



528
RU-34.

90/2

**MA'LUMOTLARNI
OLISH VA
INTEGRATSIYALASH**



528
84-34.

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

**Z.D. Oxunov, I.O' Abdullayev,
A.S. Ro'ziyev, G.Z. Yakubov**

MA'LUMOTLARNI OLISH VA INTEGRATSIYALASH

O'quv qo'llanma

O'quv qo'llanma SA311502– “Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)”
mutaxassisligiga mo'ljallangan

«Sano-standart» nashriyoti
Toshkent–2017

UO‘K: 528(075.8)

KBK: 26.3

M 34

Ma'lumotlarni olish va integratsiyalash/o'quv qo'llanma:

Z.D. Oxunov, I.O'. Abdullayev, A.S. Ro'ziyev, G.Z. Yakubov. -T.: «Sano-standart» nashriyoti, 2017-yil. – 316 bet.

Ushbu o'quv qo'llanma oliy ta'lim muassasalarining 5A311502 – «Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)» magistratura ta'lim yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalariga mo'ljallangan.

O'quv qo'llanma 8 bobdan iborat bo'lib, unda GAT uchun ma'lumotlarni olish va yig'ish usullari, ma'lumotlar manbalaridan foydalanish prinsiplari, olingan ma'lumotlarni o'zaro almashish imkoniyatlari hamda ma'lumotlardan foydalanishning huquqiy jihatlari va foydalanish etikasi masalalari atroflicha bayon etilgan.

Kitobdan katta ilmiy xodim-izlanuvchilar va oliy ta'lim muassasalarining o'qituvchilari hamda geodeziya fanini o'rganayotgan OO'YU talabalari ham foydalanishlari mumkin.

Taqrizchilar:

Geodeziya va kartografiya Milliy markazi bosh muhandisi **X. Magdiyev,**

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrasi dotsenti,

t.f.n. **H. Muborakov,**

TAQI geodeziya va kadastr kafedrasi dotsenti,
i.f.n. **A. Babajonov.**

O'quv qo'llanma TEMPUS GE-UZ – “Geoinformatika: O'zbekistonda barqaror rivojlanishga erishishni ta'minlash” loyihasi ko'magida dotsent Z.D. Oxunovning umumiy tahriri ostida nashrga tayyorlandi.

UO‘K: 528(075.8)

KBK: 26.3

ISBN: 978-9943-5001-4-3

© «Sano-standart» nashriyoti, 2017

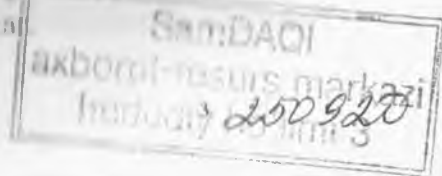
© Z.D.Oxunov, I.O'.Abdullayev, A.S.Ro'ziyev,
G.Z.Yakubov, 2017

SO‘Z BOSHI

Ushbu o‘quv qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim muassasalarida TEMPUS GE-UZ – «Geoinformatika: O‘zbekistonda harqaror rivojlanishga erishishni ta’minlash» loyihasi asosida geoinformatika sohasiga oid ko‘zda tutilgan yangi 5A311502 – «Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)» magistratura mutasaddisligi dasturiga asosan yozilgan.

Qo‘llanmada pozitsirlash asoslari, ya’ni yer sirtini plan, karta yoki joyning raqamli modeli sifatida tasvirlashda qo‘llaniladigan koordinatalar va balandliklar sistemalari, kartografik proyeksiyalar, geoboxorot tizimlari (GAT) uchun ma’lumotlar olish va yig‘ish, chunonchi, yer usti syomkalari, stereofotogrammetriya va Yerni masofadan zondlash materiallari hamda global navigatsion sun’iy yo‘ldosh sistemalaridan foydalanib ma’lumotlarni olish va yig‘ish, ma’lumotlar integratsiyasi, ya’ni rastr va vektor ma’lumotlarni ishlash chiqish va koordinatali bog‘lash, ma’lumotlarni tasniflash va birlashtirishda qo‘llaniladigan kataloglar, ma’lumotlar va meta-ma’lumotlar, ularning sifat ko‘rsatkichlari va baholash prinsiplari, ma’lumotlardan foydalanishning huquqiy tomonlari va foydalanish etikasi masalalari bayon qilingan. Shuningdek, zamonaviy geodezik va fotogrammetrik asboblardan va texnologiyalar yordamida GAT uchun ma’lumotlar olish va yig‘ish, chunonchi, global pozitsirlash sistemasi (GPS) va global navigatsion sun’iy yo‘ldosh sistemasi (GLONASS), elektron taxometrlar, elektron-raqamli nivelirlar, fideles sistemalari, yer usti lazer skanerlarining ishlash prinsiplari va shu bilan o‘lchashlarni bajarish texnologiyalari haqida ham atroflicha ma’lumotlar keltirilgan.

Ma’lum qo‘llanma bu sohada ilk kitob bo‘lganligi bois mualliflar bildirgan barcha fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.



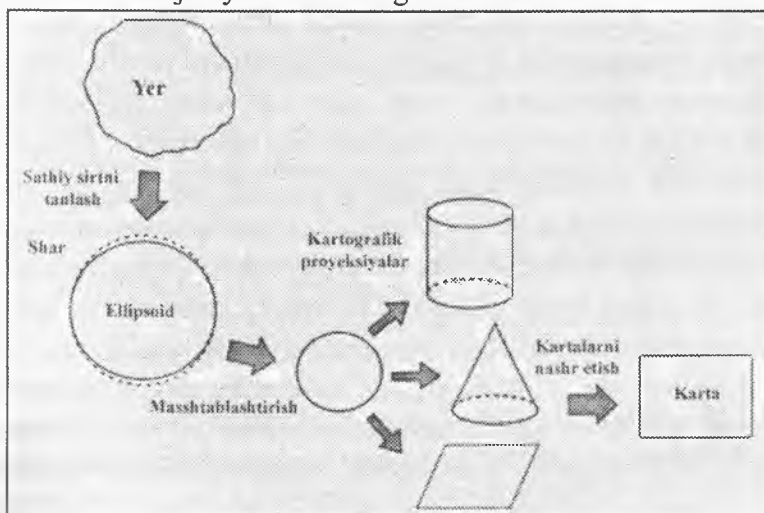
I BOB. POZITSIRLASH ASOSLARI

1.1. Pozitsirlash mohiyati. Yer shakli va o'lchamlari to'g'risida ma'lumotlar

Pozitsirlash – kuzatilayotgan obyektlarning fazoviy-vaqtli holati parametrlarini aniqlash demakdir. Obyektning koordinatalari (nuqtalar orasidagi koordinatalar orttirmalari), kuzatish vaqti va boshqalar bunday parametrlar bo'lib hisoblanadi.

Pozitsirlashning asosiy maqsadi yer sirtida o'lchab topilgan nuqtalar va obyektlarning planli o'rnini qog'ozda (yoki dekart koordinatalar sistemasida) minimal o'zgarishlar bilan tasvirlashdan iborat.

Pozitsirlash mohiyatini sxemadan mufassalroq ko'rish mumkin. Bunda pozitsirlashning yakuniy bosqichi hisoblanadigan grafik materiallar – kartalarni tuzish uchun 1.1-rasmda keltirilgan bir qancha dastlabki jarayonlarni amalga oshirish lozim.



1.1-rasm. Pozitsirlash sxemasi

Qo'yilgan maqsadga va yer sirtini minimal o'zgarishlar bilan tasvirlash talabiga binoan yer shakli matematik modelga to'g'ri keladigan shar yoki ellipsoid deb qabul qilinadi. So'ng matematik qonunlarga asoslangan kartografik proyeksiya tanlanib, yer sirtida

hajarilgan o'lchashlar natijalari bo'yicha nuqtalar va obyektlar karta va planlarda tasvirlanadi.

Masulaning tarixi. Olimlar qadimdan o'zlari yashayotgan sayyora – yerning shakli va o'lchamlarini aniqlash va bilishga intilganlar. Miloddan 6 asr ilgari Pifagor tomonidan Yerni sharsimon shaklda deb e'tirof etilgani fanga ma'lum. Undan taxminan 200 yildan so'ng Aristotel Oynning tutilishi vaqtida yerning soyasi dumaloq bo'lishiga asoslanib, yerning sharsimon shaklda ekanligini ta'kidlab o'tdi.

O'rta osiyolik olimlar al-Xorazmiy, al-Farg'oniy, Abu Rayhon Beruniy yerning shakli va o'lchamlarini aniqlashga katta hissa qo'shganlar. Masalan, Abu Rayhon Beruniy ufq pasayish burchagini o'lchash orqali yer radiusi 6339,58 km ga teng bo'lishini aniqladi.

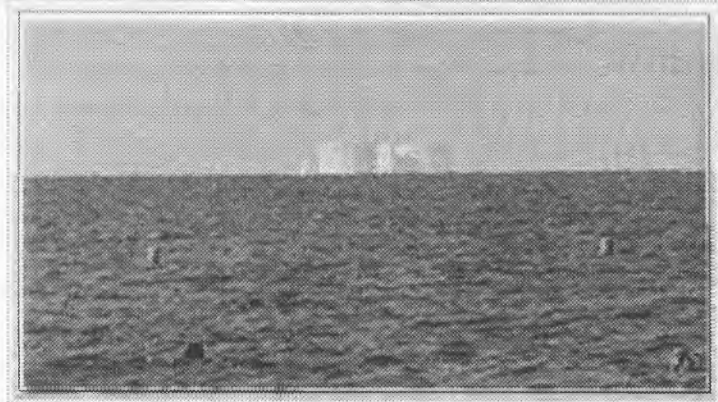
Yer shaklining shardan farqlanishini birinchi bo'lib I. Nyuton e'tirof etdi. U 1682-yili e'lon qilgan nazariya – Butun dunyo tortish qonuniga binoan, yer o'z o'qi atrofida ma'lum tezlikda aylanishi natijasi u shar shaklida bo'lmay, balki ikki qutblari bo'yicha siqilgan steroid (ellipsoid) shaklida ekanligini ma'lum qildi.

Yer shakli nazariyasining keyinchalik rivojlanishini Gyukens, Kassin, Maklaren, Delambr, Lagranj, Laplas, Lejandr, Bessel, Klark, Listing, Gelmert, Xeyford, Krasovskiy va boshqalarning ishlarida ko'rish mumkin.

Ma'lumki, yer shaklini qanday ifodalash uning o'lchamlarini qanchalik aniqlik bilan hisoblab topishga bog'liqdir. yerning tabiiy yuzasi, ya'ni topografik sirti past-balandlik, tekislik va tog'liklardan iborat bo'lib, u o'ziga xos noaniq va murakkab shaklga ega.

Yuqorida aytib o'tilganidek, yer shaklini Pifagor va boshqa olimlarning fikrlariga asosan matematik nuqtai nazardan hisoblashlarni osonlashtiruvchi oddiy geometrik shakl – shar deb qabul qilish mumkin. Yer sirtini ifodalovchi bunday shakldan ko'pincha astronomik va navigatsion hisoblashlarda foydalaniladi. Shar Yerning haqiqiy shakliga yaqin bo'lib, bir qator maqsadlarni qonuniyatlar ham, qit'alar va okeanlarni qamrab oladigan katta masofalarni o'lchashlar bilan bog'liq geodezik maqsadlar uchun aniqroq shakl va o'lchamlar zarur.

Ta'kidlash joizki, yer sirtining yassiligi tushunchasi uncha katta bo'lmagan yer maydonlarini syomka qilishda qo'l keladi va ularning plani yer egriligini hisobga olmay tuziladi. Quyidagi rasmda yer sirtining yassiligini uning kichik bo'lagida tasavvur etish mumkin.



1.2-rasm. Ispaniya, Valensiya (Playya-de-la-Malvarrosa)da Erning ko'rinishi

Ma'lumki, geodeziyada yerning asosiy sathiy yuzasi boshlang'ich yuza deb qabul qilingan. Tinch holatdagi okean va dengiz suvlari sathining fikran qit'alar ostidan shovun chizig'iga perpendikulyar qilib davom ettirishdan hosil bo'lgan shakl *geoid* deb ataladi.

Geoid shakli juda murakkab bo'lganligi tufayli uni matematik formula orqali ifodalashning imkoni yo'q. Gauss tomonidan geoidga berilgan ta'rifga ko'ra, "Erning matematik shakli" dumaloq ravon shakl bo'lsa ham, yer qobig'ining haqiqiy sirtiga mos kelmaydi. Bunday sirtni faqat ko'pqamrovli gravitatsion o'lchashlar orqali aniqlash mumkin.

