mavjud noaniq to'plamni noaniq o'zgaruvchi aylantirishga imkon beradi.

Semantik protseduralar noaniq to'plamning birlashgan shaklida, noaniq to'plamlarning kesishishi shaklida, noaniq to'plamlarning qo'shimcha qilinishi shaklida, noaniq to'plamlarning konsentratsiyasi shaklida va hokazo shakllarda bo'lishi mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. Intervalli arifmetika nima?
2. Intervallarga va ular ustida amallarga ta'rif bering.
3. Ortiqchalik muammosini tushuntiring.
4. Noaniq operatorlarning asosiy xossalari sanab chiqing.
5. Lingvistik o'zgaruvchilar tushunchasi qayerda qo'llaniladi?
6. Noaniq to'plamga yaqin bo'lgan aniq to'plam qanday aniqlanadi?

VI bob. TOPOLOGIYA ASOSLARI

6.1. Umumiy tushunchalar

Topologiya – bu geoma'lumotlar bazasida geometrik munosabatlar juda aniq tahrir vositalari va texnologiyalari bilan birga modellashtirishga imkon beruvchi qoidalar to'plamidir. Geografik axborot tizimlarida topologiya qoidalar to'plami orqali ta'minlanib, ular fazoviy obyektlar geografik fazoda qanday joylashishini, shuningdek, tahrir vositalari to'plami orqali umumiy geometriyali obyektlarga birday qo'llash orqali aniqlaydi.

Topologiya geografik ma'lumotlar bazasida bir yoki bir nechta munosabatlarni aniqlaydigan fazoviy obyektlarning bitta yoki bir nechta sinflari umumiy geometriyasidagi fazoviy obyektlar kabi saqlanadi. Topologiyada ishtirok etuvchi fazoviy obyektlar oddiy fazoviy obyektlar sinfiga taalluqli bo'lib, topologiya fazoviy obyekt sinfi ta'rifini o'zgartirmaydi, o'zi esa bu obyektlarning fazoviy munosabatlari tavsifi bo'lib xizmat qiladi.

Uzoq vaqtlar mobaynida topologiya GATning asosiy elementi bo'lib, ma'lumotlarni boshqarish va ularning yaxlitligini nazorat qilishga xizmat qilgan edi.

Umuman olganda, topologik ma'lumotlar modeli fazoviy munosabatlarni fazoviy obyektlar (nuqtaviy, chiziqli va maydonli obyektlar) ni topologik primitivlar (tugunlar, yoqlar va qirralar) sxemasi ko'rinishida boshqaradi. Bu primitivlar, ular orasidagi o'zaro munosabatlar, shuningdek, chegaralari topologik elementlar ustunidagi fazoviy obyektlar geometriyasining akslanishi bilan tasvirlanishidan iborat.

Topologiya asosan ma'lumotlar sifatini fazoviy munosabatlar bilan bog'lash uchun foydalaniladi, shuningdek topologiyadan fazoviy munosabatlarni tahlil qilish, masalan, bir xil atributiv qiymatlarga ega bo'lgan qo'shni poligonlar orasidagi chegaralarini olib tashlash yoki topologik elementlar tarmog'i bo'yicha yo'l ochish uchun foydalaniladi. Shuningdek, topologiyadan fazoviy obyektlarning bir nechta sinfi orasida geometrik integratsiyani modellashtirish uchun foydalaniladi. Ba'zida buni fazoviy obyektlar sinflarini vertikal integratsiyalash deb ataladi.

6.2. Topologiyadagi obyektlar uchun umumiy geometriyadan foydalanish

Fazoviy obyektlar topologiya ichida geometriyadan birgalikda foydalanishi mumkin. Quyida qo'shni fazoviy obyektlarga misollar keltirilgan:

- Maydonli obyektlar umumiy chegaralardan foydalanishi mumkin

(poligonal topologiya).

- Chiziqli obyektlar umumiy yakuniy nuqtalardan foydalanishi mumkin (topologiya qirralari va tugunlar).

Bundan tashqari, topologiyadagi geoma'lumotlar bazasi yordamida fazoviy obyektlar sinflari orasida umumiy geometriyadan foydalanilishi mumkin.

Masalan:

- Chiziqli fazoviy obyektlar umumiy segmentlarga ega bo'lishi mumkin.

- Maydonli obyektlar boshqa maydonli obyektlar bilan ustma-ust tushishi mumkin (masalan, yer uchastkalari bloklarga yig'ilishi).

- Chiziqli fazoviy obyektlar nuqtaviy obyektlar bilan mos tushuvchi cho'qqilarga ega bo'lishi mumkin (tugunli topologiya).

- Nuqtaviy obyektlar chiziqli obyektlar bilan ustma-ust tushishi mumkin (nuqtaviy voqealar).

Topologiyaning ikki turi mavjud: obyektlar va topologiya elementlari (qismlari).

Poligonal qatlam quyidagicha tasvirlanishi va foydalanishi mumkin:

- Geografik fazoviy obyektlar to'plami sifatida (nuqta, chiziq va poligonlar).

- Topologik elementlarning jadvali sifatida (tugun, qirra, yon va ular orasidagi o'zaro munosabatlar).

Bu fazoviy obyektlar bilan ishlashning ikki varianti mavjudligini bildiradi: birinchi holda siz berilgan koordinatali fazoviy obyektlar bilan ishlaysiz, ikkinchisida tartiblangan topologik elementlar jadvali ko'rinishida berilgan obyektlar bilan ishlaysiz.

Aslida topologiya ma'lumotlar saqlash modelidan ko'ra ko'proq narsani ko'zda tutadi.

Topologiya quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- Ma'lumotlarning to'liq modeli (obyektlar, yaxlitlik qoidasi tahrir vositalarini tekshirish), xohlagan o'lchamdagi va murakkablikdagi ma'lumotlar to'plamini qayta ishlashga yordam beruvchi topologik-geometrik mexanizm, shuningdek topologik operatorlar to'plami, so'rovnomalar akslantirish vositalari va tasvirlash usuli).

- Saqlanishning ochiq formatidan oddiy obyektlarni belgilash uchun tipik yozuvlar to'plamidan, so'rovnomalarni tuzish, topologiya elementlarini qidirish va ular orasidagi fazoviy bog'liqliklarni qayta ishlash uchun topologik interfeysdan foydalaniladi (ya'ni qo'shni sohalarni va ularning umumiy qirralarini tutashtiruvchi bo'yicha ko'chirish).

- Fazoviy obyektlarning o'zaro ta'sirlanish imkoniyati (nuqtalar, chiziqlar va poligonlar), topologik elementlar (tugunlar, yoqlar, qirralar) va ularning munosabatlari.

- Quvvatlab turishi mumkin bo'lgan mexanizm o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- millionlab fazoviy obyektlarni oluvchi juda katta ma'lumotlar to'plami;

- bir nechta foydalanuvchilar tomonidan bir vaqtda tahrir qilish va ishlov berish.

- Har doim ishlatish mumkin bo'lgan fazoviy obyektlar geometriyasining mavjudligi.

- Topologik yaxlitlik va tartibni quvvatlash.

- Foydalanuvchilar va muharrirlar soniga bog'liq ravishda tezkor tizim.

- Qayishqoq va oddiy tizim.

- SQL mexanizmining relatsion (MBBT) va tranzaksion muhit afzalliklaridan foydalanish tizimi.

- Tarixiy arxivlash va replikatsiyalashtirishdagi ko'p marta ishlatiluvchi tahrirlash, uzun tranzaksiya tizimlari.

Topologiyada geoma'lumotlar bazalarida fazoviy obyektlarning umumiy koordinatalarini tekshirish jarayoni aniqlanadi (fazoviy obyektlarning sinflari orasidagi bitta sinf ko'lamida ham). Klasterizatsiya algoritmi umumiy koordinatalarning aniq umumiy mos tushishini ta'minlaydi. Umumiy koordinatalar har bir fazoviy obyektlar geometriyasining oddiy bir qismi sifatida saqlanadi. Bu topologik elementlarni (tugunlar, yonlar va qirralar) tezkor va keng ko'lamli qidirishni ta'minlaydi. Qo'shimcha afzalligi tranzaksiyalarni boshqarish va SQL ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimida (MBBT) ishlash mexanizmi hisoblanadi. Ma'lumotlarni qayta yangilashda va tahrir qilishda yangi fazoviy obyektlardan qo'shimcha qilingandan so'ng foydalanish mumkin.

Kartaning «o'zgartirish kiritilgan sohalari» deb ataladigan yangilangan sohalari, fazoviy obyektlarning har bir sinfida markirovka qilinadi.

Foydalanuvchilar xohlagan vaqtda o'zgartirilgan sohalarni - topologik tahlil sohalarini tekshira oladi. Qayta qurish faqat o'zgartirilgan sohalar topologiyasi uchun talab qilinadi, bu esa qayta ishlash uchun zarur bo'lgan vaqtni qisqartiradi.

Natijada, topologik primitivlar (tugunlar, yonlar va qirralar), ularning o'zaro munosabatlari va ularni tashkil etuvchi fazoviy obyektlar tez qayta ishlanadi va yig'iladi.

Bunday topologiya quyidagi afzalliklarga ega:

- Fazoviy obyektlarni saqlash uchun oddiy geometriyadan foydalaniladi. Saqlash modeli ochiq, samarali va katta hajmlarda masshtablanadi va foydalanuvchilar uchun ko'lami ixchamlashtiriladi.

- Oddiy obyektlar uchun ma'lumotlar modeli tranzaksion va ko'p qo'llaniluvchidir. Avvalgi topologik modellar ixchamlashtirilmaydi va ko'p foydalanuvchi uchun cheklangan bo'ladi.

- Geoma'lumotlar bazalari topologiyasi barcha uzun tranzaksiyali va versiyali geoma'lumotlar baza ma'lumotlarini quvvatlab turadi. Geoma'lumotlar bazasi topologiyasini ko'p-lab foydalanish uchun ajratib chiqish kerak emas, foydalanuvchilar topologik ma'lumotlar bazasini va o'ta fazoviy obyektlarni bir vaqtda tahrir qilishlari mumkin.

- Fazoviy obyektlar sinflari katta sondagi (yuz millionlab) obyektlarni o'z ichiga olgan bo'lishi mumkin, ularning mahsuldorligi esa pasaymaydi.

- Topologiyada bunday yechimlar additiv hisoblanadi. Qoidaga ko'ra, topologiyani mavjud fazoviy bog'langan obyektlar sinflari sxemasiga qo'shimcha qilishingiz mumkin. Yoki sizga topologik primitivlardan foydalanish imkonini beruvchi sxemani yangidan tuzishingizga va mavjud fazoviy ma'lumotlarni kiritishingizga to'g'ri keladi.

- Ma'lumotlar bilan ishlashda qoidaga ko'ra geometriyasini tahrir qilishda bitta model yetarli.

- Bu ISO barcha fazoviy obyektlarni saqlash geometriyasi va ochiq geofazoviy konsorsiumdan foydalanish tufayli mumkin bo'ldi.

Ma'lumotlarni modellashtirish anchagina tabiiydir, chunki topologik primitivlar (tugunlar, yon yoqlar va qirralar) o'rniga foydalanuvchilarning fazoviy obyektlariga (yer uchastkalari,

ko'chalar, tuproq tipi va suv omborlari singari) asoslangan. Foydalanuvchilar topologik primitivlarning butunligini kuzatmasdan, real obyektlarga nisbatan ma'lumotlar butunligini tahlil qilishdan boshlaydilar. Masalan, yer uchastkalari qanday bo'lishi kerak? Bunda yaqinlashish barcha turdagi geografik obyektlarni modellashtirishni soddalashtiradi. U real obyektlar haqidagi tasavvurni soddalashtiradi, masalan, ko'chalar, tuproq turi, tumanni ro'yxatdan o'tkazish, temiryo'llar, o'rmonlar, landshaftlar va hokazolar.

Geoma'lumotlar bazasi topologiyasi ma'lumotlarni to'ldirishni ta'minlaydi, avvalgi topologiyaning kelgusi versiyasidan foydalanishda topologik chiziqli jadvaldan foydalaniladimi, fazoviy obyektlar geometriyasini yoki obyektlar geometriyasi elementi va bog'liqligidan (geoma'lumotlar bazalaridagi kabi) foydalanishni hisobga oladimi - shularga bog'liq. Foydalanuvchilar topologik primitivlarni saqlashni afzal ko'rganda, ular jadvallar tuzishlari va har xil analitik operatsiyalar uchun unga topologiyani, aloqalarni va ma'lumotlar almashish uchun (masalan, ma'lumotni Oracle Spatialga joylashtirish) topologik primitivlar kiritilgan jadvalni joylashtirish mumkin.

Amaliy nuqtayi nazardan qaraganda, topologik yechim GATda ishlaydi. U samaradorlikni yo'qotmagan holda ma'lumotlar hajmi bo'yicha ham foydalanuvchilar soni bo'yicha ham masshtabga solinadi.

U geoma'lumotlar bazasi topologiyasida ma'lumotlarni qayta ishlash va tahrir uchun keng to'plamda tekshirish vositalaridan foydalanish imkonini beradi. Bu yechim ma'lumotlarni modellashtirishda qudratli va qayishqoq vositalarni o'z ichiga oldi.

Bu vositalar foydalanuvchilarga fayl darajasida ham, relation baza ma'lumotlari darajasida ham istalgancha sxemalardan foydalanib, ishlash mumkin bo'lgan qulay sistemani yaratib beradi.

6.3. Topologiya qoidasi

Topologiya qoidasi obyektlar o'rtasidagi fazoviy aloqani aniqlaydi. Topologiyada berilgan qoidaning o'zaro fazoviy obyektlar sinfinda fazoviy obyektlarni har xil sinfdagi obyektlar yoki fazoviy obyektlarning tipchalari bilan o'zaro aloqasini aniqlaydi.

Masalan, "yopish shart emas" qoidasidan fazoviy obyektlar sinfining bitta sinfga kiruvchi obyektlarining barchasini boshqarish uchun foydalaniladi. Agar fazoviy obyektlarda bir-birini qoplagan ikkita obyekt bo'lsa, unda bu geometrik tuzilish qizil rang bilan bo'yaladi. Shuningdek, topologiya qoidasi fazoviy obyektlar sinflari tipchalari orasida berilishi mumkin. Taxminimizcha, bizda ikkita chiziqli obyekt – ko'cha kichik tipi mavjud: oddiy (boshqa ko'cha bilan ikkalasining ham oxirigacha) va yopiq (boshqa ko'cha bilan qo'shilgan faqat bittagina oxiri bor). Topologiya qoidasi ko'chalarning boshqa ko'chalar bilan tutashishini, bundan tashqari, qachon ko'chalar yopiq sinfga kirishini bilish talab etilishi mumkin.