O'z ta'rifiga binoan, geoid bu barcha nuqtalarida og'irlik kuchiga normal sirt hisoblanadi. Agar yer butunlay okean suvlari bilan qoplanib, fazodagi boshqa jinslarning tortilish ta'siriga duch kelmaganida, u to'la-to'kis shar shakliga ega bo'lar edi. Amalda esa turli joylarda yer sirti geoiddan ancha farq qilishi mumkin. Bunga yer qobig'ida massalarning teng joylashmaganligi ta'sirida markazga tortilish kuchlari yo'nalishi, demak, og'irlik kuchi yo'nalishi o'zgarishi sababdir.

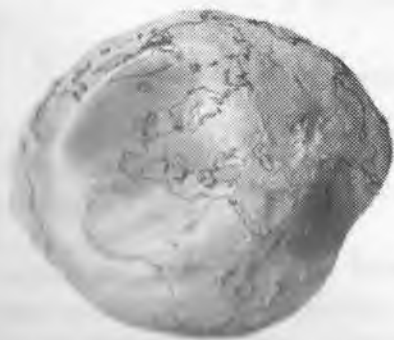
Geoid shaklini quruqlikda o'rganish uchun M.S. Molodenskiy tomonidan qo'shimcha sirt – **kvazigeoid** deb nomlangan sirt kiritilgan. Bu sirt yer ustining astronomik – geodezik va gravimetrik o'lchashlari majmuasini bajarib aniqlanadi. Kvazigeoid geoid sirtidan tekis joylarda 2–4 sm va tog'li joylarda 2 metrgacha farq qiladi. Dengiz va okeanlarda bu har ikkala sirt to'la bir-biri bilan to'g'ri keladi.

Uz bilimni to'g'risidagi ilm-fan sohasida amalga oshirilgan tadqiqotlar Yerning shakli va o'lchamlarini aniqlashda yaxshi natijalarga erishishga sabab bo'ldi.

2009-yil mart oyida Yevropa Kosmik Agentligi (EKA) tomonidan Yerning gravitatsion maydoni va okeanlar sathida almashtiruvlarni aniqlash va kuzatish uchun Explorer (GOCE) sun'iy yo'ldoshi koinotga chiqarildi.

1.1-rasmda keltirilgan Yerning modeli uning gravitatsion ta'sirlanishlarini sun'iy yo'ldosh o'lchashlari orqali olingan.

Geodeziya va geofizikaning yaqin 200 yillik tarixi davomida qabul qilingan muhim tushuncha bo'lmish geoid sirti yuqori aniqlik bilan asirgi o'n yillikda kashf etildi.



1.1-rasm. Yerning haqiqiy shakli

Ta'kidlash joziki, birinchi yaqinlashishda yer shaklini shar, ushbu radiusini 6371,3 km deb qabul qilish mumkin. Lekin Yerni sharoit shaklida ifodalash hisoblash aniqligi faqat 0,05% dan oshmaydigan masalalar uchun to'g'ri keladi. Shu sababli syomkalar

va pozitsirlash uchun zaruriy sirt sifatida geoid shakliga yaqin bo'lgan boshqa matematik shakl – **ellipsoid** qabul qilingan. Bunday geometrik shakl Yerning qutblarida siqilishi va ekvatorida esa kengayishi natijasida hosil bo'lganligi tufayli geodeziyada aylanma ellipsoid deb nomlanadi.

Kosmonavtika sohasida ham yer shaklini ifodalash uchun aylanma ellipsoid yoki geoid tanlanadi. Shunga ko'ra, geoid olinsa astronomik koordinatalar sistemasi, aylanma ellipsoid olinsa, geodezik koordinatalar sistemasi qo'llaniladi.

Oliy geodeziyada aylanma ellipsoid umumiyer ellipsoidi deb nomlanadi. Yer ellipsoidi 3 ta asosiy parametrga ega:

1. **a**– katta yarim o'q (ekvatorial radius).
2. **b**– kichik yarim o'q (qutbiy radius).
3. $\alpha = \frac{a-b}{a}$ – geometrik (qutbiy) siqilish.

Keltirilgan parametrlardan har qanday ikkitasi ellipsoid shaklini ifodalash imkoniga ega. Geodezik maqsadlarda ko'pincha katta yarim o'q **a** va siqilish koeffitsienti **α** dan foydalaniladi.

Bundan tashqari, ellipsoidning boshqa parametrlari ham mavjud:

$$\text{birinchi ekscentrisitet } e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a};$$

$$\text{ikkinchi ekscentrisitet } e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2}} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{b}.$$

Amalda yer ellipsoidini Yerning tanasida orientirlash kerak bo'ladi. Shartga ko'ra orientirlash shunday amalga oshirilishi lozimki, bunda astronomik va geodezik koordinatalarining farqi minimal bo'lsin.

Referens-ellipsoid – o'lchamlari aniqlangan va yer sirtida ma'lum holatda orientirlangan (joylashtirilgan) ellipsoiddir. Boshqacha qilib aytganda, bunday ellipsoidning sirti geoid sirti bilan faqat Yerning qaysidir bir qismida eng mos keladi, ya'ni referens-ellipsoidning shakli alohida davlat yoki bir qancha davlatlarning hududlari uchun mos keladigan sirt hisoblanadi.

Odatda, referens-ellipsoidlar mamlakat hududida yagona koordinatalar sistemasini joriy etish va geodezik o'lchashlarni ishlab

chiqish uchun qonun bilan rasmiylashtirilgan holda qabul qilinadi. Bugungi kunga qadar ayrim Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi (MDH) mamlakatlarida, jumladan O'zbekistonda Krasovski referens-ellipsoidi qabul qilingan. 1.1-jadvalda referens-ellipsoidlar va ularning parametrlari keltirilgan.

1.1-jadval

Referens-ellipsoidlar va ularning parametrlari

№	Referens - ellipsoidlar	Yil	Mamlakatlar	a, m	$1/a$
1.	Delambr	1810	Fransiya	6 376985	308,6465
2.	Everest	1830	Hindiston, Pokiston, Nepal, Shri-Lanka	6 377276	300,802
3.	Bessel	1841	Germaniya, Rossiya (1942-yilgacha)	6 377397	299,152
4.	Klark	1866	AQSH, Kanada, Lotin va Markaziy Amerika	6 378206	294,978
5.	Neyford	1910	Yevropa, Osiyo, Janubiy Amerika	6 378388	297,0
6.	Krasovskiy	1940	Rossiya, MDH davlatlari, Sharqiy Yevropa	6 378245	298,3

Umuman olganda, yer tanasida orientirlangan referens-ellipsoid quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

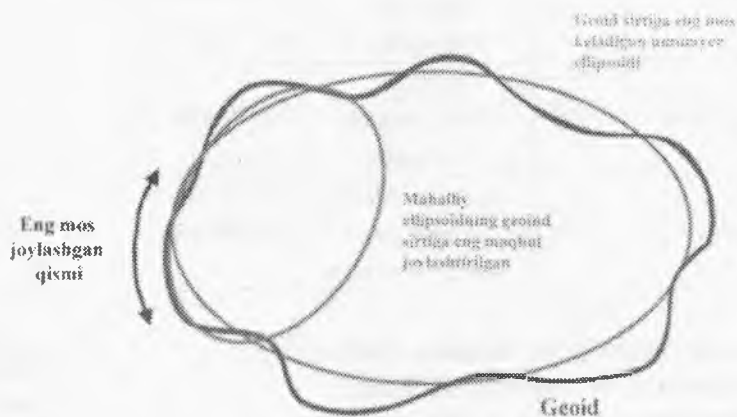
- ellipsoidning kichik yarim o'qi Yerning aylanish o'qiga parallel bo'lishi;

- berilgan mintqa hududida ellipsoidning sirti iloji boricha poid kiritga yaqin joylashishi kerak.

Referens-ellipsoidni yer tanasida joylashtirib bog'lash uchun geodezik tarmoq boshlang'ich punktining geodezik koordinatalari V_0 , L_0 , H_0 va qo'shni punktga qarab boshlang'ich azimuti A_0 berilgan bo'lishi kerak. Ushbu qiymatlarning majmuasi boshlang'ich geodezik qiymatlar hisoblanadi.

Erning umumiy o'rtacha sirtini ifodalovchi yuzaga o'rtacha yer ellipsoidi sirti deb aytiladi. Umuman olganda, geoidning meridional egri sirti dengiz va okeanlarning o'rtacha sathiga yaqin bo'lganligi tufayli unga hajmi bo'yicha eng mos sirt yer ellipsoidi hisoblanadi.

Geodeziyaning global masalalari uchun umumiyer ellipsoidi ideal asos bo'lib xizmat qilsa, yer qobig'idagi harakatlarni o'lchash va shunga o'xshash boshqa masalalarni hal etishda mahalliy ellipsoidlar (referens-ellipsoidlar) eng maqbul hisoblanadi. Chunki geodezik o'lchashlar natijalarini matematik asos sirtida ishlab chiqishda ushbu sirt mahalliy ellipsoidning egri sirtiga to'g'ri kelishi kerak. Aks holda katta chetlanishlar yuz berishi mumkin. 1.4-rasmda umumiyer ellipsoidining mahalliy ellipsoid bilan bog'lanishi ko'rsatilgan.



1.4-rasm. Umumiyer va mahalliy ellipsoidlar orasidagi bog'lanish

Aytish joizki, ilgari umumiyer ellipsoidining parametrlari an'anaviy yer ustidagi o'lchashlar bilan o'rganilgan bo'lsa, hozirgi

kunda Yerning sun'iy yo'ldosh geodeziyasi orqali Yerning shakli va o'lchamlari aniqlanib, o'rnatilgan parametrlarga aniqlik kiritildi.

Ma'lumki, umumiyer ellipsoidi Yerning tanasiga quyidagi shartlarni qanoatlantirgan holda orientirlanishi lozim:

- * kichik yarim o'q Yerning aylanish o'qiga to'g'ri kelishi;
- * ellipsoid markazi yer og'irlik markaziga to'g'ri kelishi;
- * ellipsoid hajmi geoid hajmiga teng bo'lishi;
- * ellipsoid sirtidan geoidning balandligi (balandliklar anomaliyasi) kichik kvadratlar shartiga bo'ysunishi kerak, ya'ni $\sum_{n=0}^{\infty} h_i^2 = \min$.

Umumiyer ellipsoidini yer tanasiga orientirlashda referens-ellipsoidga o'xshash geodezik boshlang'ich qiymatlarni kiritish shart emas.

1.2-jadvalda zamonaviy umumiyer ellipsoidlari va ularning parametrlari keltirilgan.

1.2. Geodeziyada qo'llaniladigan asosiy koordinatalar sistemalari

Er sirtida nuqtalar va obyektlar o'rnini aniqlash uchun to'g'ri burchakli (tekislikda – ikki o'lchamli va fazoda – uch o'lchamli) koordinatalar sistemalaridan foydalaniladi.

Koordinatalar boshining joylashishi bo'yicha – geotsentrik va geotsentrik sistemalarga bo'linadi.

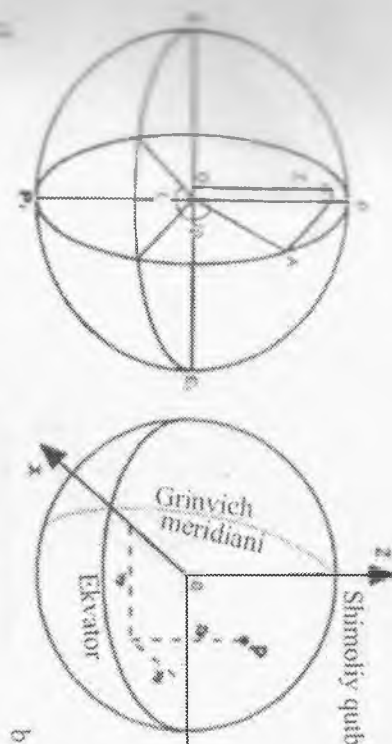
Geotsentrik koordinatalar sistemasida koordinatalar boshi deb umumiyer ellipsoidi markazi (Er massasining markazi) qabul qilinadi, uning Z o'qi Yerning aylanish o'qi bilan birlashtirilgan. Ushbu sistema yer sirtining katta qismlarida yoki Yerning har qanday shakliga bog'liq geodezik masalalarni hal etishda qo'llanadi (masalan, kumuk geodeziyada).

U'sh naybatida, geotsentrik koordinatalar sistemasi sferik (ellipsoidal) va fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemalariga bo'linadi (1.3-rasm). Sferik geotsentrik koordinatalar sistemasida A nuqtaning o'rnini ellipsoid sirtida geodezik uzoqlik L va geotsentrik kenglik φ bilan aniqlanadi (1.3-rasm, a).

Zamonaviy umumiyer ellipsoidlari va ularning parametrlari

Nomla-nishi	O'rnatilgan yili	Mamlakat/Tashkilot	Katta yarim o'q, a , m	Aniqligi, m_a , m	Siqilish, $1/a$	Aniqligi, m_a	Izoh
GRS-80	1980	IUGG)	6 378137	± 2	298,257222	$\pm 0,001$	(ingl. Geodetic Referens System, 1980 – Geodezik referens sistema) Xalqaro geodeziya va geofizika ittifoqi (XGGI) tomonidan ishlab chiqilgan va geodezik ishlar uchun tavsiya etilgan (ingl. International Union of Geodesy and Geophysics)
WGS-84	1984	AQSh	6 378137	± 2	298,2572233	$\pm 0,001$	(ingl. World Geodetic System, 1984) GPS sun'iy yo'ldosh navigatsion sistemasida qo'llaniladi
PZ-90	1990	Rossiya	6 378136	± 1	298,257839	$\pm 0,001$	(Parametri Zemli, 1990 – yer parametrlari) Rossiya hududida orbital uchishlarni geodezik ta'minlash uchun qo'llaniladi. Ushbu ellipsoid GLONASS sun'iy yo'ldosh navigatsion sistemasida ishlatiladi
(IERS)	1996	IERS	6 8136,5	–	298,25645	–	(ingl. International Earth Rotation Service, 1996) – yer aylanishi Xalqaro xizmati (EAXX) tomonidan yuqoriuzunlik asoslari bilan radiointerferometriya (YUUAR) kuzatishlarni ishlab chiqish uchun tavsiya etilgan

12



1.5-rasm. Geotsentrik koordinatalar sistemasi:

a – ellipsoidal; b – to'g'ri burchakli

Topotsentrik koordinatalar sistemasi deb yer sirtida yoki Yerga yaqin fazoda kuzatish nuqtasi bilan koordinatalar sistemasining boshi to'g'ri keladigan sistemaga aytiladi.

Topotsentrik (milliy) koordinatalar sistemasida ellipsoid shunday joylashtiriladiki, berilgan hudud uchun ellipsoid sirtining geoid sirtidan chetlanishi minimal bo'lsin. Shunda Yerning boshqa tomonida chetlanishi ma'lum darajada ko'p qiymatga ega bo'lib, referens-ellipsoid markazi yer massasining markazidan ancha narig'ga bo'lishi mumkin. Topotsentrik (milliy) sistemalar misol qilib SK-42, SK-95 va boshqalarni keltirish mumkin.

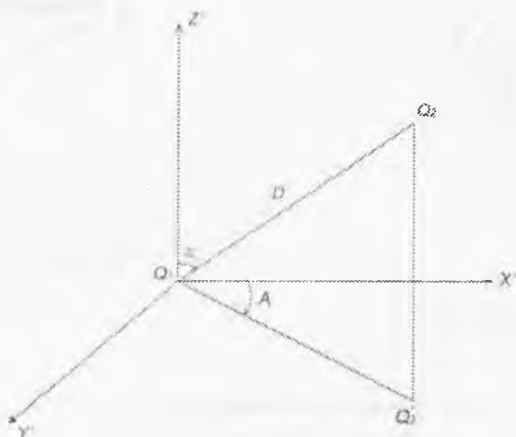
Topotsentrik koordinatalar sistemasi gorizontl va ekvatorial sistemalariga bo'linadi.

Topotsentrik gorizontl koordinatalar sistemasida asosiy koordinata tekisligi sifatida yer ekvatoriga parallel tekislik qabul qilingan.

Agar topotsentrik gorizontl koordinatalar sistemasida (1.6-rasm) Z' o'qi ellipsoid sirtiga tushirilgan normalga mos kelgan, unda geodezik koordinatalar sistemasiga, agar Z' o'qi O_2 nuqtaning shovun chizig'i bo'yicha mos kelsa – astronomik koordinatalar sistemasiga ega bo'lamiz. Ushbu sistemalar ellipsoid

13

sirtidagi normaldan shovun chizig'ining chetlanishi bilan o'zaro bog'liqdir.



1.6-rasm. Topotsentrik gorizontal koordinatalar sistemasi

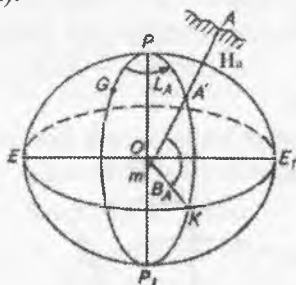
Qayd etilgan koordinatalar sistemasi “Er parametrlari” deb nomlangan geodezik parametrlar sistemasi bilan yaqindan bog'liq bo'lib, quyidagilarni o'z ichiga oladi: fundamental astronomik va geodezik doimiyliklar; umumiyer ellipsoidi parametrlari; Yerning gravitatsion maydoni modelining tavsifi bilan birga kvazigeoid balandliklari, og'irlik kuchlari va shovun chizig'idan chetlanishlar anomaliyasi hamda umumiyer ellipsoidi va Krasovskiy referens-ellipsoidi sirtidan kvazigeoid balandligi kartalari.

P3–90 deb nomlangan “Er parametrlari” sistemasi Rossiyada 1990-yilda kiritilgan bo'lib, unda yer sirtidagi nuqtalar o'rni fazoviy to'g'ri burchakli yoki geodezik koordinatalar sistemasida aniqlanishi mumkin. O'zbekistonda esa hanuzgacha nuqtalar o'rni Krasovskiy referens-ellipsoidi parametrlari asosida o'rnatilgan SK-42 koordinatalar sistemasida (Sistema koordinat – 1942-yilda F.N.Krasovskiy tomonidan joriy etilgan koordinatalar sistemasi) aniqlanib kelmoqda.

Geodezik (ellipsoidal) koordinatalar sistemasi umumiyer ellipsoidiga (UEE) taalluqli bo'lib, uning markazi yer massasining

markazi bilan to'g'ri keladi. Bu sistemada nuqtalar va obyektlar o'rni uch o'lchamda X, Y va Z dekart o'qlari bo'yicha aniqlanadi.

UEEning asosiy chiziqlarini meridian va parallel chiziqlari tashkil etadi (1.7-rasm).



1.7-rasm. Geodezik koordinatalar sistemasi

Boshlang'ich meridian sifatida Grinвич observatoriyasidan o'tuvchi meridian qabul qilingan. UEEda boshlang'ich meridianning tekisligi geotsentrik to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidagi (1.5-rasm, b) ZOX tekisligi bilan to'g'ri keladi.

Ellipsoid aylanish o'qiga perpendikulyar va uning markazi orqali o'tuvchi tekislikka **ekvator tekisligi**, Yerning sirti bilan tekislikning kesishishidan hosil bo'lgan chiziqqa esa **ekvator chizig'i** deyiladi. Ekvator tekisligi UEEda geotsentrik koordinatalar sistemasidagi XOY tekisligiga mos keladi.

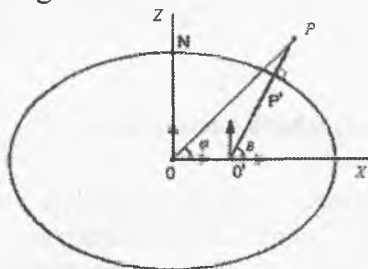
Nuqtaning fazoviy o'rni UEEga nisbatan geodezik koordinatalar: geodezik kenglik — B , geodezik uzoqlik — L , geodezik balandlik — H qiymatlari orqali aniqlanadi.

Geodezik kenglik B — yer sirtida berilgan nuqtadan ellipsoid sirtiga o'tkazilgan normal va ekvator chiziqlari orasidagi o'tkir burchak, geodezik uzoqlik L — Grinвич (boshlang'ich) meridian tekisligi va berilgan nuqtadagi meridian tekisligi orasidagi ikki qirrali burchak, geodezik balandlik H esa yer sirtida joylashgan nuqtadan ellipsoid sirtigacha bo'lgan ellipsoidga normal chiziqdagi kesim hisoblanadi.

Geodezik koordinatalar astronomik kuzatishlar orqali topilishi imkoni bo'lmagan geodezik vertikal yo'nalishi bo'yicha aniqlanadi. Shuning uchun geodezik koordinatalar yer ustida masofa va

burchaklarni o'lchab geodezik syomka natijasida topiladi. Syomka asosi sifatida qanday ellipsoid qabul qilinganligiga qarab ushbu koordinatalar o'rta yoki mahalliy ellipsoidga kiritiladi. Shu bois geodezik koordinatalar hamma vaqt muayyan ellipsoid bilan bog'liq bo'lib, ularni bir koordinata sistemasidan boshqasiga qayta hisoblab o'tkazish uchun asosiy parametrlar – katta yarim o'q va siqilish qiymatlarini bilish zarur.

1.8-rasmda geotsentrik va geodezik koordinatalarning bir-biriga bog'lanishi ko'rsatilgan.



1.8-rasm. Geotsentrik va geodezik koordinatalarning o'zaro bog'lanishi

Rasmda ellipsoidning meridional kesimi tasvirlangan bo'lib, unda kuzatuvchi P nuqtada joylashgan. P' – ellipsoid nuqtasi va u bo'yicha o'tkazilgan PP' chiziq esa ellipsoidga normal chizig'i hisoblanadi.

Shovun chizig'ining og'ishi, ellipsoid sirtidan geoidning balandligi hamda ellipsoid parametrlarini inobatga olgan holda geotsentrik X , Y va Z va geodezik B , L va H koordinatalar orasidagi bog'lanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} X &= (N + H)\cos B\cos L \\ Y &= (N + H)\cos B\sin L \\ Z &= [(1 + e^2)N + H]\sin B \end{aligned} \right\}. \quad (1.1)$$

Ushbu formuladagi N qiymati geodeziyada ma'lum formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{a}{\sqrt{1-e^2}} \sin B \\ e^2 &= 2\alpha - \alpha^2 \end{aligned} \right\}, \quad (1.2)$$

bu yerda α – ellipsoid siqilishi.

Ushbu formulalar har qanday umumiyer ellipsoidi va geotsentrik fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi uchun umumiy hisoblanadi.

Ta'kidlash joizki, geodezik koordinatalar B va L dan yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi X, Y ga o'tib masalalarni hal etish qulay va amaliy nuqtai nazardan maqsadga muvofiqdir.

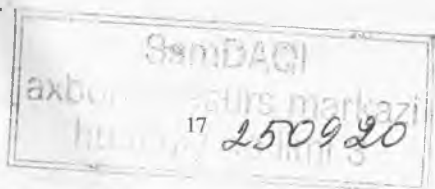
1.3. Yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi

Kundalik topografik-geodezik ishlar – topografik va kadastr syomkalari, muhandislik inshootlari va obyektlarni loyihalash, qurish va foydalanishni geodezik ta'minlash maqsadlarida fazoviy geodezik koordinatalardan foydalanish murakkab va noqulaylik tug'dirishi mumkin. Bunda yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun geodezik koordinatalar B, L dan yassi to'g'ri burchakli koordinatalar X, Y ga o'tish talab etiladi. Buning uchun ular orasida bog'lanish ta'minlangan bo'lishi lozim.

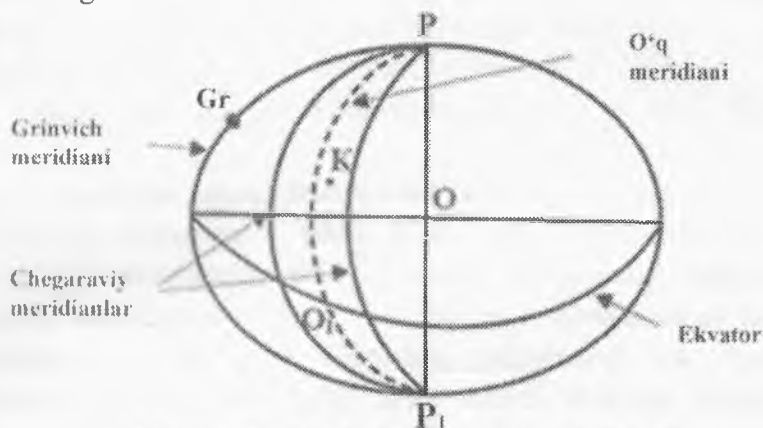
Bunday maqsadga erishish uchun "kartografik proyeksiyalar" deb ataluvchi matematik qoidalar bo'yicha umumiyer ellipsoidi (referens-ellipsoid) sirtini tekislikda tasvirlashdan foydalaniladi.