6.4. Obyektlarning fazoviy munosabatlaridan foydalanish va ularning topologik qoidalarni berishdagi tabiati

Fazoviy munosabatlar qoidalar bilan birga fazoviy obyektlar mos keluvchi geometriyadan foydalanish usulini aniqlaydi. Masalan, ba'zi oddiy fazoviy munosabatlar va qoidalar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- yer uchastkalari qoplanishi mumkin emas, qo'shni yer uchastkalari umumiy chegaralarga ega;
- oqim chiziqlar qoplanmasligi va ular faqat oxirgi nuqtalardagina tutashishi kerak;
- qo'shni okruglar umumiy qirralarga ega. Okruglar, shtatlar hududini to'liq qoplashi va ularning chegaralaridan chiqmasligi kerak;

○ ro'yxatdagi qo'shni uchastkalar umumiy qirralarga ega. ro'yxatdagi uchastkalar kesishmasligi kerak, ular uchastkalar guruhini to'liq qoplashi va ularning chegaralaridan chiqib ketmasligi lozim;

○ yo'llar markaziy chiziqlarining oxiri tutashgan bo'lishi kerak;

○ yo'llarning markaziy chiziqlari va ro'yxatdagi uchastkalar birgalikda mos keluvchi geometriyadan foydalaniladi (qirralar va tugunlar).

Bu misollarning har biri ma'lumotlar butunligini nazorat qilish uchun topologiya qoidalaridan foydalanishdagi potensial salohiyatli imkoniyatlarini tavsiflaydi.

6.5. Topologiyani nazorat qilish

Yangi topologiya yaratilgandan yoki undagi obyektlar tahrir qilingandan so'ng topologiyani albatta tekshirish kerak. Topologiyani tekshirish to'rt jarayondan tashkil topadi:

1. Umumiy koordinatali mos keluvchi obyektlarni qidirish uchun fazoviy obyektlar uchlarini bo'lish va klasterlash.

2. Umumiy geometriyaga ega bo'lgan obyektlarga umumiy uch qo'yish.

3. Topologiya uchun berilgan qoidaning istalgan buzilishini aniqlashga yordam beruvchi yaxlitlikni tekshirishlarni bajarishi.

4. Obyektlar sinflari to'plamida topilgan topologik xatoliklar imkoniyatlari hisobotlarini tuzish.

6.6. Xatolar va istisnalar

Topologik qoidalarning buzilishi topologiyada obyektlar xatoliklar sifatida saqlanadi. Obyektlar xatoliklarni tekshirish vaqtida aniqlangan ma'lumotlar haqidagi axborotdan tashkil topadi. Ayrim xatoliklar istisno tariqasida ruxsat etilishi mumkin. Xatoliklar va istisnalar topologiya qatlamida obyekt sifatida saqlanadi. Bu esa ularni tasvirlashga va topologik

qoidalarining bajarilishi talab etilmaydigan hollarda ishlashga imkon beradi.

Siz fazoviy obyektlar sinfida topologiyada mavjud bo'lgan xatolar va istisnolar haqida hisobot tuzishingiz, xatoliklar sonidan topologik ma'lumotlar to'plami sifati indikator sifati foydalanishingiz mumkin. Xatolar nazoratchisi ma'lum tipdagi xatolarni tanlashga, shuningdek, ularning ko'lamini kengaytirishga yordam beradi. Bunda fazoviy obyektlarni tahrir qilish yordamida topologik qoidalarini buzayotgan topologik xatoliklarni tuzatishingiz mumkin. Xatoliklarni tekshirib o'zgarishlar kiritilgandan keyin topologiyadan xato yo'qotiladi.

Tahrir qilish vositalari aniq bir xatolikni tanlashga va bu tipdagi xatolarni bartaraf etish usullarini tanlashga imkon beradi. Siz bu tahrir vositalaridan ushbu obyekt qaysi qoidani buzayotgani haqida axborot olish uchun foydalanishingiz mumkin.

Geoma'lumotlar bazasi topologiyasining egiluvchanligi topologiya qoidalarida istisno bilan ishlashga imkon beradi. Shuningdek, siz istisno tariqasida xatolarni markirovka qilishingiz mumkin. Agar istisnolar haqiqatan xato va tuzatish kiritishni talab qiladi, deb qaror qilsangiz, istisnodan voz kechib xatolik deb qarashingiz mumkin. Ma'lumotlarni yaratish va yangilash ustida ishlashning bir qismi istisnodan foydalanish hisoblanadi. Masalan, shahar ko'chalarining ma'lumotlar bazasida markaziy ko'chalarning ikkala oxiri markaziy ko'cha bilan tutashishi kerak, degan qoida bo'lishi kerak.

Bu qoida har xil ko'chalar bo'laklarini to'g'ri tutashishni ta'minlaydi. Lekin sizda shahar chekkalari bo'yicha ma'lumotlar bo'lmasligi mumkin. Bu yerda ko'chalarning oxirgi nuqtalari boshqa ko'chalarning markaziy chiziqlari bilan tutashmaydi. Bunday holatni istisno sifatida ta'kidlash mumkin, bunda sizda noto'g'ri raqamlangan yoki tahrir qilingan obyekt – ko'chalarni izlash uchun tutashtirish (birlashtirish) qoidasidan foydalanish imkoniyati qoladi.

6.7. Hududlarning o'zgarishi va uni nazorat qilish

Geoma'lumotlar bazalari topologiyasining asosiy vazifasi – foydalanishdan oldin topologiyada ishtirok etuvchi fazoviy obyektlarni qayta ishlash va tekshirish uchun ketadigan vaqtni optimallashtirishdir, xususan:

- Topologiyada ishtirok etuvchi fazoviy obyektlarning sinflari uchun ularning topologiyada tutgan o'rniga bog'liq bo'lmagan holda ishlash osondir.

- Topologiyani nazorat qilish foydalanuvchi tomonidan bajariladi. Topologiyani qachon va qanday tarzda nazorat qilishni siz o'zingiz hal qilasiz (masalan, har bir tahrirdan keyin yoki tahrirlash jarayoni tugagandan keyin).

- Fazoviy obyektlar sinfini tahrir qilishda barcha obyektlar kuzatib boriladi, takroriy tekshiruv faqatgina o'zgarishlar kiritilgan sohalar uchun talab etiladi.

Tahrir ishi bajarilgan, ma'lumotlar yangilangan, qo'shilgan yoki olib tashlangan fazoviy obyektlar xuddi o'zgartirilgan hududlar hisoblanadi. O'zgartirilgan hududlar topologiyani tekshirish vaqtida xatolar bor-yo'qligini tekshirish zarur bo'lgan ma'lumotlar sonini cheklash uchun xizmat qiladi. Bu yangi qo'shilgan fazoviy obyektlar yoki avvalgilari o'zgartirilgan joylar o'zgartirilgan hududlar deb belgilanadi. Bu esa topologiyaning hammasini tekshirish o'rniga uning bir qismidagina tekshirish o'tkazishga imkon beradi. Istisno tariqasida belgilangan xatolar ham obyekt-xatoliklar jadvaliga kiritiladi. Istisno tariqasida belgilangan xatolar jadvalning "Istisno" ustuniga yoziladi. Boshqa so'z bilan aytganda, istisno tegishli ustunda belgilangan xatolikdan iborat. Topologiya va ma'lumotlar to'plamini yangilashda istisno va xatolar kuzatib boriladi.

Geoma'lumotlar bazasida obyektlar geometriyasini boshqarish uchun fazoviy obyektlar o'zaro munosabatlariga bog'liq ravishda axborot tizimlarida qo'llab-quvvatlovchi topologiya-ning ko'plab qoidalari mavjud. Shuningdek, sizning ma'lumot-

laringiz uchun aynan qaysi qoidalar kerakligini chuqurroq o'ylab ko'rish kerak. Topologiyaning ba'zi qoidalari bitta sinfdagi obyektlar orasidagi munosabatlarini, ba'zilari esa ikki xil obyektlar sinfi yoki kichik tiplari munosabatlarni boshqaradi. Topologiya qoidasi bitta yoki bir necha obyektlar sinfi obyektlarining kichik tiplari orasida sozlangan bo'lishi mumkin. Masalan, topologiya qoidasi barcha ko'chalarni boshqa obyektlardagi ko'chalar oxiri bilan qandaydir vaziyatlarni hisobga olmay tutashtirilishini, ya'ni qandaydir istisnolarni talab etadi.

Nazorat uchun savollar

1. Topologiya deganda nimani tushunasiz?
2. Topologiyada qanday ko'rinishdagi umumiy geometriyadan foydalaniladi?
3. Topologiya qoidasi nimani anglatadi?
4. Obyektlarning fazoviy munosabatlaridan foydalanish va ularning topologik qoidalari vazifalarini tuzatish uchun nima qilish kerak?
5. Topologiyani nazorat qilish, xatolar va istisno deganda nimani tushunasiz?
6. Hududlarning o'zgarishi va nazorat qilish nimani anglatadi?

VII bob. VAQTLI MA'LUMOTLAR

7.1. Vaqtli ma'lumotlar tushunchasi

Bunday ma'lumotlarga geografik joylashishlarning vaqti va sanasi kiradi. U kuzatishlarni real vaqt davomida nazorat qilishga va oldindan hujjatlashtirishga yordam beradi. Bunday kuzatishlar diskret bo'lishi mumkin, masalan, momaqaldiroq haqidagi ma'lumotlar, yuk tashuvchi avtomobillarning yo'nalishi va yuk samolyotlarining uchish trayektoriyalari haqidagi ma'lumotlar.

Kartaga treking qatlami sifatida vaqtli ma'lumotlarni kiritishning bir necha usullari mavjud. Bunday qatlamni kartaga kiritib Tracking Analyst vositalarining qo'shimcha funksiyalaridan foydalanishimiz mumkin. U ma'lumotlarni vaqt qiymatlari bo'yicha tahlil qilishga va o'ziga xos tarzda vizuallashga imkon beradi. Masalan, obyektning vaqt bo'yicha yo'lini tasvirlash yoki bosib o'tgan yo'lning trek chiziqlarini vizuallashtirishga yoki har daqiqadagi bir xil ma'lumotlarni tasvirlash uchun vaqt darchasidan foydalanish imkoniyatini beradi.

7.2. Ma'lumotlar manbalari

GAT vaqtli ma'lumotlarini yoki vaqt davomida qayd etilgan hamda bir nechta manbadan qabul qilingan ma'lumotlarni real vaqtda qabul qilib saqlangan vaqtli ma'lumotlarini qabul qiladi (7.1-jadval).

7.1-jadval

Qayd qilingan vaqt ma'lumotlar manbalari	Real vaqtdagi ma'lumotlar manbalari
Sheyp-fayllar	ESRI Tracking Server
Geografik obyektlar bazalarining sinflari	Lokal GPS ga bog'langan tizimlar

7.3. Ma'lumotlarning tuzilishi

GAT ma'lumotlarni vaqt bo'yicha qayd qilingan ma'lumotlar manbaidan va real vaqt ma'lumotlaridan quyidagi tuzilishdagi ma'lumotlarni qabul qiladi:

- oddiy voqea;
- murakkab doimiy voqea;
- murakkab dinamik voqea.

Oddiy va murakkab vaqt voqealari hamda sana va vaqt formati haqida batafsilroq to'xtalib o'tamiz.

Tracking Analyst vositalaridan foydalanilayotgan har qanday ma'lumot sana/vaqt ko'rinishdagi vaqt belgisi bilan axborotga ega bo'lishi zarur. Bu asbob Windows da foydalaniladigan, sana va vaqt formatlariga qisman bog'liq bo'lgan sana va vaqt formatlarini Tracking Analyst vositalari quvvatlab turadi.

Vaqtli ma'lumotlarni qo'shish "*Ustasi*" (*Add Temporal Data Wizard*) yordamida ma'lumotlar regionning kodini tanlab olishi mumkin, keyin Windows hudud kodini, Windows da har bir hudud uchun foydalaniladigan bir necha sana va vaqt formatidan bittasini tanlash mumkin. Tracking Analyst vositasida moduli bir qancha regional formatlardagi matnlarda saqlanadigan ma'lumotlarni vaqt va sanasi axborotni chiqarib oladi. "Sana" tipidagi maydonda saqlanadigan vaqt va sana formatlarni Tracking Analyst vositalari avtomatik tarzda aniqlaydi. Agar ma'lumotlarda sana va vaqt haqida axborot bo'lsa, undan Tracking Analyst vositalari modulida bitta maydonda joylashtirish orqali foydalanish mumkin.

Tracking Analyst vositalari eramizdan avvalgi 4713-yilning 1-yanvaridan bizning eramizning 9999-yilning 31-dekabrighacha bo'lgan sanadagi diapazonni o'z ichiga oladi. Tracking Analyst vositalari arxitekturasida millisekundgacha qo'llash ko'zda tutilgan bo'lib, bunday aniq darajadagi ma'lumotlarni kiritishda belgilangan cheklovlar mavjud. Millisekund aniqlik faqatgina real vaqt ma'lumotlarida qo'llaniladi (belgilangan vaqtli ma'lumotlar uchun u yetarli emas).

7.4. Trek identifikatori maydoni

Oddiy yoki murakkab bo'lgan vaqt voqealari bilan ishlashingizga bog'liq bo'lmagan ravishda trek identifikatori maydoni yoki Tracking Analyst vositalarida Tracking ID maydoni tushunchasi juda katta ahamiyatga ega. Track ID maydoni trekingning barcha qatlamlari uchun zarur emas, lekin treking ma'lumotlarida bir necha kuzatuvchi obyekt mavjud bo'lsa, Tracking Analyst modulining funksionalligini yaxshilash mumkin.

Track ID maydonda ma'lumotlardagi alohida obyektlarni unikal (noyob) tarzda identifikatsiyalaydigan belgili ma'lumotlar bo'lishi kerak. Trek identifikatoridan bitta obyektning har xil kuzatishlarini tasvirlash va tahlil qilish uchun guruhlariga ajratishda foydalanish mumkin. Masalan, agar siz bir necha yuk tashish va yetkazuvchi mashinalarni kuzatayotgan bo'lsangiz, hamda har bir mashinaga unikal trek identifikatorini belgilasangiz, har bir mashinani mustaqil tarzda kuzatish imkoniyati tug'iladi. Trek identifikatorida foydalaniladigan maxsus simvollar mavjud. Masalan, trek chiziqlari yordamida yuk mashinasining joylarini tutashtirish mumkin, shu bilan 1 kunda yetkazib berish marshrutlarini bilib olish imkoniyati tug'iladi.

7.5. Vaqtli ma'lumotlar simvollari

Vaqtli ma'lumotlar juda noyobdir, chunki vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadi. Tracking Analyst qo'shimcha modul trek qatlami uchun noyob bo'lgan simvolikaning turli-tuman to'plamini ko'zda tutadi. Bu ma'lumotlarni tasvirlash uchun vaqt darchalarini yaratishga va trek chiziqlarini tasvirlash va atributlar uchun yozuvlarni yaxshilash ulardan kengroq foydalanishga imkoniyatlar beradi. Vektor qatlamlarni simvolik tasvirlashdagi kabi Tracking Analyst da ham har bir trek qatlamining simvolikasini aniqlash mumkin. Lekin ta'kidlash kerakki, trekning har bir qatlami uchun "Simvollar" (*Symbology*) "Qatlam xos-

salari” (*Layer Properties*) dialogi darchasida har xil ko‘rinishda bo‘ladi.

7.6. Voqealar uchun bazaviy simvollar

Har bir trek qatlamiga o‘zidan o‘zi simvol mos keladi, bu bazaviy simvol deb yuritiladi. Bu xohlagan standart vektor qatlamga simvol tanlaganga o‘xshash bo‘lib, bitta muhim istisno bor. Tracking Analyst bir necha simvolika parametrlariga ega. Ular bazaviy simvolni o‘zgartirish yoki qayta aniqlashga imkon beradi. Indamaganda barcha parametrlar o‘chirilgan bo‘ladi va trek qatlamidagi barcha voqealar bitta bazaviy simvol bilan tasvirlanadi. Trek qatlami uchun bazaviy simvol “Simvollar” qo‘shimchasida ko‘rsatilgan (unga o‘tish uchun “Ko‘rsatish” panelidagi “Voqealar” tugmachasini bosing). Kutilsa, bazaviy simvolikaga barcha voqealar uchun yagona simvolni qo‘shadi. Uni standart vektor qatlamiga o‘zgartirish mumkin. Standart vektor qatlamdagi kabi ma’lumotlardagi atributlarning noyob qiymatlari asosida bazaviy simvolika yaratish uchun keng imkoniyatlar mavjud.

Vaqt darchalari. Vaqt darchalari tizimga kiritilgan ma’lumotlarning tahlili va tasvirlash uchun asosiy vosita hisoblanadi. Vaqt darchalari xohlagan kichik to‘plam ko‘rsatkichlarini ko‘rish va ma’lumotlarning vaqt davomida o‘zgarishini kuzatish imkonini beradi.

7.7. Eng so‘nggi voqealarni simvolik tasvirlash

Tracking Analyst da har bir trekdagi eng so‘nggi voqealarni tasvirlash uchun maxsus simvolni belgilash mumkin. Bu kuzatilayotgan voqealarni joriy holatida tasvirlashga e’tibor qaratish va ancha oldingi voqealarni tasvirlashga imkon beradi. Eng oxirgi voqealar simvoli bazaviy simvollarga o‘xshash tarzda aniqlanadi, ammo u har bir trekdagi eng so‘nggi voqea uchun bazaviy simvollarni qaytadan aniqlaydi.

Obyektdan samarali foydalanish uchun trassalash qatlami tegishli trassirovka identifikatsiyasiga (ID) ega bo'lishi lozim.

7.8. Har bir trekdagi faqat eng so'nggi voqeani simvolik tasvirlash

Agar obyektlarning faqat hozirgi joylashishigina qiziqтира, u holda har bir trekdagi qatlamda faqatgina eng so'nggi voqeani tasvirlash foydali bo'ladi. Masalan, avtosaroyni real vaqt rejimida monitoring qilganda faqatgina transport vositalarining hozirgi joylashishigina qiziqtiradi.

Ushbu sozlanma bu qatlamda qanday voqea bo'lishini boshqaradi?

☒ Qatlamdagi barcha voqealarni ko'rsatadi



Voqea



Voqea va treklar

☐ Qatlamdagi barcha voqealarni ko'rsatadi



Eng so'nggi voqealar



Eng so'nggi voqea va treklar

☐ Keyingisini ko'rsatish

7.1-rasm. Qatlamdagi barcha voqealarning tasvirlanishi

Bu imkoniyatlardan foydalanib kartada transport vositalarini eng oxirgi joylashishini ko'rsatish va avvalgi kuzatuvlarni yashirib turish mumkin. Bu esa transport vositalarining faqatgina hozirgi paytdagi joylashishiga asoslangan holda tezkor qaror qabul qilishga imkon beradi.

Faqat eng so'nggi voqealarni simvolik tasvirlash qayd qilingan vaqt uchun ma'lumotlarni qayta ishlashda foydali bo'ladi. Bu imkoniyatdan foydalanilganda qayd qilingan vaqt uchun ma'lumotlarni qayta ishlaganda har bir trek faqat bitta simvol bilan ko'rsatiladi (7.1-rasm).

Obyektdan samarali foydalanish uchun trassalash qatlami tegishli trassirovka identifikatoriga (ID) ega bo'lishi kerak.

7.9. Kelgusida yuz beradigan voqealarni tasvirlash

Hozirgi vaqt rejimida va ko'pchilik hollarda qayta tiklash rejimida Tracking Analyst faqat avval yuz bergan voqealarni tasvirlaydi. Kelgusi voqealarni tasvirlash (Display Future Evens) parametri yuqorida misol tariqasida keltirilgan foydalanuvchi interfeysida kelgusida yuz beradigan voqealarni tasvirlab beradi. Bu hozirgi vaqtda sezgir ma'lumotlar bilan ishlashda foydali bo'ladi. Unda har bir voqea tizimli soatlar tufayli kuzatuv servisidan keluvchi ma'lumotlardagi vaqt belgilari farqidan ko'rinmay qolmasligi mumkin emas.

Bu parametrdan qayd qilingan vaqt davomida ma'lumotlar uchun ma'lumotlar bilan ishlaganda foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Masalan, kelgusi sun'iy yo'ldoshlarning joylashuvlarini aniqlashda va hokazolar. Odatda, agar qayta tiklash dispetcheri (*Playback Manager*) yopiq (shu sababli Tracking Analyst real vaqt rejimida ishlaydi), va bu xatoliklarga sabab bo'lishi mumkin bo'lsa, bunday ma'lumotlar kelgusida tasvirlanmaydi.

Kelajakda yuz beradigan voqealarni tasvirlash bayroqchasini o'rnatayotganda kelajak haqidagi barcha voqealar tasvirlanadi. Qayta tiklash rejimida kelajak haqidagi ma'lumotlar qayta tiklash dispetcheri belgilangan hozirgi vaqt asosida tasvirlanadi.

7.10. Trek chiziqlarini simvolik tasvirlash

Trek bu trek identifikatori yoki ID trekning umumiy maydonidagi voqealar to'plamidir. Trek chizig'i kuzatish nuqtalarini tutashtiradigan grafik chiziqdir. Masalan, agar bitta transport vositasining vaqt davomidagi kuzatilgan holatlari yagona trekka tegishli bo'lsa, u holda trek chizig'i bo'yicha nuqtalarni tutashtirib, transport vositasining yo'lini ko'rsatish mumkin bo'ladi.

Trek chiziqlari kuzatilayotgan xohlagan obyektning yo'lini osongina tasvirlashga imkon beradi.

Trek chiziqlari ko'pincha trekingning nuqtaviy qatlamlari bilan qo'llaniladi, biroq ulardan yana trekingning chiziqli va poligonal qatlamlari uchun ham foydalanish mumkin. Trekning chiziqli qatlamidan foydalanishda trek chizig'i har bir chiziqli obyektning o'rta nuqtalarini, poligonal trek qatlamidan foydalanganda esa har bir poligonal obyektning markazlarini tutashtiradi.

Trek chiziqlarida foydalanilayotgan simvollarni chiziqli obyektlar sinfi uchun qilinganidek sozlash mumkin. Lekin trek chiziqlari obyekt emasligini yodda saqlash lozim. Ularni kartadan tanlab olish va boshqa jarayonlar uchun kirish ma'lumotlari sifatida foydalanish mumkin emas. Obyektdan samarali foydalanish uchun trassalash qatlami mos trassalash identifikatorini (ID) egallashi lozim. Qatlam uchun trek chiziqlari yaratilgandan keyin ularni ravon va silliq vizual tasvirlash uchun tekislash mumkin. Ayrim vaziyatlarda trekning tekis chiziqlari transport marshrutlarini baholashda ko'proq aniqligini ta'minlab berishi mumkin.

7.11. Yo'naltirilgan vektorlarni simvolik tasvirlash

Yo'naltirilgan vektorlar – kuzatilayotgan obyekt yo'nalishini va uning ko'chish tezligini ko'rsatuvchi strelkalardir. Yo'naltirilgan vektorlarni faqatgina trekning nuqtaviy qatlamlari uchun simvolik ravishda tasvirlash mumkin. Trek

qatlamidagi barcha voqealar yoki har bir trekning eng so'nggi voqealari uchun yo'naltirilgan vektorlarni simvolik tarzda tasvirlasa bo'ladi. Yo'naltirilgan vektor har qanday holatda har bir ma'lumotlar nuqtasi ma'lumotlarning ikki nuqtasi (hozirgi va avvalgi) asosida hisoblab chiqiladi.

Yo'naltirilgan vektor uzunligi vaqt birliklarida ifodalanadi. Masalan, uzunligi bir minut bo'lgan trek qatlami uchun yo'naltirilgan vektorlarni tasvirlash mumkin. Bu har bir yo'naltirilgan vektor kuzatilayotgan obyekt bir minutdan keyin tezligini saqlagan bo'lsa, yo'nalishi va qayerda bo'lishini ko'rsatishini anglatadi. Yo'naltirilgan vektorlar ma'lumotlarining faqatgina ikkita nuqtasi asosida hisoblanganligi sababli ularning aniqligi ma'lumotlar aniqligiga bog'liq bo'ladi. Ular obyektning haqiqiy yo'nalishi va tezligi hamma vaqt to'g'riligini ko'rsatmasligi mumkin.

Yo'naltirilgan vektorlar foydalanilayotgan simvollar chiziqli obyektlar sinfi uchun moslab to'g'rilanadi. Lekin trek chiziqlari obyektlar emasligini yodda saqlash kerak. Kartadan tanlab olib ulardan boshqa jarayonlarning kirish ma'lumotlari sifatida foydalanish mumkin emas.

7.12. Atributiv voqealar uchun yozuvlarni shakllantirish

Kuzatishlar uchun bir qancha qo'shimchalarda samolyotlar harakatini kuzatgandagi kabi bir necha atributlarga ega bo'lgan obyektlarni kuzatish uchun yozuvlarni shakllantirishda foydalanish mumkin. Shuning uchun Tracking Analyst trek qatlamlari uchun yozuvlarni yaratish imkoniyatini yaxshilashni nazarda tutadi. Har bir kuzatish obyekti uchun ustiga yoritiladigan yozuvlarni yaratishda oltitagacha har xil atributlardan foydalanish mumkin. Tasvirlanadigan atributlarni rostdash va tasvirlanish tartibini to'g'rilash mumkin bo'ladi. Ustiga yoziladigan shriftni va ularning obyektga nisbatan joylashishini o'zgartirish mumkin.

7.13. Eng so'nggi voqealar uchun yozuvlarni yaratish

Yozuvlar yaratish imkoniyatlarini yaxshilash yordamida Tracking Analyst da har bir trekning eng so'nggi voqealari uchun yozuvlarni yaratish mumkin. Bundan har bir kuzatuvchi obyekt uchun faqat bitta yozuvlar to'plamini tasvirlashda foydalanish tavsiya etiladi. Oltitagacha bo'lgan atributlardan foydalanib eng so'nggi voqealarni aniqroq yoritish mumkin. Samarali foydalanish uchun obyekt qatlami tegishli trassirovka identifikatori (ID) talabiga javob berishi lozim.

Tracking Analyst da yozuvlar yaratishga doir oddiy masalalar uchun trek qatlamidagi eng so'nggi voqealardan bitta atributdan foydalanib yozuv yaratishning eng oson va tez usuli mavjud. Masalan, ma'lum bir avtosaroyini kuzatganda, transportning eng so'nggi joylashish joyini ko'rsatish uchun yozuv yaratishda shu usul taklif etiladi.

7.14. Simvollarning global xossasidan foydalanish

Tracking Analyst da yo'naltirilgan vektorlar uchun global xossalar berish va atributlar uchun yozuvlarni yaratish imkoniyatlari nazarda tutiladi. Global xossalar karta hujjatida saqlanadi va u karta hujjatidagi hamma trek qatlamlari uchun foydalaniladigan rostdashlarni bajaradi. Agar siz global xossalardan foydalanishni istamasangiz, bu simvollar rostlanishini har bir trek qatlami uchun o'zgartirishingiz mumkin. Yo'naltirilgan vektorlar xossalarini yoki voqea atributlarini (bir qatlam uchun) aniqlagandan keyin xohlagan paytda bu qatlamning global xossalariga sichqonchani bir bosish orqali qaytish mumkin bo'ladi.

7.15. Oddiy va murakkab vaqtli voqealar

Vaqtli ma'lumotlar obyekt guruhlarini yoki bir obyektning kuzatish yoki kuzatish to'plamini tasvirlovchi vaqtli voqealar bo'yicha axborotni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, voqea

kuzatish haqidagi axborotni o'z ichiga oladi. Masalan, qachon va qaysi joyda bo'lgan, qanday jarayonlar kuzatilgan va ob'ektni o'zi haqida axborotni beradi.

ArcGIS Tracking Analyst oddiy va murakkab vaqtli voqealar tarzida axborotni to'playdi. Oddiy vaqtli voqeada barcha zarur axborot vaqtli kuzatishlar komponenti deb ataladigan bitta ma'lumotda mujassamlangan bo'ladi. Murakkab vaqtli voqea o'z ichiga ikkinchi – vaqtli obyektning komponentini oladi. Agar bu komponentlar vaqt bo'yicha qayd qilingan ma'lumot bo'lsa, har xil fayllarda yoki jadvallarda bo'lishi ham mumkin. Real vaqtli ma'lumotlar holida bu komponentlar axborot sifatida tasvirlanadi va Tracking Analyst vositasida avtomatik tarzda kombinatsiyalanadi.