Rossiya va ko'pgina MDH davlatlarida, shu jumladan O'zbekistonda, geodezik koordinatalardan to'g'ri burchakli koordinatalarga o'tish uchun Gauss-Kryuger proyeksiyasi deb nomlangan ko'ndalang-silindrik teng burchakli kartografik proyeksiya qo'llanadi va unga mos davlat koordinatalar sistemasi (masalan, O'zbekistonda SK-42) qabul qilinadi.

Ushbu proyeksiyaga ko'ra yer sirti Grinvich meridianidan boshlab uzoqlik bo'yicha har 6 yoki 3 gradusdan zonalariga bo'linadi. Zonaning o'rtasidan o'tuvchi meridianga zonaning o'q meridiani deyiladi.



1.9-rasmda aylanma ellipsoid tasvirlangan bo'lib, unda zona-ning chegaraviy va o'q meridianlari hamda ekvator chizig'i ko'rsatilgan.



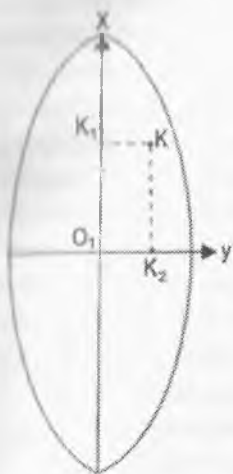
1.9-rasm. Ellipsoid sirtining zonalarga bo'linishi

Gauss-Kryuger proyeksiyasida aynan ellipsoid sirtini tekislikda tasvirlashda zonalarining o'q meridianlari va ekvator to'g'ri chizig'i to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining o'qlari sifatida qabul qilinadi. Ularning kesishgan nuqtasi O_1 Gauss-Kryuger yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasining bosh nuqtasi hisoblanadi (1.10-rasm).

Rasmga ko'ra K nuqta uchun $X = O_1K_1 = KK_2$, $Y = O_1K_2 = KK_1$ koordinata o'qlari kesimlari Gauss-Kryuger yassi to'g'ri burchakli koordinatalari bo'lib hisoblanadi.

Ushbu koordinatalar sistemasi va proyeksiyasining afzalliklariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- proyeksiyaning teng burchakligi tufayli burchaklarni tasvirlashning xatosizligi;
- Gauss-Kryuger proyeksiyasida zonalar bir xil bo'lib, koordinatalar sistemasining bog'lanishi va o'lchangan qiymatlarni tekislikka reduksiyalash uchun qo'llaniladigan formulalar zonaning nomeriga bog'liq emasligi;



1.10-rasm. Gauss-Kryuger proektsiyasida alohida zonaning tekislikda tasvirlanishi

- bitta zonaning ichida har qanday nuqtaning o'rnini X abssissa va Y ordinata juft koordinatalari orqali aniq hisoblanishi;

- ellips sirtidagi har qanday nuqtaning geodezik koordinatalari bo'yicha shu nuqtaning yassi to'g'ri burchakli koordinatalari va aksincha, yassi to'g'ri burchakli koordinatalar bo'yicha geodezik koordinatalarni hisoblash mumkinligi.

Yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasini qo'llash ko'pgina geodeziya, topografiya, Yerdan foydalanish masallari yechimini ancha osonlashtirishga imkon berdi. Shuning uchun kundalik ishlarda bu asosiy sistema hisoblanadi.

Gauss-Kryuger yassi to'g'ri burchakli proyeksiyasi kamchiligiga quyidagilarni kiritish mumkin:

- ushbu koordinatalar sistemasida parallelar bo'yicha cho'zilgan va katta maydonlarni egallagan (bir necha zonalarda joylashgan) obyektlarda dala o'lchash natijalarini matematik ishlab chiqishda qiyinchiliklar paydo bo'ladi;

- haqiqiy to'g'ri burchakli koordinatalar nuqta yer sirtining qaysi joyida joylashganligi to'g'risida ma'lumot bera olmaydi, chunki u har qanday 60 ta olti gradusli zonalarining birida joylashishi mumkin.

Koordinatalar qiymatlari bo'yicha yer nuqtasining joylashgan o'rnini to'g'risida ma'lumotga ega bo'lish uchun haqiqiy va shartli koordinatalardan foydalaniladi. Haqiqiy va shartli abssissalar bir-biriga teng. Shartli ordinata qiymatini hosil qilish uchun Y ning haqiqiy qiymatiga 10^6 ning zona nomeri ko'paytmasi va 500000 m qo'shiladi, ya'ni manfiy ordinalarni bartaraf etish uchun koordinata boshi sharqqa qarab 500 km ga suriladi.

Bundan tashqari, berilgan nuqta koordinatalari bo'yicha qaysi zonada joylashganligini bilish uchun uning ordinata qiymati oldiga

zona nomeri yozib qo'yiladi. Masalan, 7-zonada A va B nuqtalarning haqiqiy ordinatalari $Y_A = +15345$ m, $Y_B = -205731$ m bo'lganda, nuqtalarning shartli ordinatalari $Y_A = 7\ 515345$ m, $Y_B = 7\ 294269$ m ni tashkil qiladi.

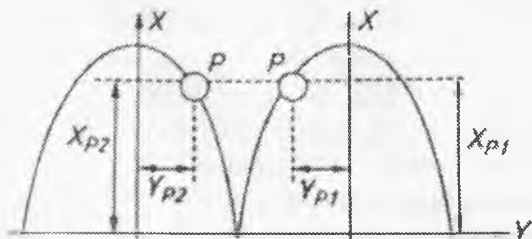
Har bir zonaning koordinatalari sistemasi mustaqil bo'lganligi tufayli ularning bir-biriga ulanish joylarida ayrim noqulayliklarga duch kelish mumkin. Bunday holatlarda nuqtalar o'rnini aniqlash uchun ikkala qo'shni nuqtalar koordinatalari sistemalaridan foydalaniladi.

Ikki qo'shni koordinatalar zonasining aynan bitta chegaraviy meridianda joylashgan o'rni 1.11-rasmda ko'rsatilgan. P nuqtaning geodezik koordinatalari B_p va L_r ga teng bo'lsin. Ushbu nuqtani tekislikda tasvirlagan yassi to'g'ri burchakli koordinatalari (1.11-rasm) qiymatlari X_{p1} va Y_{p1} ni tashkil qilsin. Aynan ushbu nuqta ikkinchi sistemada X_{p2} va Y_{p2} koordinatalarga ega bo'ladi.

Bitta o'q meridianli koordinata sistemasidan boshqa o'q meridianli koordinatalar sistemasiga o'tish "bir zonadan ikkinchi zonaga o'tish" deb ataladi.

Faraz qilaylik, X_{p1} va Y_{p1} koordinatalari ma'lum va P nuqtaning koordinatalarini ikkinchi zonaning koordinatalar sistemasida aniqlash talab qilinsin (bu masala amalda ko'p talab qilinadi).

Buning uchun ma'lum yassi to'g'ri burchakli koordinatalar X_{p1} va Y_{p1} bo'yicha B_{p1} va L_{p1} geodezik koordinatalari hisoblanadi. Keyin tegishli zonalarining o'q meridianlari uzoqliklari farqini hisobga olgan holda topilgan geodezik koordinatalardan foydalanib, P nuqtaning X_{p2} va Y_{p2} yassi to'g'ri burchakli koordinatalari faqat ikkinchi "chap" zona sistemasida (1.11-rasmda tasvirlangan) aniqlanadi.



1.11-rasm. Ikki qo'shni zonalar chegarasidagi nuqtaning o'rne

1.4. Bitta koordinatalar sistemasidan boshqasiga o'tish

Geografik o'zgartishlar matematik jarayon bo'lib, unda nuqtalar koordinatalarini bir koordinatalar sistemasidan boshqasiga o'zgartirish amalga oshiriladi.

Aniq geodezik ishlarni bajarishda geoidga nisbatan ellipsoidning aniq o'rnini hisobga olish zarur. Ushbu bazaviy (asosiy) ma'lumot negizida o'rin olgan turli ellipsoidlar koordinata sistemalari va kartografik proyeksiyalarning o'zgarishiga **geografik o'zgartishlar** deb aytiladi.

Koordinata sistemalari o'zgartirishining bir nechta usullari mavjud.

Geografik koordinatalar sistemasi (kenglik, uzoqlik va balandlik) bosh nuqtasining geotsentrik to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi markazidan siljishi qiymatini aniqlash va keyin esa yana geografik koordinatalarga o'tish eng sodda usul bo'lib hisoblanadi. Bu usul uncha katta bo'lmagan hududlardagi ishlar uchun mos keladi va o'zgartirish jarayonida yuz beradigan xatoliklar berilgan boshlang'ich qiymatlardan kichik bo'ladi.

O'zgartirishning Molodenskiy usuli ham mavjud bo'lib, u beshta parametr bo'yicha bir koordinatalar sistemasidan boshqasiga to'g'ri burchakli geotsentrik koordinatalarga o'tmasdan o'zgartirishni ta'minlashga qaratilgan.

O'zgartirish aniqligini oshirish uchun Gelmert usulidan foydalaniladi. Ushbu usul yetti parametrga – uchta koordinatalar bo'yicha bir ellipsoid markazining boshqasiga nisbatan siljishi va chiziqli masshtab o'zgarishining koeffitsientini hisobga olib, uni uchta burchaklar bo'yicha burishga asoslangan.

Yuqorida keltirilgan tushunchalar asosida xulosa qilib, koordinatalar sistemalarini o'zgartirish usullarini quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Uchta parametr bo'yicha – ΔX , ΔY , ΔZ , ikkita koordinatalar sistemalari markazlarining chiziqli siljishini ko'rsatuvchi qiymatlar, m.

2. Beshta parametr bo'yicha – ΔX , ΔY , ΔZ , $\Delta\alpha$, $\Delta\alpha$, bu yerda ΔX , ΔY , ΔZ – uchta o'q bo'yicha ikkita koordinatalar sistemalari

markazlarining chiziqli siljishlari, m ; Δa – ellipsoidlar katta o'qlari orasidagi farq; Δa – ikkita ellipsoid siqilish qiymatlarining farqi.

3. Ettita parametr bo'yicha – ΔX , ΔY , ΔZ , R_x , R_y , R_z , ΔS , bu yerda ΔX , ΔY , ΔZ – uchta o'q bo'yicha ikkita koordinatalar sistemalari markazlarining chiziqli siljishlari, m ; R_x, R_y, R_z – boshlang'ich ellipsoid o'qlarining burilish burchaklari ω (omega), φ (fi) va κ (kappa); ΔS – chiziqli masshtab o'zgarishini ko'rsatuvchi masshtab koeffitsienti.

Keltirilgan o'zgartishlar usullaridan birini qo'llab bitta koordinatalar sistemasidan boshqa sistemaga o'tish usuli va sxemasini tanlash mumkin.

Bitta geotsentrik koordinatalar sistemasidan boshqa geotsentrik koordinatalar sistemasiga o'tish. Bunday o'zgartish bitta geografik koordinatalar sistemasidan boshqa geografik sistemaga o'tishni quyidagi sxema orqali ta'minlaydi: geografikdan geotsentrikka $\rightarrow$ geotsentrikdan geotsentrikka $\rightarrow$ geotsentrikdan geografikka.

Bu sxema bo'yicha geotsentrik (uch parametrlil) Position Vector, Coordinate frame rotation kabi Gelmert usuliga asoslangan usullar qo'llaniladi.

Uch parametrlil o'zgartish Gelmert (yoki geotsentrik) o'zgartish usuli deb nomlanib, bir sistemadan ikkinchi koordinatalar sistemasiga chiziqli o'tishni ta'minlaydi, uning tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix}. \quad (1.3)$$

Position Vector, Coordinate frame rotation o'zgartish usullari etti parametrdan iborat Gelmert usuliga asoslangan holda o'zgartishlarni Burshe-Volf formulasini qo'llab amalga oshiradi. Ularning tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ Y_t \\ Z_t \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} 1 & -R_z - R_y \\ +R_z & 1 & R_x \\ -R_y & R_x & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_s \\ Y_s \\ Z_s \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}, \quad (1.4)$$

bu yerda X_s , Y_s , Z_s – boshlang'ich koordinatalar sistemasidagi nuqtaning koordinatalari;

X_p, Y_p, Z_p – oxirgi koordinatalar sistemasidagi nuqtaning koordinatalari;

$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$ – boshlang'ich nuqta koordinatalariga qo'shiladigan siljishning vektorlari;

R_x, R_y, R_z – chiziqli siljishga qo'shiladigan burilish burchaklari (radianda o'lchanadi);

M – chiziqli masshtabning o'zgarishini ifodalovchi masshtab koeffitsienti.