Oddiy voqealar. Oddiy voqealarda ma'lumotlarning yagona komponenti – bu vaqtli kuzatish komponentidir. Bu komponent eng kamida sana va kuzatish vaqtini o'z ichiga olgan bo'lishi lozim. Oddiy voqealarni o'z ichiga olgan vaqt bo'yicha qayd qilingan ma'lumotlarni sanasi va qolgan barcha atributlariga ega bo'lgan bitta jadvalga yig'ish mumkin. Oddiy voqealarda Tracking Analyst vositasiga tasvirlash va qayta ishlash uchun zarur bo'lgan barcha elementlar bitta komponentda bo'ladi (7.2-rasm).

ID	Vaqt	Shakl	Rang
1	T1	X1, X1	Yashil
2	T2	X2, X2	Yashil
1	T3	X3, X3	Sariq
2	T4	X4, X4	Qizil
3	T5	X5, X5	Yashil
2	T6	X6, X6	Yashil
4	T7	X7, X7	Sariq
1	T8	X8, X8	Yashil
1	T9	X9, X9	Qizil

7.2-rasm. Oddiy voqealar jadvali

Murakkab voqealar. Murakkab dinamik voqealarga misol sifatida samolyotdan olingan ma'lumotlarni keltirsak bo'ladi. Datchikning geografik joylashishi o'zgaraydi. Shuning uchun u turgan o'rin u haqidagi ma'lumotlarni kuzatish komponentida vaqt axboroti bilan birga saqlanadi. Shuningdek vaqtli obyektning jadvalida samolyot markasi, modeli, ekipaj tarkibi, fyuzelyaj tipi va hajmi haqida ma'lumotlar bo'lishi mumkin.

Murakkab obyektlar ikkita komponentni o'z ichiga oladi: kuzatish komponenti va obyekt komponenti. Vaqtli kuzatish komponenti obyekt bo'yicha barcha zaruriy ma'lumotlarni o'zi ololmaydi. Shuning uchun uning obyekt komponentida qo'shimcha ma'lumotlar saqlanadi. Obyekt komponentidagilar kuzatilayotgan obyektlar harakatdami yoki yo'qmi ekaniga bog'liq. Ideal hayotda obyekt o'z ichiga barcha statistik atributlarni olishi kerak. Shuning uchun obyekt komponenti statsionar voqealar uchun maydonni o'z ichiga olishi kerak. Unga identifikator maydonini kuzatish komponentiga havola bilan olishi lozim.

Vaqtli kuzatishlarni obyekt komponentlari bilan birlashtirishda murakkab yozuv yoki vaziyat haqidagi xabarlar yuzaga keltiradi. Bunday birlashtirish va har bir voqea haqidagi ma'lumotni to'liq yaratishda noyob identifikatordan foydalaniladi. Ma'lumotlar real vaqt bilan avtomatik ravishda birikadi.

Murakkab statsionar voqealar. Murakkab statsionar voqega misol qilib meteostansiyadan olinayotgan ma'lumotlarni keltirish mumkin. Datchikning geografik joylashuvi o'zgaraydi, shuning uchun u boshqa statik ma'lumotlar bilan birga vaqtli obyekt komponentida saqlanadi. Vaqtli obyekt komponenti ham datchikning identifikatoriga ega bo'ladi. Shu sababli uni kerakli datchikka birlashtirish mumkin bo'ladi.

Murakkab dinamik voqealar. Samolyotdan keluvchi ma'lumotlar murakkab dinamik voqealarga misol bo'lishi mumkin. Uning geografik joylashishi doimo o'zgaradi, shuning uchun u haqidagi ma'lumot vaqtli axborot bilan birga kuzatiluvchi obyektning komponentida saqlanishi kerak.

Bunday holda vaqtli obyekt jadvaliga samolyot rusumi va modeli, ekipaj a'zolarining soni, ularning yoshi va fyuzelyaj hajmi kabilar haqidagi ma'lumotlarni kiritish mumkin. 7.3-rasmda shunday jadval keltirilgan.

Predmet jadvali			Kuzatish jadvali			
ID	Toifa	Havo yo'li	ID	Vaqt	Shakl	Rang
1	747	Qo'shma	1	T1	X1, X1	Yashil
2	727	Amerika	2	T2	X2, X2	Yashil
3	747	Amerika	1	T3	X3, X3	Sariq
4	767	Qo'shma	2	T4	X4, X4	Qizil
			3	T5	X5, X5	Yashil
			2	T6	X6, X6	Yashil
			4	T7	X7, X7	Sariq
			1	T8	X8, X8	Yashil
			1	T9	X9, X9	Qizil

7.3-rasm. Murakkab dinamik voqealar jadvali

7.16. Vaqtli ma'lumotlar bo'yicha qayd qilingan murakkab voqealarni qo'shish

Vaqtli ma'lumotlar bo'yicha qayd qilingan murakkab voqealarni qo'shishda vaqtli ma'lumotlarni qo'shish "Ustasi" (Add Temporal Data Wizard) yuqorida ta'kidlangan ikkita komponentni chaqiradi. Shunday bo'lsa-da, "Usta" ni aniqlash va ma'lumotlarni saqlash uchun kiruvchi obyektlar sinfidan va chiquvchi ma'lumotlar jadvalidan foydalaniladi. Fazoviy obyektlar sinfi ham, jadvali ham shaxsiy geografik ma'lumotlar bazasida saqlanishi lozim.

Chiquvchi obyektlar sinfi tarkibida doimo boshlang'ich ma'lumotlar jadvaliga qo'shiladigan geografik obyektlar va identifikatorlar bo'lishi kerak va ular chiquvchi ma'lumotlarga qo'shiladi. Boshqa atributlar voqealar dinamik qo'shiladimi yoki statsionar qo'shilishiga bog'liq. Agar dinamik qo'shiladigan bo'lsa, kiruvchi obyektlar sinfi sana va voqea vaqti bo'lishi kerak va bunda statistik atributlar bo'lmasligi lozim. Agar statsionar qo'shiladigan bo'lsa, aksincha bo'ladi.

Kiruvchi jadvalda obyekt sinflari bilan biriktirish uchun minimum tarzda identifikatorga ega bo'lishi kerak. Negaki u yerda boshqa atributlar ham bo'lishi mumkin. Dinamik voqealar holida kirish jadvalida obyekt haqida faqatgina statistik ma'lumotlardan iborat bo'lishi kerak. Statsionar voqealar holida kirish jadvalida sana va vaqt ham aks etgan bo'lishi kerak.

7.17. Real vaqt ma'lumotlari tushunchasi va atamalari

Real vaqtdagi ma'lumotlar – bu Esri Tracking Serverga yoki GPSga ulanganda olinadigan vaqtinchalik ma'lumotlardir. Bu esa real vaqt rejimida treking ma'lumotlarini ko'rishga imkon beradi. Real vaqt rejimida ma'lumotlarni kuzatish metodikasidan favqulodda holatda qayd qilishda, tijoriy yuk tashishlarni kuzatish, sun'iy yo'ldosh tizimida kuzatish, razvedka maqsadlarida foydalanish mumkin.

7.18. Tracking Server real vaqtli ma'lumotlariga ulanishni sozlash

Tracking Analyst vositalariga Tracking Server dan ma'lumot olish uchun, avvalo real vaqt ma'lumotlariga ulanishni topshirish kerak (treking servisi sifatida). Agar treking xizmatlari Tracking Server ga o'rnatilgan bo'lsa, unda ularga Tracking Server vositasidan sichqonchani bir necha marta boshish orqali ulanish mumkin. Tracking Server menejeri interfeysidan foydalanib, trekinglarning xizmatlarini yaratishni o'rganish uchun Tracking Serverning foydalanish ma'lumotnomasini o'qib chiqing.

Real vaqtdagi ma'lumotlarni chiqarish uchun Esri Tracking Server ga ulanish kerak. Ulanish o'rnatilgandan so'ng real vaqtda xizmatlarini ArcMap yoki ArcGlobega qatlam ko'rinishida qo'shish mumkin. Ma'lumotlar serverdan kelgandan boshlab kartada tasvirlana boshlanadi.

Esri Tracking Server da vaqt ma'lumotlariga ulanishni sozlash haqida umumiy ma'lumot. Real vaqtda treking xizmatini kartaga qanday qilib qo'shish haqida batafsil ma'lumotlar kartada beriladi.

Real vaqt (*real-time*) atamasi ba'zan deyarli real vaqt atamasi bilan almashtiriladi, chunki ma'lumotlar sifatida ular sizning kartangizga tushishidan avval kiruvchi manbadan Esri Tracking Servergacha bo'lgan yo'lni o'tish kerak. Real vaqt ma'lumotlarining tezligi foydalaniladigan ilovalarga, server va tarmoq tezligiga bog'liq. Esri Tracking Serverdan olingan ma'lumotlar real vaqtga shunchalik yaqinlashtirilganki, odatdagidek amaliyot talabini qanoatlantiradi.

Tozalash qoidasi. Tozalash qoidasi kompyuter xotirasida real vaqt ma'lumotlarini saqlash usullarini o'rganadi. Tracking Analystda maksimal ishlab chiqarish uchun real vaqtdagi ma'lumotlar to'liq saqlanadi. Kompyuter xotirasidagi real vaqt ma'lumotlari miqdorini cheklash uchun gohida o'chirish yoki kompyuter xotirasini tozalash lozim.

7.19. GPSni treking qatlami sifatida qo'shish

Tracking Analystda ArcMapga real vaqt rejimida lokal GPS – vositasidagi ma'lumotlar kanalini treking qatlami sifatida qo'shishga imkoniyat yaratadi. GPS ulanishini Tracking Analyst qatlami sifatida ulab, Tracking Analystda treking simvollar va ma'lumotlar funksiyalari kabi ma'lumotlarni olishingiz mumkin.

Bundan tashqari, siz GPS ma'lumotlarini treking qatlami kabi saqlash imkoniyatini olasiz.

Bu funksiya GPS vositalar panelida ko'rsatib turgan imkoniyatlarni kengaytiradi. Trek qatlami sifatida GPS ulanish, GPS ulanish orqali asboblari panelida GPS qurilmasi bilan ishlashni, shuningdek, ulanishni ochish yo'llarini bilib olish mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. Vaqt ma'lumotlari deganda nimani tushunasiz? Misollar yordamida izohlab bering.
2. Tracking Analyst vositasida qulay vaqt simvollarini tushuntirib bering.
3. Ma'lumotlar manbalari va ma'lumotlarning tuzilishi deganda nimani tushunasiz?
4. Trek identifikatori deganda nimani tushunasiz?
5. Vaqt ma'lumotlarining simvollarini (belgilari) tushuntirib bering.
6. Voqealar uchun bazaviy simvollar deganda nimani tushunasiz?
7. Vaqt darchalari nima?
8. Eng so'nggi voqealarni va yuz beradigan voqealarni tasvirlash usullarini izohlab bering.
9. Oddiy va murakkab voqealarini tushuntirib bering.
10. Real vaqt ma'lumotlari tushunchasi va atamalari haqida ma'lumot bering.
11. Tozalash qoidasi nima va uning bajarish funksiyasini izohlab bering.

VIII bob. FAZOVIIY MA'LUMOTLARNING SIFATI

8.1. Tahlil ma'lumotlari vositalari

Yuqori sifatli kartografik mahsulot ishlab chiqarish va aniq tahlillarni bajarish, albatta, yuqori sifatli ma'lumotlar bazasi va yaxshi xizmat ko'rsatishga bog'liq bo'ladi.

Geografik axborot tizimlarida ko'plab asboblardan foydalanilib, ular vizual ma'lumotlarni avtomatlashtirilgan tarzda tahlil qilishga yordam beradi. Ulardan obyektlardagi noaniqlikni va bazaviy ma'lumotlardagi atributlar va munosabatlarni bilishda foydalanish mumkin.

Ma'lumotlar nazoratida tahlil qoidalari mavjud va u jadval bo'yicha yoki zarurat bo'yicha ishga tushirish dasturiga kiritilgan bo'lishi mumkin. Tahlil natijalari GATda qayd qilinadi, ulardan tahlil jarayonida foydalaniladi. Nazorat jadvalini tanlayotganda, siz avtomatik ravishda ekstent yozuvga ko'chasiz.

Bajariladigan tahlil tipiga bog'liq holda xatoliklarni ma'lumotlar bazasi xizmat ko'rsatayotganda yoki tekshiruvni davom ettirish bilan to'g'rilash mumkin.

GATda ma'lumotlar tahlili va ularning sifatini nazorat qilishni boshqarish uchun maxsus modullar mavjud. Masalan, okeanda joylashgan bino xato ekanligi aniq bo'lib, u ma'lumotlar sifatini nazorat qilishda aniqlangan.

Agar keyingi yuz yillikda suv bosib yotgan hududda bino ko'zga tashlansa, u xato hisoblanmaydi. Bunday ma'lumot sug'urta zararini baholashda kerak bo'lishi mumkin hamda GATda olingan nazorat bu tipdagi tahlilni nazorat qilishga imkon beradi.

8.2. Fazoviy nazorat

Fazoviy nazorat obyektlarning fazoviy munosabatlarini tahlil qiladi. Ustma-ust tushadigan, kesib o'tadigan bir-biriga tegadigan yoki bir-biridan ma'lum masofada joylashadigan obyektlarni tahlil qilish mumkin. Masalan, yo'l okeanni kesib o'tmasligini ko'rishimiz mumkin. Yana obyektlar belgilangan joyda joylashganligini yoki ma'lum bir belgilangan joyga kirish-kirmasligini nazorat qilish mumkin. Masalan, yong'in shlangasi quvurga ulangan bo'lishi kerak.

8.3. Atributlarni nazorat qilish

Atributlarni nazorat qilish obyektlarning atributlari qiymatlarini va jadvallarini tahlil qiladi. Bu juda murakkab atributlarga yoki domenga o'xshash oddiy joydagi geografik ma'lumotlar bazasini nazorat qilishdan iborat bo'lishi mumkin. Ko'plab obyektlarda bitta atributi boshqa shunday obyektning atributiga bog'liq bo'ladi. Masalan, agar yo'l hali qurilayotgan bo'lsa, uni aniqlab bo'lmasligi mumkin. Atributlarni nazorat qilish uchun yo'lning ruxsat etilganligini va uning darajasini kuzatishni bilish kerak.

8.4. Obyektlarning butunligini nazorat qilish

Obyektlar butunligini nazorat qilishda obyektlarning xossalari tahlil qilinadi. Barcha obyektlar ma'lumotlari bazasida bir xil kriteriyda yozish shart emas. Ma'lumotlarda obyektlarning ikkita cho'qqisi bir-biriga yaqin joylashishi mumkin ekanini yoki ma'lumotlardagi tarkibiy obyektlarni aniqlovchi qoidalar to'plami berilgan bo'lishi mumkin. Obyektlarning butunligini nazorat qilishda qoidalar to'plamiga fazoviy obyektlarning har bir sinfi to'g'ri kelishi kuzatib boriladi. Masalan, siljishlarni nazorat qilishdan (*Cut backs*) o'tkir burchaklardan tashkil topgan obyektlarni izlashda foydalanish mumkin.

8.5. Metama'lumotlarni nazorat qilish

Metama'lumotlarni nazorat qilishda obyektlarning metama'lumotlar sinfi to'plami va fazoviy obyektlar sinflari haqidagi ma'lumotlar tahlil qilinadi. Metama'lumotlar ma'lumotlar ishonchliligiga jiddiy ta'sir qiluvchi hisobiy ma'lumotlarni to'plash uchun foydalanilgan manba haqida juda muhim ma'lumotlarni o'z ichiga olishi mumkin.

Tashkilotlar, foydalanuvchilar yoki tashkilotlar tomonidan foydalanish uchun bosilib chiqqan metama'lumotlarning aniqligi va to'liqligi juda muhim. Foydalanuvchilar ma'lumotlardan noto'g'ri foydalanishi natijasida tahdidni kamaytirish va ma'lumotlar dolzarbligida tashkilotning favqulodda javobgarligini kamaytirishi, shuningdek, yuzaga kelishi va aniqligi kabi hujjatlardan tashkil topadi. Metama'lumotlarni nazorat qilishda metama'lumotlar standarti asosida berilgan metama'lumotlarning avtomatik tarzda nazoratini yozish va metama'lumotlar elementlari olinadigan natijalar bilan to'ldirilganligini bilish kerak bo'ladi.

8.6. Ma'lumotlarni boshqarishni tekshirish

Ma'lumotlar tahlilini tugatish uchun ma'lumotlarni boshqarishni tekshirish juda muhim ahamiyatga ega. Ma'lumotlarni tekshirish avtomatik tarzda bajariladimi yoki vizual tarzda bajariladimi, baribir barcha ma'lumotlar bazasining butunligini tushunishimiz kerak. Ma'lumotlar uchun karta o'lchamlari yoki berilgan qator va ustunlar soni bilan beriladigan ixtiyoriy yacheyka o'lchamlari ko'rinishida poligonal to'r yaratish mumkin.

Nazorat sharhi (*Reviewer Overview*) darchasidan to'ri bilan ma'lumotlarni vizual ko'rinishda yoki topshiriq paketini qo'shish va kerakli yacheykaga o'tish uchun foydalanish mumkin bo'ladi. Barcha ma'lumotlarni ko'rib chiqqaningizdan so'ng kuzatib borish mumkin bo'lishi va ish qaysi hududda

tugallanishini bilish uchun yacheyka darajasini o'zgartirishinigiz mumkin.

8.7. Interaktiv tahlil vositalari

O'tkazib yuborilgan obyektlar va noto'g'ri shakldagi obyektlar haqidagi axborotni yaxshi uzatish uchun geometrik sketch yaratish mumkin. Tadqiq qilinayotgan obyekt haqidagi berilgan geometrik ma'lumotlar tarzida sketch yozish uchun "Xomakilar" (*Notepad*) yoki o'tkazib yuborilgan obyektning "Belgilash" (*Flag Missing Feature*) vositalaridan foydalaniladi.

8.8. Topshiriqlar paketi

Topshiriqlar paketi foydalanuvchi tomonidan ko'rsatilgan qoidalarini o'z ichiga oladi, bu esa ma'lumotlar andozalanganining tahlilini ko'p marta qayta ishlashga imkon beradi. Topshiriqlar paketining tahlil qoidalarini komanda a'zolari orasida ham, boshqa komandalar orasida ham bajarish yoki taqsimlash mumkin bo'ladigan tashkil etish va saqlash usuli sifatida qarash mumkin. Ular keng ma'lumotlar spektrini qamragan yoki bitta mavzuga qaratilgan ko'plab nazoratlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Bu esa zaruriy o'lchamda topshiriqlar paketini ishga tushirish mumkinligi tufayli tahliliy ma'lumotlarni boshqarishga imkon beradi. Topshiriqlar paketini Nazorat Paketi (*Reviewer Batch Validate*) vositalarining servis xizmati yordamida ishga tushirishni dasturlash, skriptlarga ulash yoki ish jarayonining bir qismiga aylantirish mumkin.

Reviewer nazorat paketi ArcMap da ma'lumotlar bilan ishlashda topshiriqlar paketini ishga tushirish uchun foydalaniladi.

Data Reviewer xizmati – bu Windows xizmati bo'lib, Data Reviewer moduli dastur bo'yicha topshiriqlarni bajarish uchun dasturlashtirilgan bo'lishi mumkin. Reviewer vositasida topshiriq paketini ishga tushirishdagi kabi Data Reviewer

xizmati topshiriqlar paketini tekshiradi va ishga tushiradi, shuningdek nazorat qilish bilan birga ularning ishlarining xulosalarini nazorat jadvaliga yozadi. Topshiriqlar paketini bir marta bajarish yoki doimiy ravishda ma'lum interval bilan bajarish uchun jadval tuzish mumkin.

Workflow Manager topshiriqni yakunlash uchun zarur bo'lgan bosqichlarni tartibga soladi. Ish jarayoni bosqichida qaysidir Paketli topshiriqlar ishga tushirilib, keyin shu bosqichning o'zida boshlash mumkin bo'lgan ishchi jarayon bosqichini ishga tushirish mumkin.

8.9. Ma'lumotlar bazasidan tanlashni yaratish

Ayrim hollarda tahlil qilinadigan ma'lumotlar bazasi juda katta bo'lib, uni to'la tahlil qilish juda qiyin yoki imkoni yo'q bo'ladi. Tanlama ma'lumotlar bazasining o'zida to'plamcha ko'rinishida qulay hajmda ajratib olish (tanlash) dan iborat. Agar tanlanma siljimagan bo'lsa, uning tahlili natijalarini barcha ma'lumotlar bazasiga tatbiq qilish mumkin. Bu esa, o'z navbatida, ma'lumotlar bazasini tahlil qilish uchun zarur vaqtni ancha tejashga yordam berishi mumkin. Tanlanma tekshirish (*Sampling*) dan statistik yoki ixtiyoriy tanlama obyektlardan bittasini yoki ko'proq qatlamlarini yaratish uchun statistik foydalanish mumkin.

8.10. Tahlil natijalarini boshqarish va saqlash

Nazorat seansidan barcha hayotiy siklda ma'lumotlarning noreal tahlil natijalarini boshqarish va saqlash uchun qo'llaniladi. Bu topshiriqlar paketini ishga tushirishda va vizual tekshiruvlar bajarish davomida olingan natijalarni tartibga solishda foydalaniladi. Nazorat seanslari ko'pchilik foydalanishi uchun markazlashtirilgan geoma'lumotlar bazasida yoki lokal ma'lumotlar bazasida saqlanadi. Nazorat seansi uchun geoma'lumotlar bazasini maxsus yaratish yoki geoma'lumot-

larni obyekt bazasiga qo'shish mumkin. Tahlil haqidagi axborot izohlarni bajarish darajasini, tahlilni bajargan foydalanuvchining nomini, bajarish vaqtini o'z ichiga olishi mumkin. Shuningdek, (xohish bo'yicha) tasvirlash sketchini, aniqlangan og'ishlar tavsifini, masalan, qoplash hududining namuna yoki geometriyasini ham o'z ichiga olishi mumkin.

8.11. Tahlil natijalari bilan ishlash

Nazorat jadvali nazorat seanslarida saqlanadigan axborotdan foydalana olish va ishlash uchun interfeys bo'lib hisoblanadi. Nazorat jadvali yordamida hayotiy muvofiqlik siklining bosqichlarini boshqarish mumkin. Sichqoncha tugmasini bosib, jadvaldagi yozuv bo'yicha obyekt belgilanadi va identifikatsiyani yengillashtirish uchun markazga avtomatik tarzda joylashtiriladi. Keyin noreal yozuvdagi ma'lumotlardan kelib chiqib, obyekt o'zgartirilishi mumkin.

8.12. Tahlil natijalarini yakunlash

Tahlil topshiriqlar paketini yoki vizual tekshirish yo'li bilan bajarilganda, natijalari bo'yicha hisobot tayyorlash mumkin. Hisobot vositalari turli yo'llar bilan ma'lumotlarni tushunishni yengillashtiradi.

8.13. Bog'lash aniqligini baholash

Bog'lash aniqligi – miqdoriy aniqlanishi mumkin bo'lgan qiymat bo'lib, u ikki geofazoviy holatlar orasidagi farqdan yoki geofazoviy qatlam holati bilan real joyi orasidagi farqdan iborat. Misol sifatida fazoviy obyektlar sinfida yo'llarning joylashishini taqqoslashni va TIFFdagi tavsif taqqoslanishini keltirish mumkin. Agar fazoviy obyektlar sinfida va TIFF da bir xil proyeksiyadan foydalanilsa, TIFF fazoviy obyektlar sinfidagi joylashish bilan TIFFdagi joylashishlar orasidagi farqini baholash mumkin. Aniqlikni baholash vositasi (Positional Accuracy Assessment, PAAT) ikki elementni

taqqoslash, aniq yoki noaniq baza qatlamidagi qatlam ma'lumotlarini baholashga imkon beradi.

Bog'lashni aniq baholash uchun ikkita qatlam kerak: aniqligi baholanuvchi qatlam va sanoq boshi sifatida foydalanish mumkin bo'lgan boshqa qatlam. Holat noaniqligi ikki o'lchovli obyektlar uchun aylanma xato (CE) va uch o'lchovli obyektlar uchun chiziqli xato (LE) sifatida aniqlanadi. PAAT dan foydalanilganda baholanayotgan fazoviy obyekt sinfi yoki rastri uchun ishonchlilik 90%, 95% yoki 99% ni tashkil etishi mumkin.

Tanlash ehtimolligi qiymati nazorati (*Sampling*) bir yoki bir necha qatlamlardan tasodifiy fazoviy obyektlar to'plamini vizual nazorat uchun tanlab oladi. Tanlash karta hujjatiga yuklangan, foydalanuvchi tomonidan belgilangan fazoviy obyektlar sinfi to'plami asosida yaratiladi. Yana obyektlarning ma'lum og'irligini kiritish mumkin. Bu og'irlik tanlamadagi fazoviy obyektlar sonidan ortiq yoki kam bo'lishi mumkin. Eng katta og'irlik 1 ga, eng kichik og'irlik 5 ga teng.

Tanlama quyidagi usullardan biriga asoslangan holda hisoblab topiladi:

- qayd qilingan obyektlar soni;
- ko'rsatilgan ekstentdagi barcha obyektlar foizi;
- ishonchli ehtimollik, xatoning yo'l qo'yilish qiymati va yo'l qo'yilgan soni asosida hisoblash natijasida olingan son;
- karta hujjatiga yuklangan yoki geoma'lumotlar bazasida joylashgan poligonal to'r.

Nazorat mezonini aniqlangandan so'ng eslatmalar va jiddiylilik darajasi reytingini tuzish mumkin. Eslatmalar Reviewer jadvaliga yozilgan obyekt haqidagi tavsifni aniqlashga, uni eslatmadan keyin Reviewer jadvali maydoniga nusxalashga imkon beradi. Jiddiylilik reytingi darajasi sifatini ta'minlash/nazorat jarayoni tushunchasidagi nazorat natijalari uchun muhimlik darajasini aniqlashga yordam beradi. Ko'rsatkich qiymati qanchalik kam bo'lsa, nazorat natijalari ustunligi shunchalik yuqori bo'ladi.

8.14. Valentlilikni nazorat qilish

Yo'llar, elektr uzatish yo'llari, quvurlar va shu kabi obyektlar tarmoqqa ulangan bo'lsa, mahsulot tarkibida ushbu obyektlar ularni birlashtiruvchi nuqtaga qay darajada tegishli ekaniga talablarni o'z ichiga olishi mumkin. Bu tushuncha valentlilik deb ataladi. Masalan, hamma asosiy chorrahalarda suv quvurining to'rtta yo'li yoki T-simon joyga uchta suv quvuri ulangan bo'lsin, degan talab qo'yilgan bo'lishi mumkin.

Valentlilikni nazorat qilish ma'lumotlardagi chiziqli va nuqtaviy obyektlarning o'zaro ta'siri shartlarini baholashni aniqlashga imkon beradi. Bunday munosabatlar chiziqli va nuqtaviy obyektlar sinflari yoki ikkita chiziqli obyektlar sinfi orasida aniqlanishi mumkin. Bunda obyektlar birinchi sinfidagi nuqta ikkinchi obyektlar sinfidagi chiziqning o'lchamlarini qidirishni ko'rsatish mumkin. Uchta chiziq bilan ulangan yoki turli o'lchamdagi ikki bog'langan chiziqlarni izlashni bajarish mumkin.

Bu nazoratning ba'zi foydalanish turlari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- ikki quvur bilan bog'lanmagan quvurlararo o'tkazgichni aniqlash;
- ikkita har xil diametrli quvurlar bilan bog'langan quvurlararo o'tkazgichni aniqlash;
- o'tkazgichga ulanmagan ikkita har xil diametrli qo'shni o'tkazgichni aniqlash;
- bitta kanalizatsiya qudug'iga quyiladigan ikki qo'shni kanalizatsiya quvurini aniqlash.

8.15. Qo'llab-quvvatlanuvchi metama'lumotlar manbalari

Metama'lumotlarni nazorat qilish har xil formatda saqlanuvchi fazoviy va fazoviy bo'lmagan ma'lumotlar bilan bog'liq bo'lgan metama'lumotlar manbalari nazoratini qo'llab-quvvatlaydi. Geoma'lumotlar bazasida saqlanuvchi fazoviy

hamda fazoviy bo'lmagan ma'lumotlar sifatida qo'llab-quvvatlab turuvchi metama'lumotlar haqidagi ma'lumotlar metama'lumotlarni nazorat qilish yo'li bilan ham nazorat qilish mumkin. Bunga quyidagi geoma'lumotlar bazasining elementlari kiradi:

Fazoviy obyektlar sinfi (nuqta, chiziq, poligon va annotatsiya);

Sinflar to'plami.

Geometrik tarmoqlar.

Tasvirlar katalogi.

Tarmoq ma'lumotlari to'plamlari.

Rastr ma'lumotlar to'plami.

Munosabatlar sinfi.

Jadvallar.

Terrain ma'lumotlari to'plami.

Topologiya.