Yuqorida keltirilgan o'zgartish usullari transformatsiyalash jarayoniga asoslangan bo'lib, ulardagi $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, R_x, R_y, R_z$ va masshtab koeffitsienti M transformatsiya elementlari deb nomlanadi.

(1.4) formula asosida PZ-90 fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidan WGS-84 fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasiga o'tish uchun aniqlanadigan transformatsiya elementlari qiymatlari 1.3-jadvalda keltirilgan.

1.3-jadval

Parametrlar	$\Delta X, m$	$\Delta Y, m$	$\Delta Z, m$	R_x, s	R_y, s	R_z, s	M
Qiymatlari	-1,08 $\pm 0,2$	-0,27 $\pm$ 0,2	0,9 $\pm 0,2$	0	0	-0,16 $\pm 0,01$	(-0,12 $\pm$ 0,6) 10^{-6}

O'zbekistonda hanuzgacha SK-42 koordinatalar sistemasidan foydalanib kelinmoqda, biroq barcha sun'iy yo'ldosh qabul qilgichlari WGS-84 sistemasida ishlaganligi tufayli WGS-84 koordinatalar sistemasidan SK-42 koordinatalar sistemasiga o'tish uchun o'zgartish parametrlari (1.3) va (1.4) formulalar orqali aniqlangan va ularning qiymatlari 1.4-jadvalda keltirilgan.

Fazoviy geodezik koordinatalar sistemasidan fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasiga o'tish uchun 1.2-bandda keltirilgan (1.1) va (1.2) formulalardan foydalanish mumkin (1.5-jadval).

1.4-jadval

Manbalar Parametrlar	$\Delta X, m$	$\Delta Y, m$	$\Delta Z, m$	R_x, s	R_y, s	R_z, s	M
DST (7 ta parametrlar bo'yicha o'zgartish)	23,9	-141,3	-80,9	0	-0,35	-0,16	-0,12
ArcView, ERDAS Imaginedagi Projection Utility (Molodenskiy o'zgartishi)	28	-130	-95	-	-	-	-
ERDAS Imagine (7 ta parametrlar bo'yicha o'zgartish)	27	-135	-84,5	0	0	-0,2686	0,2263
Image Processor (7 ta parametrlar bo'yicha o'zgartish)	24	-123	-94	0,02	-0,25	-0,13	1,1

1.5-jadval

**Geodezik fazoviy koordinatalar bo'yicha fazoviy
to'g'ri burchakli koordinatalarni hisoblash**

Formula elementlari	Natijalar
a	6378245
e^2	0,00669934216
$1 - e^2$	0,99330065784
B	56°21'11,6919"
L	88°42'38,3631"
H_{geod}	376,402
$\sin B$	0,83246940665
$\cos B$	0,55407101259
$\sin L$	0,99974681164
$\cos L$	0,02250139150
$\sin^2 L$	0,69300531301
N	6393102,82950
$N + H$	6393479,23150
$\cos B \cos L$	0,01246736877
$\cos B \sin L$	0,55393072826
X	79709,863
Y	3541544,607
Z	5286721,544

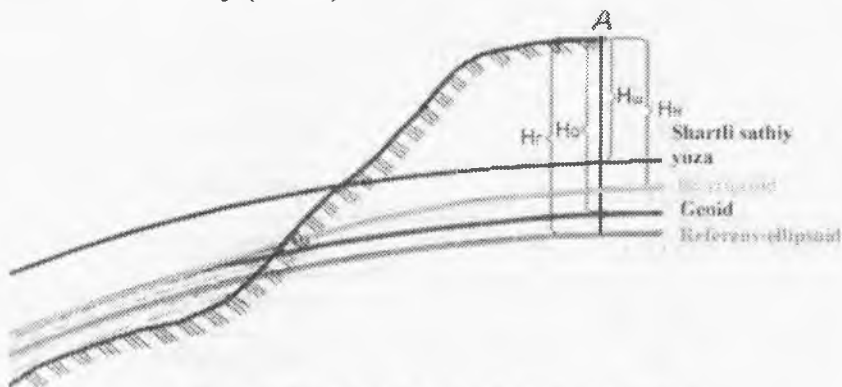
1.5. Balandliklar sistemalari

Nuqta balandligi uning fazodagi o'rnini aniqlovchi koordinatalarning uchinchi qiymati hisoblanadi.

Geodeziyada yer sirtidagi nuqtalar balandligini aniqlash uchun boshlang'ich sirt sifatida asosiy sathiy yuza – **geoid** qabul qilingan. Ushbu sathiy yuzaga nisbatan geodezik o'lchashlar orqali yer sirtidagi nuqtalar balandligi aniqlanadi.

Geodeziyada nuqtalar balandligini aniqlash uchun quyidagi balandliklar sistemasi qo'llaniladi (1.12-rasm):

- H_o – ortometrik (mutlaq);
- H_g – geodezik;
- H_n – normal;
- H_{sh} – nisbiy (shartli).



1.12-rasm. Geodeziyada balandliklar sistemasi

Ortometrik balandlik H_o – geoid sirtidan yer sirtidagi nuqtaga shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan vertikal masofa.

Geodezik balandlik H_g – referens-ellipsoid sirtidan yer sirtidagi nuqtagacha normal chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan vertikal masofa.

Normal balandliklar sistemasida nuqta balandligi H_n geoid sirtiga yaqin kvazigeoid sirtidan yer sirtidagi nuqtagacha shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadi.

Normal balandlik H_n geodezik balandlik H_g bilan quyidagi ifoda orqali bog'lanadi:

$$H_n = H_g + \xi, \quad (1.5)$$

bu yerda ξ — balandliklar anomaliyasi (referens-ellipsoiddan kvazigeodning balandligi).

Umumiyer ellipsoidi yoki referens-ellipsoiddan kvazigeoidning balandligi Yerning gravitatsion maydoni modellariga muvofiq hisoblanadi.

Umumiyer ellipsoidi va Krasovskiy referens-ellipsoididan kvazigeodning balandligi to'g'risidagi ma'lumotlar tegishli kartalardagi tasvirlanadi. Nisbatan tekis joylarda kvazigeoid balandliklarini aniqlash xatoligi ular orasidagi masofa bir necha o'n kilometrlarni tashkil qilganida bir necha santimetrdan oshmaydi. Topografik plan va kartalarda yer sirti nuqtalarining normal balandliklari beriladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, sobiq Ittifoqda barcha davlat nivelir tarmoq reperlarining balandligi normal balandliklar sistemasida aniqlangan. Bunga geoid sirtini quruqliklar (materiklar) tagida aniqlash murakkabligi sabab bo'lgan. Shuning uchun 1940-yillarning oxirida sobiq Ittifoq hududida ortometrik balandliklar sistemasini qo'llamaslik haqida qaror qabul qilingan. Rossiya, ko'pgina MDH davlatlari, jumladan O'zbekistonda nuqtalar mutlaq balandliklari Boltiq balandliklar sistemasida Kronshtadt futshtokining noliga nisbatan 1977-yildan hozirgi kunga qadar hisoblab kelinadi.

Kronshtadt futshtoki. Umuman olganda, futshtok xizmati dengiz suv sathini aniqlashga mo'ljallangan. Kronshtadt futshtokidan tashqari Amsterdam futshtoki (u bilan G'arbiy Yevropaning balandliklari va chuqurliklari o'lchanadi), Marsel futshtoki (u bilan

balandlik O'rtayer dengizi sathiga nisbatan aniqlanadi) ham mavjudligini ta'kidlash lozim.

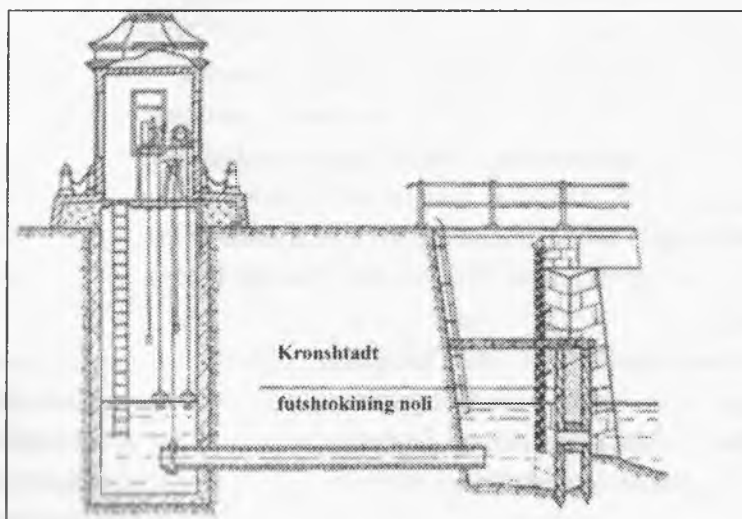
1898-yilda chuqur quduqdan iborat Kronshtadt futshtoki pavilonida (1.13-rasm) mareograf – futshtok noliga nisbatan quduqda suv sathini doimiy ravishda qayd etuvchi asbob o'rnatildi. 1913-yilda gorizontaal chiziqli mis plastinasi qayta almashtirildi va u hozirgacha barcha nivelir tarmoqlarning boshlang'ich punkti bo'lib xizmat qilib kelmoqda.



1.13-rasm.
Kronshtadt futshtoki
paviloni

Kronshtadt futshtokining konstruktiv tuzilishi 1.14-rasmda keltirilgan.

Boltiq balandliklar sistemasi bilan bir qatorda boshqa milliy balandliklar sistemalari ham qo'llaniladi, jumladan:



1.14-rasm. Kronshtadt futshtokining konstruktiv tuzilishi

Normalhöhennull – balandliklar sistemasi 1992-yildan Germaniyada qo'llaniladi. Balandliklar hisobi Vallenxors shahridagi Avliyo Aleksandr cherkovidagi belgidan olib boriladi.

National Geodetic Vertical Datum of 1929 – balandliklar sistemasi AQSH va Kanadada qo'llaniladi. Balandliklar hisobi 1929-yilda Shimoliy Amerika qit'asining 26 ta nuqtasida (21 ta AQSH da va 5 ta Kanadada) dengiz sathi balandligini kuzatishlar natijalari bo'yicha olib boriladi. 1983-yilda dengizning o'rtacha sathini o'lchash orqali ko'p nuqtalarning balandligi qayta aniqlandi. Yangi balandliklar sistemasi NAD 83 deb nomlandi.

European Terrestrial Reference System 1989 – Italiya va bir kator boshqa Yevropa davlatlari tomonidan qo'llaniladi. Balandliklar hisobi Evrosiyo litosfera plitasi balandligining sathi bo'yicha olib boriladi.

Amsterdam Ordnance Datum – balandliklar sistemasi 1879-yili Niderlandiyada qabul qilingan. Nol balandlik sathi deb Amsterdam markazining dengiz sathiga nisbatan 9 fut va 5 dyumga to'g'ri keladigan belgi qabul qilingan.

Sun'iy yo'ldosh global pozitsirlash sistemasi (GPS)ning rivojlanishi geodeziya sohasida nuqtalar va obyektlar o'rnini aniqlashga oid yanada qulay va kamxarajatli usullardan foydalanishda qo'l keldi. Bugungi kunda sun'iy yo'ldosh pozitsirlashi orqali keng qo'lamda geodezik ishlar (Er qobig'i deformatsiyasining monitoringidan boshlab GAT uchun asos yaratish va boshqalar) amalga oshirilmoqda. Jumladan, hozirgi kunda sun'iy yo'ldosh gravitatsion o'lchashlari orqali ortometrik balandliklarni santimetr aniqligida o'lchash imkoni paydo bo'ldi. Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari texnologiyasining bunday rivojlanishi tufayli yaqin 10–15 yil davomida barcha joylarda balandliklar hisobi global ravishda amalga oshirilishini bashorat qilish mumkin.

1.6. Kartografik proyeksiyalar va ularning turlari

Kartografik proyeksiya – bu ellipsoid (sfera)dagi nuqtalar va ularning tekislikdagi tasviri koordinatalari orasidagi analitik bog'lanishni o'rnatuvchi, ya'ni bir sirtni boshqa sirtida tasvirlashusuli hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, kartografik proyeksiya

tekislikka yer sirtini tasvirlash usuli hisoblanib, kartalarni tuzish uchun xizmat qiladi.

Kartografik proyeksiyalarda ellipsoid yoki shar sirtidagi nuqtalarning sferik koordinatalari va karta tekislikdagi tegishli nuqtalar koordinatalari orasidagi bog'lanishni aniqlovchi matematik formulalar qo'llaniladi.

Barcha kartografik proyeksiyalarda yer sirti tekislikda ma'lum darajadagi xatoliklar bilan tasvirlanadi. Turli proyeksiyalar turli xatoliklarni beradi. Kartaning maqsadi va xatoliklarning yo'l qo'yilgan darajasiga qarab tegishli kartografik proyeksiya tanlanadi.

Kartografik proyeksiyalar turli xususiyatlarga ko'ra tasniflanishi mumkin:

- proyeksiyalash xatosining tavsifi bo'yicha;
- normal to'rdagi meridian va parallellar turi bo'yicha.

Xatoliklar tavsifi bo'yicha barcha kartografik proyeksiyalar 4 guruhga bo'linadi:

- 1) teng burchakli yoki konform;
- 2) teng o'lchamli yoki ekvivalent (teng maydonli);
- 3) teng oraliqli(ekvidistant);
- 4) ixtiyoriy.

Teng burchakli proyeksiyalarning asosiy xossalari – bu kartada tasvirlangan kichik shakllarning yer sirtidagi tegishli shakllarga o'xshashligini saqlash hisoblanib, bunda burchaklar o'zgarmaydi. Teng burchakli proyeksiyalar turiga Merkator, Gauss, stereografik proyeksiyalar kiradi.

Teng o'lchamli yoki ekvivalent proyeksiyalar shakllarning o'xshashligi xususiyatiga ega bo'lmasa ham, kartaning qismlarida yuza masshtabini bir xil saqlaydi va u 1 ga teng bo'ladi.

Teng oraliqli proyeksiyalarda bosh yo'nalishlardan biri bo'yicha masshtabning doimiyligi saqlanadi va u 1 ga teng, lekin burchaklar va yuzalar o'zgaradi.

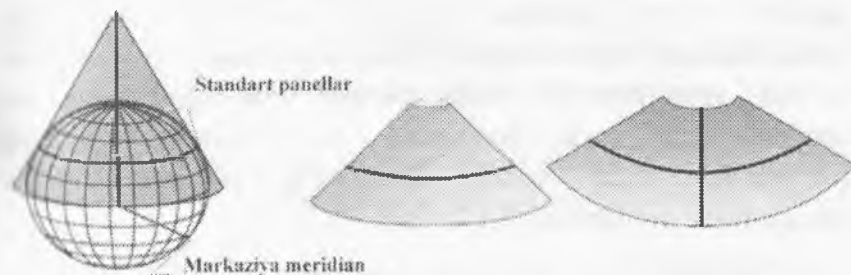
Ixtiyoriy proyeksiyalarda turli xatoliklar yuz beradi.

Normal kartografik to'rdagi meridianlar va parallellar turi bo'yicha proyeksiyalar quyidagi asosiy guruhlariga bo'linadi:

- konusli;
- silindrik;

- azimutal;
- ixtiyoriy.

Konusli proyeksiya. Bu proyeksiyada normal to'ring meridiani to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi. Ular konus nuqtasi yoki uchida kesishib, konus sirtiga proyeksiyalanadi. Parallellar esa normal to'rida konsentrik doiralar bilan tasvirlanadi va ular meridianlar kesishgan nuqtasida umumiy markazga ega bo'ladi (1.15-rasm).



1.15-rasm. Konusli va kesishgan konusli proyeksiyalar



1.16-rasm. Kesishgan konusli proyeksiya

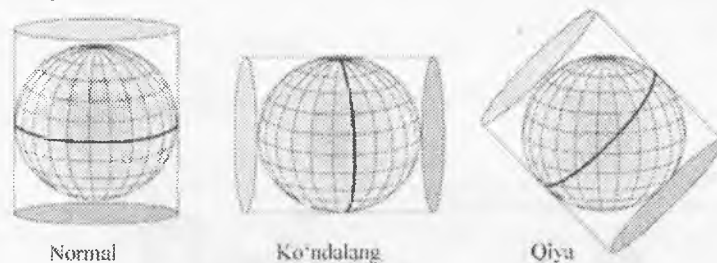
Kesishgan konusli proyeksiya ikki standart parallellar bilan aniqlanadi. Ushbu proyeksiyalar parallellar bo'ylab cho'zilgan o'rta kengliklarda joylashgan hududlarni tasvirlash uchun qulaydir.

Ularda konformlik xossasi saqlanadi va standart parallellar bo'ylab masofa o'zgarmaydi. Shakllar va yuzalarning o'zgarishi minimal bo'lib, standart parallellardan uzoqlashgan sari oshib boradi.

Bugungi kunda AQSHda konusli proyeksiya eng keng qo'llaniladigan kartografik proyeksiyalardan biri hisoblanadi.

Kesishgankonusli proyeksiyaga misol 1.16-rasmda keltirilgan.

Silindrik proyeksiya. Ushbu proyeksiyada meridianlar teng parallelli to'g'ri chiziqlar, parallellar esa meridian tasviriga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar bilan tasvirlanadi. Ular ekvator bo'ylab yoki biror-bir chiziq bo'ylab cho'zilgan hududlarni tasvirlash uchun qulay hisoblanadi. Tasvirlanadigan hududning joylashishiga qarab normal, ko'ndalang va qiya silindrik proyeksiyalar qo'llaniladi (1.17-rasm).



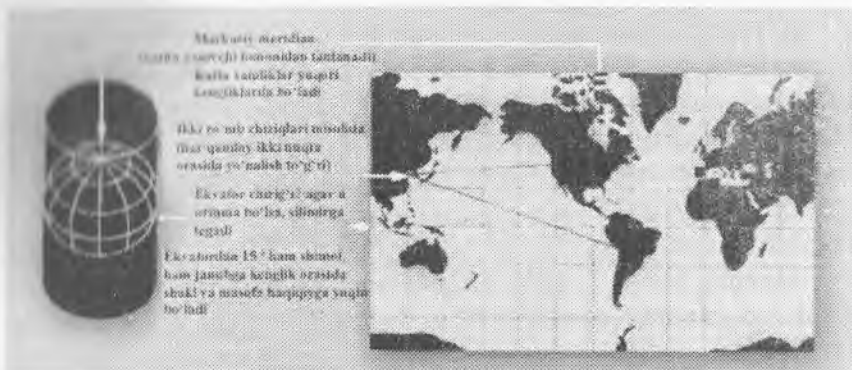
1.17-rasm. Silindrik proyeksiyalar turlari

Ko'ndalang-silindrik proyeksiyaga Merkator (1569) va Gauss (1820) proyeksiyalari misol bo'la oladi.

Silindrik proyeksiyalarda burchaklar o'zgarmaydi, lekin katta shakllar va yuzalar o'zgaradi va o'zgarish ekvatoridan qutblarga qarab oshib boradi. Bunday proyeksiyalar konform hisoblanib, ularda katta bo'lmagan hududlarda burchak va shakllar o'zgarmaydi.

Ta'kidlash joizki, O'zbekistonda topografik kartalarni tuzishda ko'ndalang-silindrik Gauss-Kryuger proyeksiyasi qo'llaniladi.

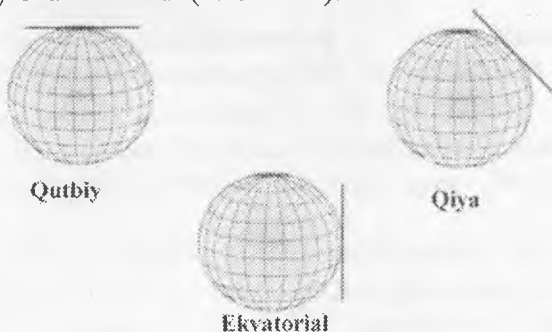
Silindrik proyeksiyaning turi bo'lgan Merkator proyeksiyasi 1.18-rasmda keltirilgan.



1.18-rasm. Merkator normal silindrik proeksiyasi

Azimutal proyeksiya. Bunday proyeksiyalarda parallellar konsentrik doiralardan tasvirlanadi, meridianlar esa ularning radiusi hisoblanadi.

Azimutal proyeksiyalar geometrik tarzda tekislikka tushiriladi. Azimutal proyeksiyalar qutbiy (normal), ekvatorial (ko'ndalang) va qiya proyeksiyalarga bo'linadi va ular proyeksiyaning markaziy nuqtasi bo'yicha tanlanadi (1.19-rasm).



1.19-rasm. Azimutal proeksiyalar turlari

Ushbu proyeksiyalardan qaysi birini tanlash tasvirlanadigan hududning joylashishiga bog'liq. Chunonchi, qutbiy hududlarni tasvirlashda – qutbiy proyeksiya, g'arbiy va sharqiy yarimsharlarni tasvirlashda – ekvatorial, dumaloq shakllarni tasvirlashda esa qiya proyeksiya qo'llaniladi.

Azimutal yassi proyeksiyadagi markaziy nuqtadan tarqalib ketgan barcha chiziqlar bo'ylab masshtab kichiklashib boradi. Markaziy nuqtadan o'tuvchi to'g'ri chiziq katta doira hisoblanadi. Bunday proyeksiyalarda konturlar yuzalari va shakllar o'zgaradi va markaziy nuqtadan uzoqlashgan sari o'zgarishlar oshib boradi.

Qutbiy proyeksiyada ekvator va boshqa barcha parallelar bo'ylab masofa o'zgarmaydi.

Maxsus (qutbiy) tekislikdagi proyeksiyalar. Bunday proyeksiyalarga gnomik, stereografik va orfografik proyeksiyalar kiradi (1.20-rasm).

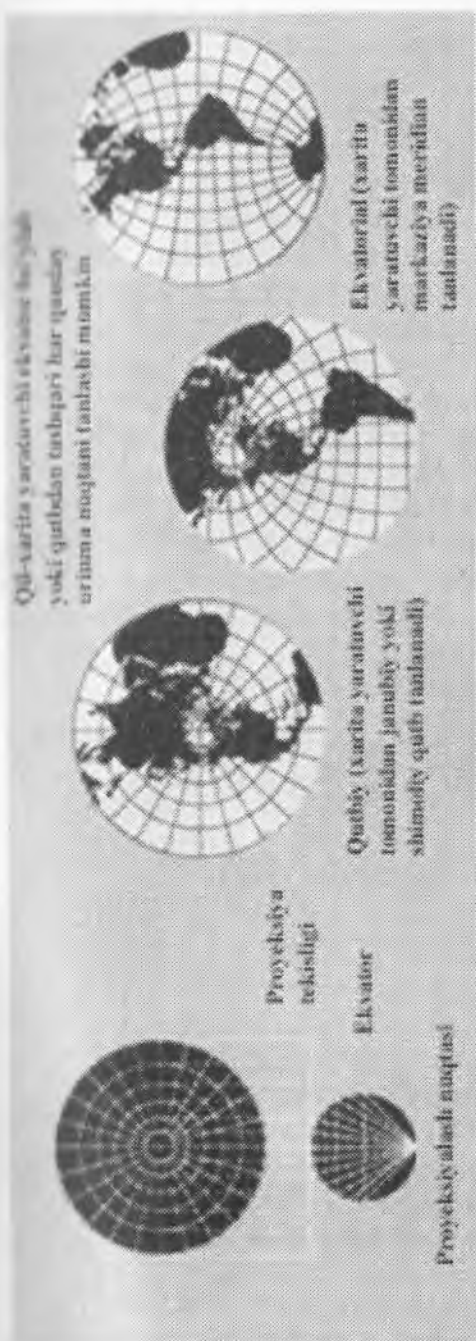


1.20-rasm. Maxsus (qutbiy) proyeksiyalar turlari

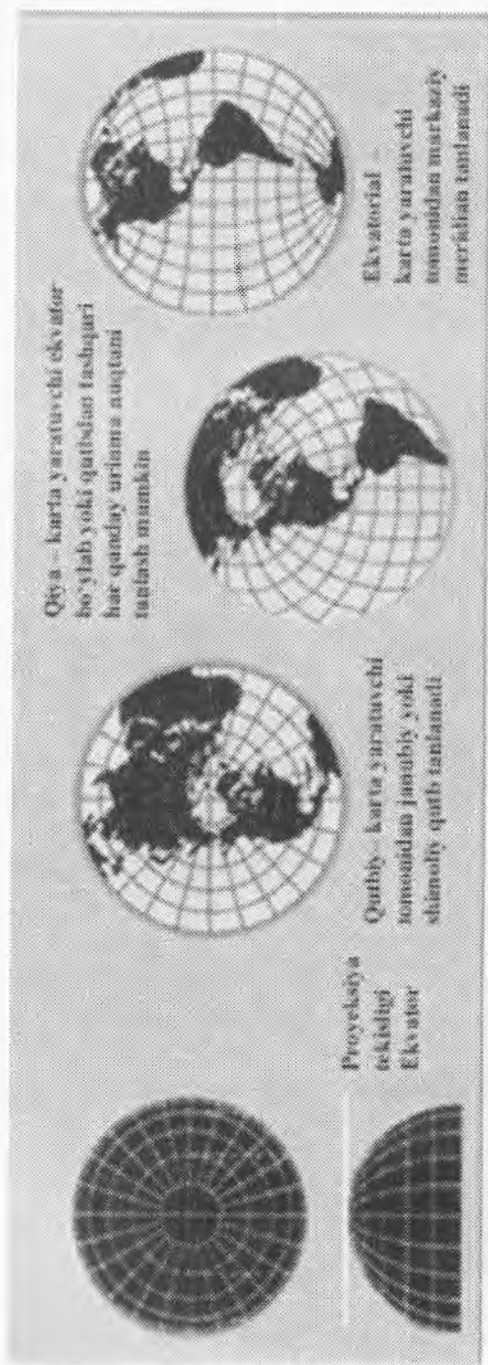
Gnomik proyeksiyalarda nuqtalarning tutashishi Yerning markazi bo'ladi, ularda masshtab saqlanadi, meridianlar va parallelar esa kesishadi, teng burchakli va teng o'lchamli proyeksiya hisoblanadi.