Metama'lumotlarni nazorat qilishda fayllar asosida, masalan, sheyp-fayl yoki fayllar asosida alohida metama'lumotlar hujjatlari shaklidagi fayllar (XML-formatida saqlanadigan) asosida metama'lumotlar resursi fazoviy obyektlarni qo'llab-quvvatlaydi.

8.16. Metama'lumotlar andozasini qo'llab-quvvatlash

Metama'lumotlarni nazorat qilish milliy va xalqaro andozalarga javob beradigan metama'lumotlar manbalarini nazorat qilishni sxema asosida qo'llab-quvvatlaydi. Bunday qo'llab-quvvatlash standarti raqamli geofazoviy metama'lumotlar, Geografik ma'lumotlar bo'yicha federal qo'mita va 19139:2007 standarti XML-geografik ma'lumotlarni dasturlash uchun, xalqaro standartlashtirish tashkiloti, ISO 19115 asosida XML-sxema realizatsiyasi (Geografik axborot – Metama'lumotlar) va Arc Catalog da qo'llab-quvvatlaydigan mos profillardan iborat. Metama'lumotlarni nazorat qilish ArcCatalogdan tashqarida yaratuvchi va xizmat ko'rsatuvchi

tashkilotlarni qo'llab-quvvatlashi uchun foydalaniluvchi sxema yordamida alohida metama'lumotlar hujjatlarini tekshirishda foydalanish mumkin.

Shuningdek, metama'lumotlarni nazorat qilish oldindan aniqlangan yoki Xpath ifodalarni foydalanuvchi milliy, xalqaro yoki Esri teglari to'plami asosida metama'lumotlar elementlari qiymatlarini baholashni qo'llab-quvvatlaydi. Xpath ifodalardan foydalanib berilgan elementlar o'tkazib yuborilgan metama'lumotlar elementlarini ko'rish elementmi ekanini nazorat qilishi mumkin. Shuningdek, elementlarning qiymatlari metama'lumotlarda foydalaniladigan standart formatlarga, masalan, Amerikaning telefon raqamlari, amerikaning indeks-lari, elektron pochta manzili va taqvim sanalariga mos kelish-kelmasligini tekshirish mumkin. Foydalanuvchining Xpath ifodalardan yuqori malakali mutaxassisga Xpath 1,0 bilan murakkab ifodalarni yaratish va tarqatish, metama'lumotlar elementlari belgilarini baholashda yoki bo'lak tarzda olishga, shuningdek, metama'lumotlarning boshqa elementlari bilan taqqoslashga yordam beradi.

Nazorat uchun savollar

1. Fazoviy ma'lumotlarning sifati deganda nimani tushunasiz?
2. Atributlarni nazorat qilish nima?
3. Metama'lumotlarni nazorat qilish nima?
4. Topshiriqlar paketini izohlab bering.
5. Metama'lumotlarning manbalarini qo'llab-quvvatlash deganda nimani tushunasiz?
6. Metama'lumotlar andozasini qo'llab-quvvatlash haqida ma'lumot bering.

IX bob. MA'LUMOTLAR MODELINI TATBIQ QILISH

9.1. Ma'lumotlar modeli va ularning xilma-xilligi

Fazoviy axborot tizimlarida ma'lumotlarni oqilona tashkil etish muhim rol o'ynaydi.

Ma'lumotlar modeli – bu ma'lumotlarni tashkil etishning konseptual mantiqiy darajasi kompyuter ma'lumotlari modeli haqida gap ketganda, ma'lumotlarning raqamli tasvirlanishi tushuniladi. Nafaqat raqamli tavsifi, balki ma'lumot joylashishi, fazoviy geometrik (joylashishi va shakli) hamda topologik fazoviy (o'zaro joylashish va obyektlarning aloqalari) va yozma (og'zaki) ma'lumotlar (miqdoriy emas) kompyuter modelida doimo raqamli shaklda mavjud bo'ladi. GATda u yoki bu ma'lumotlar to'plash usulini tanlash ko'p narsani, deyarli barchasini aniqlaydi. U yoki bu aniq dastur paketini tanlash yanada ko'p narsani aniqlaydi.

Ma'lumotlar modeli yaratilayotgan GATning ko'plab funksional imkoniyati to'g'ridan to'g'ri aniqlaydi, chunki fazoviy ma'lumotlar bilan ishlaganda ma'lumotlarni tashkil etishning ba'zi turlarini aniqlash ayrim funksiyalarni amalga oshirish mumkin bo'lmay qoladi yoki bu funksiyalar faqat juda murakkab manipulatsiya usullari orqali yechiladi. GATda ma'lumotlarni to'plash usuli, ya'ni tanlangan model ma'lumotlari, to'g'ridan to'g'ri ma'lumotlarni kiritishning u yoki bu texnologik usullarini qo'llash imkoniyatini aniqlaydi.

Aniq tasvirlangan geometrik fazoviy ma'lumotlarga erishish tanlangan ma'lumotlar modeliga ko'proq bog'liq bo'ladi, to'plangan fazoviy baza imkoniyatlari sifatli, kondinsion va ichki qarama-qarchiliksiz materialga bog'liq.

Fazoviy ma'lumotlarning sifatini va bir-biriga qarama-qarshiligini nazorat qilish asosan tanlangan modelga bog'liq.

Katta hajmdagi ma'lumotlar ko'lami bilan ishlashni tashkil qilish yoki katta hududlardagi aniq ma'lumotlar o'zgacha va cheklangan aniq dastur paketigagina emas, balki tanlangan ma'lumotlar modeli xususiyati va tipiga ham bog'liq bo'ladi.

Amaliyot uchun juda muhim bo'lgan ma'lumotlarni tahrir qilish va yangilash qulayligi fazoviy ma'lumotlar bazasi bilan tahrir rejimida ko'p foydalanish imkoniyati kabi jihatlar birinchi navbatda model ma'lumotlarini tashkil etish va ikkinchidan, aniq dastur bilan ta'minlashni tanlash bilan bog'liq.

Kelajakda to'planayotgan fazoviy ma'lumotlar bazasining qiymatini aniqlash juda muhim, negaki loyihaning iqtisodiy nuqtayi nazardan yutug'i va omadsizligi GATda bajarilgan zaruriy xizmatlar imkoniyatlarining o'zi kelajakda bu funktsiya imkoniyatlarini kengaytirishdagi xatolar masalani yechishda asosiy vazifani bajarishi mumkin.

Sizning ma'lumotlaringiz boshqasi bilan mos kelishi, ularning boshqasiga zarurligi, nihoyat, boshqa tizimga o'tishi va tizimning rivojlanishida barchasini tashlashi, qaysidir bosqichida ekspluatatsiya qilishga olib kelishi, boshqa model ma'lumotlarini qo'llab-quvvatlashi va to'plangan ma'lumotlarni tashlash hamda yangidan ishga kirishish kerakmi yoki yo'qmi – bularning barchasi ma'lumotlar modeli, fazoviy ma'lumotlarni to'plash usulini to'g'ri tanlashga ko'p jihatdan bog'liq bo'ladi.

Ma'lumki, GATda har xil ma'lumotlar almashishi va dastur paketining to'liq almashishi, odatda, foydalaniladigan model ma'lumotlariga yaqin bo'lsa, bu unchalik katta muammo emas.

Individual obyektlar geometrik ma'noda har xil o'lchamga ega bo'lishi mumkin – nuqtaviy (nolinchi uzunlik va kenglik), chiziqli (nolinchi bo'lmagan uzunlikda nolinchi kenglik) va maydonli (2 o'lchamli, nolinchi bo'lmagan kenglik va uzunlik) bo'lishi mumkin.

Obyektning fazoviy ko‘rinishi tushunchasini uning o‘lchamligi tushunchasidan farqlay bilish kerak. Chiziqli fazo (1 o‘lchamli) – bu misol uchun, shossedagi kilometr ustunlari kabi yo‘l uzunligi bo‘ylab koordinata sistemasidir; ikki o‘lchovli (2 o‘lchamli) – bunga misol tariqasida kartografik koordinata sistemalari; fazoning uch o‘lchovli berilishi (3 o‘lchamli) – bu bizning oddiy «real» fazodir.

Fazoviy bu tipda joyning relyefi bilan joydagi obyektlar haqidagi ma‘lumotlar haqida fazoviy ma‘lumotlarni tavsiflash uchun juda qulay bo‘lib, hozirgi «virtual» haqiqiy ko‘rinish atamasini olgan landshaftlarning modellashirilishi – uning ko‘rinishining yuqori darajada realligi va barqarorligini tavsiflaydi.

Anglash qiyin emas, fazoviy tavsiflash o‘lchamligining berilishi obyekt o‘lchami bilan ma‘lum darajada bog‘liq, aynan obyektning maksimal o‘lchamligi uning fazoviy tavsiflash o‘lchamligiga teng. Nuqtaviy va chiziqli obyektlarni chiziqli joylashtirish mumkin, kartada nuqtaviy, chiziqli va maydonli; uch o‘lchamli fazoda – nuqtaviy, chiziqli, maydonli va hajmiy.

Obyektlar har xil toifalarga bo‘linadi va o‘zaro murakkab bog‘liqlikda bo‘ladi, masalan, bosqichma-bosqich iyerarxik tuzilishni hosil qilishi mumkin. Misol uchun, chiziqli obyektlar: daryolar (gidrografiya elementi), temiryo‘llar, avtomobil yo‘llari, ko‘chalarning markaziy chiziqlari (transport tarmoqlari elementlari), neft quvurlari va gaz quvurlari yo‘llari (quvurlar tarmog‘ining elementlari) bo‘lishi mumkin. Avtomobil yo‘llari, misol uchun ko‘plab har xil belgilarga va belgilar qurilmasiga ega sinflarga bo‘linishi mumkin (ma‘nosi, kengligi, harakat polosalari soni, yo‘llar qoplamasi tipi, uning holati, qurilgan vaqti, so‘nggi ta‘mirlash va nazorat vaqti, qandaydir tashkilotga xizmat ko‘rsatish joyiga yaqinligi, harakatlar intensivligi – sutkaning har xil vaqti, hafta kunlari, mavsumga qarab turlicha bo‘lishi mumkin). Ushbu belgilar bo‘yicha yo‘llarning ko‘plab belgili tizimi tasnifini tuzish mumkin, bu qaysi belgilarining muhim, qaysilari unchalik muhim emas deb olinishiga bog‘liq

bo'ladi. Ayonki, bunday xayoliy taqsimlash va har xil toifadagi obyektlarning guruhlariga bo'linishi hayotdagi barcha holatlar uchun absolut bo'lmaydi, u yoki bunisini tanlash bizning oldimizda turgan masalalarga bog'liq. Har bir obyektlarda, agar biz uni mustaqil tarzda deb izohlamoqchi bo'lsak, unga aloqador noyob identifikator, masalan qandaydir raqam, fazoviy ma'lumotlar bazasidan tashqari va mavjud mulohazalar yoki kirish jarayonida unga tegishli maxsus dastur, qandaydir kadastr yoki uning raqamlari tizimi va hokazolar bo'lishi kerak. Bu raqamsiz nom, masalan, boshqa joyda takrorlanmaydigan noyob nom bo'lishi mumkin (faqat o'rganilayotgan sohaning identifikatorlari noyobligini saqlash talab etiladigan qismida). Oxirgi holatda biz ikki darajali taqsimlashga ega bo'lgandek bo'lishimiz mumkin va nom (kod) bu identifikatorning tarkibiy qismi sifatida (obyekt identifikatori prefiksi) qaraladi. Umuman identifikator kerak, aks holda obyekt noyob bo'lmaydi va uni to'liq individual, mustaqil deb talqin qilish mumkin.

Gohida GAT da obyektning joylashishi (o'lchami, shakli va boshqalar) haqidagi axborot juda muhimligi tabiiy hol. Odatda, bunday ma'lumotlar, sonli koordinatalarda yoki boshqa ko'rinishda berilishidan qat'i nazar, uni holat ma'lumotlari (lokator) deb atashadi va identifikatsiya (identifikator) ma'lumotidan farqlashadi.

Obyekt haqidagi qolgan barcha axborot uning atributlari – xarakteristikalari to'plami sifatida qaralishi mumkin. Atributlarni fazoviy va fazoviy bo'lmagan atributlarga ajratish mumkin.

Fazoviy atributlarga maydonli obyektning perimetri va maydon yuzalarini misol qilib olish mumkin. Fazoviy bo'lmagan atributlar turli-tuman bo'lishi mumkin: obyektни tavsiflovchi raqamli, matnli atributlar. Fazoviy atributlar ko'pincha holat parametrlarining funksiyalari bo'ladi, masalan, ayrim vaqtlari o'lchamlari funksiyasiga qarab, ya'ni maydonli obyektning perimetri uning konturida joylashgan nuqtalar koordinatasidan hisoblab topilishi mumkin.

Elementar obyektlar (odatda bu nuqta, chiziq yoki poligon) va birlashmalardan iborat (doimiy va vaqtincha guruhli) noelementar obyektlar (guruhli) haqida gapirish mumkin. Agar bunday guruh, o'z navbatida, noyob (yagona, ko'p qirrali) identifikatorga ega bo'lsa, unda uni mustaqil individual obyekt deb qarash mumkin. Bunday guruhlanish har xil tipdagi obyektlar singari bitta tipdagi obyektlar bazasida yaratilgan bo'lishi mumkin. Oxirgi holda bunday obyektlarni (guruhlarni) kompleks obyektlar deb ataymiz. Shu bilan birga unga guruhlar deb yuritilgan noelementar obyektlar ham kirishi mumkin.

Obyektlar atributlari ustida batafsil to'xtalib o'tamiz. Ular uchun eng muhim xarakteristik foydalanilgan o'lchash shkalasining tipi hisoblanadi. Shkala bo'linmalari umumiy qabul qilinishi bo'yicha «sifatli» va «sonli» shkalalarga bo'linadi: «sifatli» shkalalarga nominal (nomli) va ordinal (tartibli, bosqichli) shkalalar, «sonli» shkalalarga intervalli (intervallar) va ratsional (nisbatli) shkalalar kiradi.

Ta'kidlab o'tish joizki, ushbu bo'linish yozuv shakli kodlash bilan hech qanday umumiylikka ega emas, nominal shkaladagi ma'lumotlar ham son bilan ko'rsatilishi mumkin.