Stereografik proyeksiyalarda (1.21-rasm) nuqtalar tutashishi proyeksiyaning markaziga teskari bo'lib, masshtabi saqlangan holda teng burchakli hisoblanadi va ularda meridian va parallelar kesishadi.

Orfografik proyeksiyalarda (1.22-rasm) nuqtalar tutashishi shunchalik uzoqlashganki, nurlar parallelikka intiladi. Ularda masshtab faqat proyeksiyaning markazida saqlanib, teng burchakli va teng o'lchamli proyeksiya hisoblanadi.



1.21-rasm. Stereografik proyeksiya



1.22-rasm. Orfografik proyeksiya

Konusli teng burchakli va teng o'lchamli proyeksiyalar.

Hunday proyeksiyalarga misol qilib Lambert va Albers proyeksiyalarini keltirish mumkin. Lambert proyeksiyasi teng burchakli bo'lib, unda konformlik xossasi saqlanadi va u o'rta kengliklarda joylashgan hududlarning o'rta masshtabli va yirik masshtabli kartalarini tuzish uchun mo'ljallangan.

Albers konusli proyeksiyasi esa teng o'lchamli bo'lib, unda maydonlar yuzasi o'zgarmaydi va u qutbga yaqin parallellarda joylashgan hududlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan. Hozirgacha ushbu proyeksiya AQSH da juda keng qo'llaniladi (1.23-rasm).

Ushbu proyeksiya nemis matematigi Gauss tomonidan 1820–1830-yillarda Germaniya hududini karta olish uchun ishlab chiqilgan. Ikkinchi bir nemis matematik olimi Kryuger esa 1912–1919-yillarda ushbu proyeksiyani tadqiq qilib, uning uchun yana ham qulayroq matematik apparat ishlab chiqdi. Shuning uchun bu proyeksiya Gauss-Kryuger proyeksiyasi deb nomlanadi.

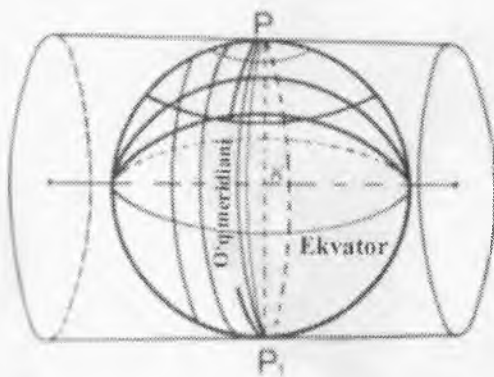


1. 23-rasm. Albers proyeksiyasi

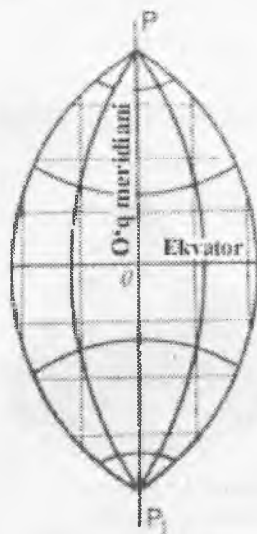
1.7. Gauss-Kryugerning teng burchakli ko'ndalang-silindrik proyeksiyasi

Kartografik proyeksiyalar turlariga ko'ra Gauss-Kryuger proyeksiyasi o'rta meridianga nisbatan simmetrik, teng burchakli va teng o'lchamli hisoblanadi. Gauss-Kryuger proyeksiyasi Universal Transverse Mercator (UTM) proyeksiyasiga o'xshab ko'ndalang-silindrik proyeksiyalar turiga kiradi. Ko'ndalang-silindrik proyeksiyani hosil qilish uchun yer sirti dastlab silindrning yonlama sirtiga proyeksiyalanadi (1.24-rasm), keyin tekislikka yoyiladi (1.25-rasm).

Unda ellipsoid sirtidagi shakl burchaklari tekislikda aynan o'ziga o'xshash tarzda tasvirlanganligi tufayli unga teng burchakli yoki *konform (o'xshash) proyeksiya* deyiladi.



1.24-rasm. Gauss-Kryuger ko'ndalang-silindrik proyeksiyasi



1.25-rasm. Gauss proyeksiyasida zonaning tasviri

Proyeksiyaning mohiyati quyidagilardan iborat: Yerning sirti uzoqlik bo'yicha har 6^0 dan meridianlar bilan zonalarga bo'linadi. Har bir zona silindr sirtiga o'zining o'rta (o'q) meridiani bo'yicha atarga urinma qilib proyeksiyalanadi. Jami 60 ta zona hosil bo'ladi. 6^0 li zonalar Grinvich meridianidan g'arbdan sharqqa qarab arab raqamlari bilan nomerlanadi. Shunda o'q meridianining uzoqligi quyidagi formula orqali topiladi: $L_0=6^0n-3^0$, bu yerda n – zonaning nomeri.

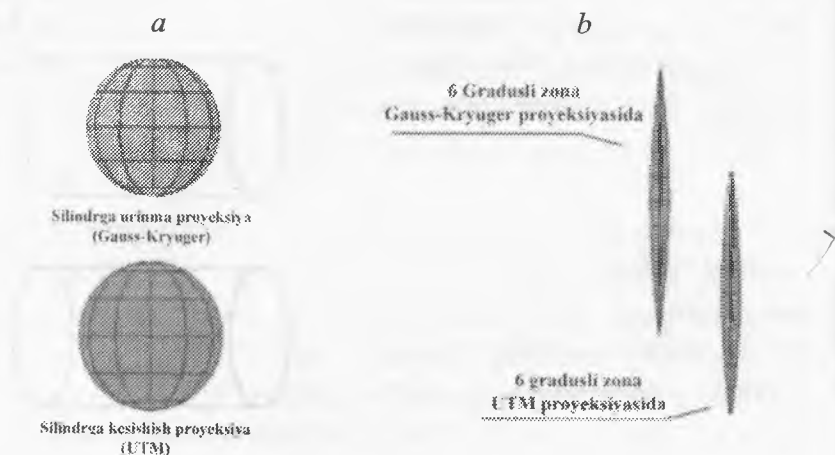
Yer sirtini zonalarga bo'lib, uni Gauss proyeksiyasida tekislikda tasvirlash sababi nuqtaning o'q meridianidan uzoqlashishi bilan uning kartadagi o'rni xatoligi oshib borishidir. Shuning uchun yirikmasshtabli kartalarni tuzishda 6^0 dan 3^0 li zonalarga o'tiladi. 1:10000 va undan maydamasshtabli kartalarni tuzishda olti gradusli zonalar, 1:5000 va undan yirikroq masshtabdagi planlarni tuzishda esa uch gradusli zonalar qo'llaniladi.

Har bir zona Gauss proyeksiyasida matematik qonunga asosan silindrning yonlama sirtiga proyeksiyalanib, so'ng tekislikka yoyiladi va Gauss proyeksiyasida zonaning tasviri hosil qilinadi (1.25-rasm). Ushbu rasmdan ko'rish mumkinki, Gauss proyeksiyasida o'q meridian va ekvator o'zaro perpendikulyar to'g'ri chiziqlar bilan tasvirlangan. Qolgan meridianlar esa qutbda birlashadigan egri chiziqlar bilan, parallel esa o'z do'ngligi bilan ekvatorga egri chiziqlar bilan tasvirlanadi.

Gauss proyeksiyasida tekislikdagi eng oddiy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qo'llaniladi, shunda har bir zona o'z sistemasiga ega bo'lib, absissa o'qiga o'q meridian, ordinata o'qiga esa ekvator chizig'i qabul qilinadi.

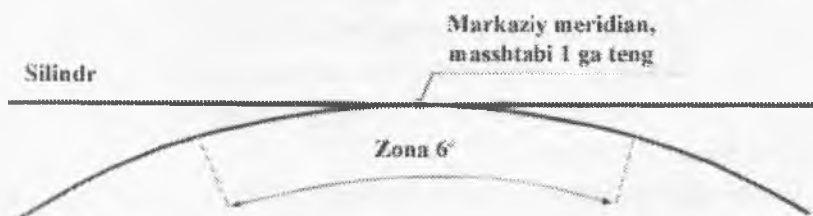
Gauss-Kryuger proyeksiyasi mohiyatini yana ham yaxshiroq tushunish uchun ko'ndalang-silindrik proyeksiya turiga kiradigan teng burchakli ko'ndalang-silindrik Merkator (UTM) proyeksiyasi asosidagi farqlarni qo'rib chiqamiz.

1) Gauss-Kryuger proyeksiyasi silindrga *urinma proyeksiya*, UTM proyeksiyasi esa silindrga *kesishish proyeksiyasi* hisoblanadi. Ushbu farqni 1.26-rasmda yaqqol ko'rish mumkin.



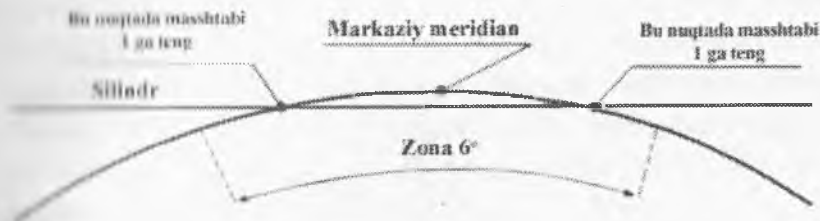
1.26-rasm. Gauss-Kryuger va UTM proyeksiyalari

2) Gauss-Kryuger proyeksiyasida silindr ellipsoidning markaziy (o'q) meridiani bo'yicha urinib joylashadi va bu chiziq bo'yicha mashtab qiymati 1ni tashkil qiladi (1.27-rasm).



1.27-rasm. Gauss-Kryuger proyeksiyasida silindr chizig'ining joylashishi

UTM proyeksiyasi esa silindrga kesishish proyeksiyasi bo'lganligi tufayli uning mashtabi markaziy meridiandan 180000 m da uzoqlashgan ikki kesishish chiziqlari bo'ylab 1 ga teng hisoblanadi (1.28-rasm).



**1.28-rasm. UTM proyeksiyasida silindr
chizig'ining joylashishi**

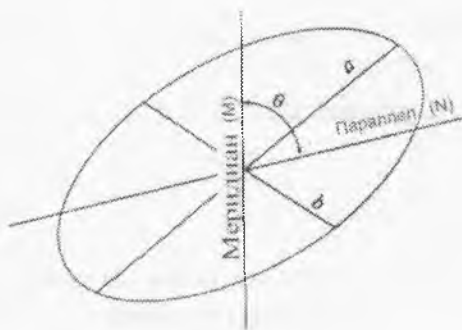
Ushbu proyeksiyalarning mashtablari faqat nuqtaning o'rniga bog'liq bo'lib, yo'nalishlarga bog'liq emas. Kenglik ϕ va uzoqlik λ qiymatlarining o'zgarishi bilan proyeksiyaning mashtabi ham o'zgaradi (odatda u markaziy nuqtadan yoki proyeksiya chizig'idan uzoqlashib borishiga ko'ra oshib boradi). Joydagi burchak qiymati har doim kartadagi burchak qiymatiga teng.