Odatda, bu bo'linishlar kodlangan belgilarga yoki yozuv umumiy shakliga mos kelmaydi, ma'lumotlar nominal shkalada raqamli ko'rinishda berilishi mumkin (oxirida kompyuterda ko'rsatiladi). Lekin bu sonli va sonli bo'lmagan belgilar, bu oddiy sinf kodi, raqam bu yerda faqatgina oddiy nomlanishini o'zgartiradi. Nominal va raqamli shkalalar sharoitida bu sonlar bir qancha arifmetik operatsiyalar tushunchasini bermaydi (raqamli shkalalar uchun – bunda faqat operatsiya bitta tizimga keltiriladi va taqqoslashda «katta–kichik–teng», nominal shkalada esa faqatgina «teng–teng emas» singari taqqoslashga ega). Bundan tashqari, atributlar birlamchi (o'lchangan, kiritilgan) va ikkilamchi hisobiy, boshqa atributlar qiymatlaridan hisoblab topilgan bo'lishi mumkin. Hisoblab topiladigan ikkilamchi atributlarning xususiy holi – bu

obyektlarning pozitsion parametrlaridan hisoblab topiladigan (masalan, perimetr) atributlar (odatda, fazoviy) hisoblanadi.

Zamonaviy GATda biror amalga qo'shish mumkin, masalan, obyektни faollashtirish uchun uni ko'rsatish bilan qandaydir dasturni ishga tushirish. Obyektни faollashtirishda (misol uchun, «O'zbekiston» kartasida «Toshkent viloyati»-ning egallagan maydoni) boshqa kartadan Toshkent viloyati-ning tumanlar bo'yicha bo'linishi yoki viloyat poytaxti Toshkent shahri kartasiga o'tish mumkin bo'ladi. Shunday qilib, bir ramkada tuzilgan (masalan, vektor-topologik) yoki boshqa ramkada tuzilgan (masalan, rastr) ma'lumotlar modeli yoki qandaydir mustaqil obyektning atributlarini birinchi obyektning atributlari sifatida qarash mumkin. Bunda ular orasidagi bog'lanishni turli yo'llar bilan amalga oshirish mumkin. Xususan, mustaqil obyektlar orasida ham, ularning to'plamlari orasida ham iyerarxik bog'lanishlarni o'rnatish yo'li bilan amalga oshirish mumkin. Bularning hammasi ma'lumotlar bazasining juda murakkab va kengaytirilgan tuzilishini yaratishga yordam beradi.

Fazoda, masalan, yer sirtida uzluksiz taqsimlangan ba'zi xossalarni matematik ma'noda maydon sifatida qarash qulaydir. (Umuman aytganda, har xil turlar – skalyar, vektor, tenzorli, uch o'lchamli va ikki o'lchamli, faqatgina yerning ustki qatlamida aniqlangan yoki u bilan bog'liq bo'lmagan kesib o'tgan joyidagina aniqlanadi). Bunga o'xshash uzluksiz xossalarning tipik shakllari quyida berilgan.

Nomuntazam nuqtalar tarmog'i – maydon qiymatiga ega atributlar sifatida ixtiyoriy joylashgan nuqtaviy obyektlardir. Bu tasvirlash usulida fazoviy o'zgaruvchan nuqtalar maydoniga nisbatan zich joylashgan nuqtalar to'plami bo'lmasa, uning adekvat ko'rinishini kafolatlash qiyin. Tarmoq juda ham kamyob bo'lishi yoki tasodifan tanlangan nuqtalar, joyning xarakterli tavsifiga mos kelmaydi, belgi yoki, aksincha, nuqtaning tanlanishi tasodifiy emas va u namunaviy emas (masalan, borish qiyin bo'lgan suvayirg'ich va daryo bo'yidagi

botqoqliklarda emas, balki borish oson bo'lgan joylarda tuproqning barcha kislotalilik ko'rsatkichlari o'lchangan).

Izochiziqlarda tasvirlash usuli – an'anaviy kartografiyada keng tarqalgan usul, odatda, o'zaro izochiziqlar orasidagi maydon haqida hech qanday ma'lumot bo'lmaydi, ikkinchi muammo shundan iboratki, bitta boshlang'ich ma'lumot bo'yicha (odatda, bu noodatiy tarmoq) interpolatsiya va kelgusi tadqiqotlarda izochiziqlar bittagina usul bilan qilinishi mumkin emas. Tasvirlash usuli juda oddiy, lekin tahlil uchun unchalik qulay emas.

«Muntazam model» yetarli darajada zich muntazam fazoviy nuqtalar bilan berilgan har xil variantlar uchun juda qulay. Ayniqsa, bu nuqtalar nomuntazam nuqtalardan interpolatsiya qilingan bo'lmasa, o'lchashlar esa muntazam tarmoq bo'yicha bajarilgan bo'lsa, foydalanish qulay bo'ladi. Ulardan boshqa xohlagan tasvirlash shakliga oson o'tish mumkin.

TIN (Truagulatsiyalangan nomuntazam tarmoq) ma'lumotlari modeli, ancha o'ziga xos bo'lib, maydonlarni, yuza qatlamlarini (masalan, birinchi navbatda – joyning relyefi yuzasini) maxsus tasvirlash uchun mo'ljallangan.

Bu ham nomuntazam nuqtalar tarmog'i, lekin nuqtalar o'ziga xos tanlangan tarmoqdagi to'g'ri kesma bo'lib, (yoni deb ataluvchi – *edges*) tarmog'i bilan bog'langandir, bu to'g'ri kesmalar uchburchaklar to'plamini hosil qiladi.

Vaziyat uchun shu model ma'lumotlaridan foydalanish qulay bo'lib, qachondir o'zgaruvchan maydon (masalan, joy relyefi) har xil hududlarida, masalan, tog'li rayonlar va tog'oldi tekisliklarida turlicha bo'ladi. Lekin ko'pchilik tahliliy masalalarni shunday model tipida bajarish juda qiyin.

Nuqtalar orasida bunday bog'lanishning mavjudligi berilgan uchastkada nuqtalar orasidagi maydon tabiati haqida (shakl yoki sirt) biror tasavvur (chiziqli yaqinlashish) hosil qiladi. Shuning uchun TIN tipidagi model ma'lumotlari sirtlar yuzasining maydonning juda sifatli va ancha tejimli tasvirini olishga imkon beradi. Ayniqsa, bu ma'lumotlar modelini hu-

dudning turli qismlarida maydon o'zgaruvchanligi har xil (masalan, joy relyefidan) bo'lgan, masalan, o'rganilayotgan rayon tog'li va tog'oldi yassi tekisligini o'z ichiga olgan holatda qo'llash qulay bo'ladi. Afsuski, analitik masalalarning ko'pgina tiplarini bunday ma'lumotlar modellari bilan yechish qiyin.

GATda vaziyatni sxematiklashtirib, ma'lumotlar modeli haqida turli ma'noda gapirish mumkin. Birinchidan, fazoviy ma'lumotlarning o'zi ko'proq grafik, pozitsion komponent bo'lib, har xil modelga mos keladigan, ichki tuzilishi bo'yicha har xil tashkil etilgan bo'lishi mumkin. Ikkinchidan, grafik komponentga qiyoslamay har xil modellar to'plamlari ichidagi atribut ma'lumotlarni tashkil etishning turli modellari haqida ham gapirish mumkin.

Nihoyat, aynan GAT uchun xos bo'lgan fazoviy va atributiv munosabatlar yoki soddalik uchun grafik va yozma ma'lumotlar haqida gapirish mumkin. Bunday jihatlarni qismlarga ajratib ko'rib chiqish har doim ham foydali emas, ba'zida model ma'lumotlari fazoviy va atributiv axborotlar bilan qo'shib qaraladi.

9.2. Fazoviy ma'lumotlar tuzilishining asosiy prinsiplari

Fazoviy ma'lumotlarni tashkil etishning ikkita umumiy prinsipini (yaqinlashish) qarab chiqamiz. Bular obyektlar guruhlarining har xil prinsiplarda mantiqan bog'langan juda yuqori tartibli tuzilmalaridir (ular u yoki bu darajada almashinib keluvchi fazoviy obyektlar va ularning atributlari orasidagi o'zaro munosabatlar bo'lishi mumkin).

Birinchisi – ma'lumotlarni qatlamlar bo'yicha (qatlamli) tashkil etish prinsipi (odatda, klassik prinsip deb ataladi), ikkinchisi obyekt – oriyentirlangan yaqinlashish prinsipidir. Bu yerda shuni ta'kidlash joizki, obyekt – oriyentirlangan yaqinlashish prinsipi obyekt – oriyentirlangan dasturlash va yuqorida aytilgan ikki prinsiplar orasidagi «antagonistik qarama-qarshilik» ma'nosida deb tushunmaslik kerak.

Axborotlarni qatlamli tashkil etish prinsipi shundan iboratki, obyektlar bir qancha mavzuli qatlamlarga bo'linish holatida bo'ladi; birorta qatlamga tegishli obyektlar biror mantiqiy (ko'pincha fizik) fizik ma'lumotlar birligini hosil qiladi, masalan, ular bir fayl yoki bitta direktoriyaga to'planadi. Ular boshqa qatlamlardan alohida identifikator tizimiga ega, ularga boshqacha bir to'plam kabi murojaat etish mumkin bo'ladi. Masalan, biz hamma gidrografik obyektlarni yoki barcha shosse yo'llarini yoki barcha o'simlik qoplamiga tegishli hamma obyektlarni bitta qatlamga kiritamiz. Ko'pincha bitta mavzudagi qatlamni gorizontal qatlamga – kartaning analogi bo'yicha boshqa varaqqa bo'lib kiritiladi. Bu asosan ma'lumotlar bazasini boshqarish uchun qulay bo'lishi uchun juda katta hajmdagi fayllar bilan ishlashdan qochish uchun qilinadi. Vektor topologik model ma'lumotlari holi uchun (ya'ni modelning o'zida o'zaro topologik munosabatlar ma'lumotlari bazasida yaratish va saqlashga imkon beruvchi ma'lumotlar uchun) odatda, bir qancha qo'shimcha cheklashlar mavjud – bu bitta mavzuli qatlamning bir varag'iga barcha bir xil geometrik bitta varaqqa obyektlarni bir vaqtning o'zida joylashtirishning imkoni yo'qligidir.

Vektor notopologik ma'lumotlar modeli bu nuqtayi nazardan ko'proq erkinlikka ega, biroq baribir tez-tez va ularda bitta qatlamga faqatgina geometrik tipdagi bitta obyekt joylashadi. Qatlamlar soni qatlamli yaratilishida aniq realizatsiyaga bog'liq mustaqil ravishda deyarli cheklanmagan bo'lishi mumkin. Qatlamli ma'lumotlar yaratishda ko'plab obyektlar guruhlar bilan manipulatsiya qilish, qatlamlarda ko'rsatish, ya'ni bir butun tarzda, masalan, vizuallashtirish uchun qatlam qo'shish yoki olib tashlash, operatsiyalarni belgilash uchun qatlamlarning o'zaro harakatiga asoslangan. Umuman olganda, qatlamli ma'lumotlar yaratishda katta analitik salohiyat mavjud. GAT uchun fazoviy ma'lumotlar modellarini yaratishda vektor – topologik hamda, vektor-notopologik modellar to'plamlari ham, odatda, tez-tez vaziyatlarda foydalaniladi. Uzlüksiz taq-

simlangan belgilarni tasvirlash uchun rastr modellari ma'lumotlari to'plamida qatlamli prinsip ustun keladi.

GATda ma'lumotlarning obyekt-oriyentirlangan prinsipida obyektlar to'plami umumiy xususiyatlariga unchalik diqqat qaratilmaydi (oldingi uslubda keltirilgan modellashirish qatlamga bo'lish orqali), obyektlarning o'zaro munosabatlarida murakkab iyerarxik sxema tasnifi qandaydir obyektlar orasidagi munosabatlarni ko'rsatadi. Obyektlarning o'zaro genetik va bir-biriga yaqin har xil turlarida ularning funksional bog'liqligini tasvirlash uchun qulay bo'ladi.

Umuman, bu uslub qatlamliga nisbatan keng tarqalmagan, sababi obyektlarning o'zaro bog'liqligi barcha tizimining katta qiyinchiliklari bilan bog'liq. Ma'lumotlar bazasi tuzilishining shakllanish davrida juda katta mehnat talab etishi mumkin. Shuningdek, ayrim belgili qiyinchiliklar asosan o'zgarishlar natijasida shakllanayotgan yangi ma'lumotlar bazasi tuzilishida ayrim qiyinchiliklar paydo bo'lishi mumkin. Tabiiy obyektlar haqidagi ma'lumotlar uchun ko'pchilik vaziyatlarda qatlamli uslubdan foydalaniladi. Shuningdek, GAT rastr tasvirlash uchun obyektli uslub samarali foydalaniladi.

Hozirgi davrda GATdagi ma'lumotlar modellarida asosan qatlamli prinsip ko'proq ustun keladi. Bu ikki prinsip (agar chegaraviy hollar rad etilsa), bir-biriga umuman zid emas. Bunda har ikkala uslubdan birga foydalanish mumkin. Kelajakda ularning o'zaro aloqasini kutishimiz mumkin, bu tendensiya aniq ko'rinib turibdi. Biroq hozirgi kunda tizimlar orasida bu ikki yondashuvdan foydalanuvchi ma'lumotlar almashish muammosi yuzaga kelishi mumkin. Ayrim vaziyatlarda GATda faqatgina obyekt-oriyentirlash yondashuvi texnogen obyektlar bo'yicha ishlaganda samaralidir, degan fikrlar aytiladi, qatlamli esa tabiiy obyektlar bilan ishlashda va ikkala holatdan foydalanib ishlaganda samarali bo'ladi.

Geoaxborot texnologiyalari kompyuter usullarini kiritib, amaliyotga ko'plab va ko'plab ilm sohalarida foydalanish imkoniyatini berdi. Bungacha kompyuterlardan foydalanish

cheklangan va yordamchi vosita edi, kompyuterdan foydalalanishga ko'plab mutaxassislar o'tkazildi, ayrim foydalanuvchilar GAT bilan amaliy tanishmagunga qadar biror axborot texnologiyalarini ishlatishni bilishmagan. Bu esa geoinformatikani o'qitishni susaytirib qolmasdan, texnologiyani amaliy o'zlashtirishni qiyinlashtiradi. Ularning ayrimlarini ma'lum darajada muammolar deb atashimiz mumkin, bu haqda yetarli darajada yuqorida ham ta'kidlangan.

1. Ko'plab foydalanuvchilar nimani xohlashini aniq bilishmaydi. Ma'lumotlar modelini tanlash va ma'lum bir masalani yechish masalasini qo'yish jarayoni dasturiy ta'minot va aniq texnologiyalari o'zaro chambarchas bog'liq. Ushbu bosqichlarda zarur amaliyotchi mutaxassis masalani yetarli darajada shakllantiruvchi va tizimli tahliliy rolni bajaruvchi umumiy geoinformatika mutaxassisi kerak. Ma'lumki, bu jarayon interativ ketma-ket yaqinlashish usullari bilan bajarilishi lozim.

2. Foydalanuvchilar qandaydir dasturiy ta'minlanishni qo'llash o'z-o'zidan muammoni yechishi mumkin, deb o'ylashlari mumkin. Lekin hech qanday eng mukammal ishlov berish va tahlil vositalari ham sifatli ma'lumotlar bilan ta'minlamasdan va masalani aniq qo'ymasdan turib, hech qanday muammoni yetarli darajada hal qilib berishga qodir emas.

3. Amaliyotda bajarish mumkin bo'lgan ayrim nazariy ishlar qo'shimcha ma'lumotlarni to'plash hisobiga juda qimmat bo'ladi, algoritmnlarni yechishda hatto zamonaviy kompyuter tizimlarida ham katta hisoblashlarni amalga oshirish talab etiladi. Zamonaviy dasturlar vositasida ba'zi tahlil uslublarini qo'llash muayyan vaziyatlarda (holatlarda) (obyektlar soniga cheklovlar) yetarli bo'lmay qolishi mumkin.

Nazorat uchun savollar

1. Ma'lumotlar modelini tatbiq qilish deganda nimani tushunasiz?

2. Ma'lumotlar modelining qanday maxsus turlari mavjud?

3. Ma'lumotlar qatlamli tuzilishda qanday prinsiplarga asoslanadi?

4. Obyekt-orientirlangan prinsip deganda nimani tushunasiz?

5. Chiziqli obyektlarga nimalar kiradi va ularni tushuntirib bering.

Glossariy

Fazoviy ma'lumotlar modellari – real obyektlarning formal raqamli tavsifi mantiqiy qoidalarini fazoviy obyektlar sifatida aks ettirish

Vektor model – obyektlar «geometriyasi» va ularni fazoviy lokallashtirishni tavsiflovchini koordinata juftlari to'plami bilan fazoviy obyektlarni tasvirlash

Rastr model – tasavvurda bashorat qilingan fazoviy obyektlar va ularning uzluksiz geografik o'zgarishi oxirgi yacheykalar o'lchamli to'plami – kodlangan rastr orqali tasvirlash

Delone triangulatsiyasi – bir-biri bilan kesishmaydigan kesmalardan tuzilgan ko'plab nuqtaviy obyektlardan tashkil topgan uchburchaklardan poligonal tarmoqlarni yaratish texnologiyasidir

Chiziqli koordinatalar sistemalari (Linear referencing) – o'lchangan chiziqli fazoviy obyektlarning geografik joylashishiga nisbatan geografik ma'lumotlarni saqlash usuli.

Dinamik segmentatsiya (Dynamic segmentation) – hodisalarning joylashishini kartada hisoblab topish jarayoni bo'lib, ular hodisalar jadvalida chiziqli koordinatalar sistemasini o'lchash yordamida saqlanadi va o'zgaradi va kartada tasvirlanadi

Topologiya – geoma'lumotlar bazasida geometrik munosabatlarni juda aniq tahrir vositalari va texnologiyalari bilan birga modelashtirishga imkon beruvchi qoidalar to'plami

Trek – trek identifikatori yoki ID trekning umumiy maydonidagi voqealar to'plami

Yo'naltirilgan vektorlar – kuzatilayotgan obyekt yo'nalishini va uning ko'chish tezligini ko'rsatuvchi strelkalar

Real vaqtli ma'lumotlar – Esri Tracking Server ga yoki GPSga ulanganda olinadigan vaqtli ma'lumotlar

Ma'lumotlar modeli – ma'lumotlarning raqamli tasvirlanishi

Ma'lumotlar bazasi – maxsus tashkil etilgan yozuvlar va fayllar to'plami

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Albert K.W., Yeung, G., Brent Hall. Spatial Database Systems Design, Implementation and Project Management, Springer, 2007.
2. Alias Abdul-Rahman, Morakot Pilouk, Spatial Data Modelling for 3D GIS. Springer, 2007.
3. Atsuyuki Okabe, Barry Boots, Kokichi Sugihara, Sung Nok Chiu, Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams // Second Edition Willey. 2000.
4. Carlo Batini, Stefano Ceri, Shamkant B. Navathe Conceptual database design, An Entity-Relationship Approach. Benjamin. Cummings, 1992.
5. David DiBiase, Michael DeMers, Ann Johnson, Karen Kemp, Ann Taylor Luck, Brandon Plewe, Elizabeth Wentz, Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge, Association of American Geographers Published, 2006.
6. Han J., M. Kamber. Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann, 2001.
7. Jochen Renz. Qualitative Spatial Reasoning with Topological Information. Springer, 2002.
8. Marc van Kreveld, Jurg Nievergelt, Thomas Roos, Peter Widmayer, Algorithmic Foundations of Geographic Information Systems. Springer, 1997.
9. Mario A. Gomasasca, Basics of geomatics. Springer, 2004.
10. Markus Schneider, Spatial Data Types for Database Systems Finite Resolution Geometry for Geographic Information Systems. Springer, 1997.

11. Markus Schnieder, Spatial Data Types for database systems. Finite resolution geometry for GIS. Springer, 1997.
12. Nikos Mamoulis, Spatial Data Management. Morgan & Claypool Publishers, 2012.
13. Robert Laurini, Derek Thompson, Fundamentals of spatial information systems. 1992.
14. RodolpheDevillers, Robert Jeansoulin. Fundamentals of Spatial Data Quality, ISTE, London, 2006.
15. Samet H. The Design and Analysis of spatial data structures. AddisonWesley, 1994.
16. Sikha Bagui, Richard Earp, Database Design Using Entity-Relationship Diagrams. Auerbach Publications, 2003. 242 p.
17. Wenzhong Shi, Peter F.Fisher, Michael F.Goodchild Spatial Data Quality. 2002.
18. Yannis Manolopoulos, Apostolos N. Papadopoulos and Michael Gr. Vassilakopoulos. Spatial databases: technologies, techniques and trends., Editors. Idea Group Inc, 2004.
19. Zeiler M., Modeling our world: The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI Press USA, 2001.

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>.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I bob. MA'LUMOTLARNI MODELLASHTIRISHNING ASOSIY PRINSIPLARI	6
1.1. Fazoviy ma'lumotlar modellari	6
1.2. Vektor model	6
1.3. Rastr model	7
1.4. Fazoviy masalalarni modellashtirish	8
1.4.1. Tasavvur modellari	8
1.4.2. Jarayonlar modellari	9
1.4.3. Jarayonlar modellarining turlari	10
1.5. Fazoviy ma'lumotlarni yechishning konseptual modeli	10
1.6. Rastr tahlil va tushunchasi	12
1.6.1. Rastr ma'lumotlari to'plami tushunchasi	12
1.6.2. Rastr ma'lumotlari to'plami kompozitsiyasi	13
1.6.3. Yacheyka.....	14
1.6.4. Qatorlar va ustunlar	14
1.6.5. Belgilar.....	15
1.6.6. Zonalar	16
1.6.7. Regionlar.....	17
1.6.8. «Ma'lumotlar yo'q» belgisi	17
1.6.9. Bog'langan jadvallar	18
1.6.10. Nom.....	19
1.7. Koordinatalar fazosi va rastr ma'lumotlari to'plami	20
1.8. Rastr ma'lumotlarini fazoviy bog'lash	21
1.9. Polinomial transformatsiya	22
1.10. Rastr ma'lumotlari to'plamini proyeksiyalash	22
1.11. Geometrik transformatsiya	23
1.12. Chiziqli bog'lash.....	24
<i>Nazorat uchun savollar.....</i>	<i>27</i>
II bob. GAT TAHLILLARIDAGI FAZOVIIY MUNOSABATLAR.....	28
2.1. Umumiy tushunchalar.....	28

2.2. Raqamli kartalarning topologik tuzilishi	29
2.3. Hisoblash geometriyasining algoritmlari.....	31
2.3.1. Chiziqlarning kesishishi.....	31
2.3.2. Poligonlar bilan operatsiyalar	36
<i>Nazorat uchun savollar</i>	37

III bob. TRIANGULATSIYALANGAN NOMUNTAZAM

TARMOQ (TIN)	38
3.1. Umumiy tushuncha	38
3.2. Delone triangulatsiyasi	38
3.3. TINda modellardan foydalanish	39
<i>Nazorat uchun savollar</i>	42

IV bob. CHIZIQLI KOORDINATALAR SISTEMALARI 43

4.1. Umumiy tushunchalar.....	43
4.2. Chiziqli koordinatalar sistemalaridan foydalanish	44
4.3. Dinamik segmentatsiya.....	46
4.4. Chiziqli koordinatalar sistemalarining asosiy atamaları	46
4.5. Ko'cha va shosse (asfalt yotqizilgan katta yo'l).....	47
4.6. Tranzit tashishlar.....	49
4.7. Temiryo'llar	50
4.8. Neft va gaz qazib chiqarish.....	51
4.9. Quvurlar	52
4.10. Suv resurslari	53
4.11. Marshrut bo'ylab nuqtaviy obyektlarning joylashishi.....	53
4.12. Marshrut bo'ylab poligonal obyektlarning joylashishi	54
4.13. Marshrut bo'ylab chiziqli obyektlarning joylashishi.....	55
<i>Nazorat uchun savollar</i>	56

V bob. GEOINFORMATIKADAGI NOANIQ TO'PLAMLAR...57

5.1. Umumiy tushunchalar.....	57
5.2. Intervalli hisoblash.....	58
5.3. Intervallar funksiyalari.....	61
5.4. Cho'qqilar usuli	61
5.5. Noaniq to'plamlar tushunchasi	62
5.6. Noaniq to'plamlar nazariyasi usullari.....	63
5.7. Umumlashtirish prinsipi	68
5.8. Tegishlilik funksiyalari qiymatlari sohasining shakllari	68

5.9. Geterogen noaniq to'plamlar	68
5.10. Noaniq operatorlar	69
5.11. Noaniq to'plamlar va lingvistik o'zgaruvchilar	70
Nazorat uchun savollar	71
VI bob. TOPOLOGIYA ASOSLARI	72
6.1. Umumiy tushunchalar.....	72
6.2. Topologiyadagi obyektlar uchun umumiy geometriyadan foydalanish	73
6.3. Topologiya qoidasi	78
6.4. Obyektlarning fazoviy munosabatlaridan foydalanish va ularning topologik qoidalarni berishdagi tabiati	78
6.5. Topologiyani nazorat qilish	79
6.6. Xatolar va istisnolar	79
6.7. Hududlarning o'zgarishi va uni nazorat qilish	81
Nazorat uchun savollar.....	82
VII bob. VAQTLI MA'LUMOTLAR	83
7.1. Vaqqli ma'lumotlar tushunchasi.....	83
7.2. Ma'lumotlar manbalari	83
7.3. Ma'lumotlarning tuzilishi	84
7.4. Trek identifikatori maydoni.....	85
7.5. Vaqt ma'lumotlari simvollar	85
7.6. Voqealar uchun bazaviy simvollar	86
7.7. Eng so'nggi voqealarni simvolik tasvirlash	86
7.8. Har bir trekdagi faqat eng so'nggi voqeani simvolik tasvirlash ...	87
7.9. Kelgusida yuz beradigan voqealarni tasvirlash	88
7.10. Trek chiziqlarini simvolik tasvirlash.....	89
7.11. Yo'naltirilgan vektorlarni simvolik tasvirlash	89
7.12. Atributiv voqealar uchun yozuvlarni shakllantirish	90
7.13. Eng so'nggi voqealar uchun yozuvlarni yaratish	91
7.14. Simvollarining global xossasidan foydalanish	91
7.15. Oddiy va murakkab vaqqli voqealar	91
7.16. Vaqqli ma'lumotlar bo'yicha qayd qilingan murakkab voqealarni qo'shish	94
7.17. Real vaqt ma'lumotlari tushunchasi va atamalari	95
7.18. Tracking Server real vaqt ma'lumotlariga ulanishni sozlash	95
7.19. GPSni treking qatlami sifatida qo'shish	96
Nazorat uchun savollar.....	97

VIII bob. FAZOViy MA'LUMOTLARNING SIFATI	98
8.1. Tahlil ma'lumotlari vositalari	98
8.2. Fazoviy nazorat	99
8.3. Atributlarni nazorat qilish	99
8.4. Obyektlarning butunligini nazorat qilish	99
8.5. Metama'lumotlarni nazorat qilish	100
8.6. Ma'lumotlarni boshqarishni tekshirish	100
8.7. Interaktiv tahlil vositalari	101
8.8. Topshiriqlar paketi	101
8.9. Ma'lumotlar bazasidan tanlashni yaratish	102
8.10. Tahlil natijalarini boshqarish va saqlash	102
8.11. Tahlil natijalari bilan ishlash	103
8.12. Tahlil natijalarini yakunlash	103
8.13. Bog'lash aniqligini baholash	103
8.14. Valentlilikni nazorat qilish	105
8.15. Qo'llab-quvvatlanuvchi metama'lumotlar manbalari	105
8.16. Metama'lumotlar andozasini qo'llab-quvvatlash	106
<i>Nazorat uchun savollar</i>	107
 IX bob. MA'LUMOTLAR MODELINI TATBIQ QILISH.....	108
9.1. Ma'lumotlar modeli va ularning xilma-xilligi	108
9.2. Fazoviy ma'lumotlar tuzilishining asosiy prinsiplari	115
<i>Nazorat uchun savollar</i>	118
 Glossariy.....	120
Foydalanilgan adabiyotlar	121

Polat Rasbergenovich Reymov,
Yaxshimurad Gulimbayevich Xudaybergenov,
Mamanbek Polatovich Reymov

FAZOVIIY MA'LUMOTLAR MODELLARI

O'quv qo'llanma

Muharrir M. Po'latov
Badiiy muharrir M. Odilov
Kompyuterda sahifalovchi U. Raxmatov

Nashr. lits. AI № 174. Bosishga ruxsat 22.12.2015-y.da berildi.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. Ofset qog'ozi №2. «Times» garniturası.
Shartli b.t. 7,4. Nashr-hisob t. 7,6. Adadi 100 dona.
73-buyurtma.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.
100084, Toshkent, Kichik halqa yo'li, 7-uy.

30216-25T

«HUMOYUNBEK-ISTIQLOL MO'JIZASI»
bosmaxonasida chop etildi.
100000, Toshkent, Amir Temur, 60^{«A»}-uy.