Gauss-Kryuger proyeksiyasi asosan topografik kartalarni tuzishda, UTM proyeksiyasi esa dengiz ishlarida hamda dunyo kartalarini tuzishda keng qo'llaniladi.

1.8. Gauss proyeksiyasidagi xatoliklar

Gauss proyeksiyasida chiziq uzunligining o'zgarishi. Ma'lumki, teng burchakli proyeksiyalarda yer sirtidagi geometrik shakllarning burchaklari o'zgarmaydi. Bundan tashqari, Gauss proyeksiyasida o'q meridianlar uzunliklari ham o'zgarmaydi, boshqa chiziqlar uzunliklari va shakllar yuzalari esa ma'lum darajada o'zgarib, xatolik bilan tasvirlanadi.

Umuman olganda, agar ellipsoidda cheksiz kichik radiusga ega doiracha olinsa, u kartada xatoliklar ellipsi deb nomlangan cheksiz kichik ellips ko'rinishida tasvirlanadi (1.29-rasm). Uning o'lchamlari va shakli kartadagi barcha xatoliklar turlari (chiziq uzunligi, yuza, burchak va shakl)ni tasvirlaydi.



1.29-rasm. Xatoliklar ellipsi va uning elementlari

Ellips o'qlariga kartada ikkita asosiy o'zaro perpendikulyar bosh yo'nalishlar deb nomlanadigan diametrlar to'g'ri keladi. Unda eng katta masshtab a katta o'q yo'nalishi bilan, eng kichik masshtab b esa kichik o'q yo'nalishi bilan mos keladi. Bosh yo'nalishlarning meridian parallellari bilan to'g'ri kelishi tufayli $a = M$, $b = N$ yoki $a = N$, $b = M$ bo'ladi.

Ma'lumki, kartada chiziqlar asosiy va xususiy masshtablarda tasvirlanadi. Xususiy masshtabning asosiy masshtabga nisbati aynan uzunligidagi xatolik deyiladi. Boshqacha aytganda, agar ellips (yoki shar)da kichik kesim uzunligini S , Gauss proyeksiyasida S_g deb ifodalasak, unda Gauss proyeksiyasida chiziq uzunligini tasvirlash masshtabi m ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m = \frac{S_g}{S}. \quad (1.6)$$

Bunda S ning qiymati qanchalik kichik bo'lsa, m ningqiymati shunchalik aniq bo'ladi. Chiziq uzunligidagi nisbiy xatolik quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\frac{S_g - S}{S} = \frac{\Delta S}{S} = m - 1. \quad (1.7)$$

Bitta zona hududida tasvirlash masshtabi o'zgaruvchan bo'lib, u chiziqningo'q meridiandan qanchalik uzoqda joylashganligiga bog'liqdir.

(1.7) formulani boshqacha ko'rinishda ifodalash mumkin. Buning uchun Yer shaklini shar deb qabul kilib, unda o'q meridian va

ekvator chiziqlari tushiriladi va ular X va Y o'qlari deb olinadi. Ma'lumki, Yerning radiusi R qiymatiga nisbatan oltigradusli (va uch gradusli) zonalar ichida joylashgan nuqtalar ordinatasi qiymati hamma katta qiymat hisoblanmaydi. Shu bois yuqoridagilarni inobatga olib, chiziq uzunliklari nisbiy xatoliklari (1.7) formulasini quyidagicha ifodalashimiz mumkin:

$$m - 1 = \frac{y^2}{2R^2}. \quad (1.8)$$

O'q meridianda $Y = 0$ bo'lgani uchun unda uzunlikning xatoligi (1.8) formuladan $m-1=0$, tasvir masshtabi esa $m=1$ bo'ladi. Ushbu tengliklar shuni anglatadiki, o'q meridian shar va silindrning urinma chizig'i hisoblanadi va shardan silindrga xatoliksiz proyeksiyalanadi.

Gaussning tekislikdagi proyeksiyasida chiziq uzunligi va shakl maydoni har doim ellipsoiddagi chiziq uzunligi va maydonidan katta bo'ladi. Xatolik chiziq yoki shakl o'rta nuqtasining ordinata qiymatiga bog'liq bo'lib, u o'q meridiandan uzoqlashgan sari oshib boradi.

Olti gradusli zonaning chetida joylashgan chiziqlar eng katta xatoliklarga ega, masalan, ekvator tekisligida bo'lgan ordinata $Y \approx 130$ km uchun (1.8) formulaga ko'ra nisbiy xatolik quyidagiga teng:

$$m - 1 = \frac{330^2}{2 \cdot 6400^2} \approx \frac{1}{800}.$$

Ta'kidlash joizki, O'zbekistonda olti gradusli zona chetlarida joylashgan chiziqlarning nisbiy xatoligi $1/1200$ qiymatini tashkil qiladi, bu esa $1:10000$ va undan mayda masshtabli syomkalar aniqligini ta'minlaydi. Undan yirik masshtablar ($1:5000$ va undan yirik) uchun bu katta xato hisoblanadi. Shuning uchun yirik masshtabli syomkalarda uch gradusli zonalarining qo'llanishi tavsiya etiladi, chunki ulardagi xatoliklar olti gradusli zonalarga nisbatan ancha kichik.

Gauss proyeksiyasida yuzalarni tasvirlash xatoliklari. Gauss proyeksiyasida cheksiz kichik shakllarning o'xshashligi saqlanadi. Ma'lumki, o'xshash shakllarning yuzalari nisbatini ularning o'xshash tomonlari kvadratlarining nisbati bilan ifodalash mumkin, ya'ni

$$\frac{P_g}{P} = \frac{S_g^2}{S^2}, \quad (1.9)$$

bu yerda R_g – Gauss proyeksiyasidagi shakl yuzasi;

R – ellips (shar) sirtidagi shakl yuzasi.

(1.7) va (1.8) formulalardan quyidagini yozish mumkin:

$$S_g = S \left(1 + \frac{Y^2}{2R^2} \right). \quad (1.10)$$

(1.10) ni (1.9) ga qo'yib, quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$\frac{P_g}{P} = S \left(1 + \frac{Y^2}{2R^2} \right)^2$$

yoki

$$P_g = P \left(1 + \frac{Y^2}{2R^2} + \frac{Y^2}{4R^4} \right). \quad (1.11)$$

(1.11) formuladagi oxirgi had undan oldingi haddan juda kichik bo'lganligi tufayli uni hisobga olmaslik mumkin, shunda

$$P_g = P \left(1 + \frac{Y^2}{2R^2} \right) \quad (1.12)$$

yoki

$$P_g = P + \Delta P, \quad (1.13)$$

bu yerda

$$\Delta P = P \frac{Y^2}{R^2} = 2P(m - 1). \quad (1.14)$$

(1.14) ifoda Gauss proyeksiyasida shar sirtidan tekislikka o'tish uchun **yuz tuzatmasi** hisoblanadi.

Masalan, $R = 1000$ ga, $Y = 100$ km bo'lsa, (1.14) formulaga ko'ra $\Delta P = 0,25$ ga; $Y = 200$ km bo'lganda esa $\Delta P = 0,98$ ga ni tashkil etadi.

1.9. Gauss proyeksiyasi tekisligida chiziqlarni reduksiyalash

Geodezik tarmoq punktlari koordinatalarini hisoblashda ellipsoiddan tekislikka o'tish uchun chiziqli uzunligiga reduksiyalash tuzatmasi kiritiladi.

Bu yerda Gaussning tekislikdagi proyeksiyasida chiziqlarni reduksiyalash tuzatmasini hisoblash mohiyatini ko'rib chiqamiz.

(1.10) formuladan hosil qilamiz:

$$S_g + S + \Delta S, \quad (1.15)$$

bu yerda

$$\Delta S = S \frac{y^2}{2R^2} = S(m - 1). \quad (1.16)$$

ΔS qiymati Gauss proyeksiyasida ellipsoid (yoki shar) sirtidan tekislikka o'tishda masofaga reduksiyalash uchun tuzatma hisoblanadi. (1.16) formuladan ko'rish mumkinki, ushbu tuzatma hamma vaqt musbat ishorasiga ega, ya'ni Gauss proyeksiyasidagi chiziqli uzunligi hamma vaqt yer sirtidagi tegishli chiziqli uzunligidan katta.

ΔS tuzatmani hisoblashda ordinata qiymati reduksiyalanadigan chiziqli o'rta nuqtasi uchun olinadi (ushbu ordinataning taxminiy qiymatini bilish kifoya).

Hozirgi paytda reduksiyalashga oid hisoblashlar maxsus dasturiy ta'minotlar orqali amalga oshirilmoqda. Shuni ta'kidlash joizki, kompyuterlar paydo bo'lmagan oldin reduksiya uchun tuzatmalarni hisoblab chiqish juda ko'p vaqtni talab qilardi. Yaratilgan dasturlar bo'yicha har qanday proyeksiyada reduksiyalash hisoblashlarini amalga oshirish mumkin.

Oxirgi yillarda katta hududlarda obyektlarning qidiruv va qurilish ishlarida geodezik asosni barpo etish uchun WGS-84, UTM koordinatalar sistemalaridan keng foydalanib kelinmoqda. Bu ishlar-da ham reduksiyalashni amalga oshirish talab qilinadi.

SK-42 va WGS-84, UTM koordinatalar sistemalarining parametrlarini taqqoslashga ko'ra, o'q meridian bo'yicha masshtablar qiymatidagi farq sezilarli bo'lsa ham, ularda bir xil tekislikdagi proyeksiya qo'llaniladi (1.6-jadval). Shu bois ular uchun o'tilgan qiymatlarga reduksiyalash uchun tuzatma hisoblash formulasi ham umumiy bo'ladi.

Koordinatalar sistemasi	SK-42	WGS – 84, UTM
Qo'llaniladigan proyeksiya	Gauss-Kryuger	Gauss -Boaga
Shimolga siljishi	0	0
Sharqqa siljishi, m	500 000	500 000
O'q meridian bo'yicha masshtabi	1	0,9996
Qo'llaniladigan ellipsoid	Krasovski	WGS 84
Ellipsoidning katta yarim o'qi, m	6378245	6378137
Ellipsoid siqilishi	1/ 298,3	1/298,257223563

Referens-ellipsoid sirtiga yer sirtida o'lchangan chiziqlarni reduksiyalash formulasi quyidagicha:

$$S_e = S \left(1 - \frac{H}{R}\right), \quad (1.17)$$

bu yerda S – joyda o'lchangan chiziqning gorizontal qo'yilishi;

S_e – referens-ellipsoidga tushirilgan chiziq uzunligi;

H – referens-ellipsoiddagi chiziqning o'rtacha balandligi;

R – chiziqning o'rta nuqtasida ellipsoid egriligining o'rtacha radiusi.

Tekislikka chiziqni reduksiyalash formulasi

$$S_T = S_e \cdot m \left(1 + \frac{Y^2}{2R^2}\right), \quad (1.18)$$

bu yerda S_T – tekislikka reduksiyalangan chiziq uzunligi;

Y – ordinataning o'rtacha qiymati;

m – o'q meridian bo'yicha masshtab koeffitsientining qiymati.

(1.17) va (1.18) formulalar asosida chiziqni reduksiyalash uchun tuzatma hisoblashning umumiy formulasini quyidagicha yozamiz:

$$\Delta S = S \left(1 - \frac{H}{R}\right) \cdot m \left(1 + \frac{(Y-500000)^2}{2R^2}\right), \quad (1.19)$$

bu yerda Y – katalogdagi ordinata qiymati.

(1.19) formuladagi 500000 qiymat SK-42 va WGS-84, UTM koordinatalar sistemalarida ordinata qiymatlari manfiy bo'lmasligi uchun $Y + 500000$ m qo'shib olingan.

Keltirilgan formulalar bo'yicha hisoblangan tuzatmalar 1.7- va 1.8- jadvallarda keltirilgan.

1.7-jadval

SK 42 sistemasida 1000m chiziqli uzunligiga hisoblangan tuzatmalar

Balandliklar N, m	O'q meridiandan masofalar, km						
	0	50	100	125	150	200	250
0	0,000	0,031	0,123	0,192	0,276	0,491	0,768
250	-0,039	-0,008	0,084	0,153	0,237	0,452	0,729
500	-0,078	-0,048	0,044	0,114	0,198	0,413	0,689
750	-0,118	-0,087	0,005	0,074	0,159	0,374	0,650
1000	-0,157	-0,126	-0,034	0,035	0,120	0,335	0,611

1.8-jadval

WGS-84, UTM sistemasida 1000m chiziqli uzunligiga hisoblangan tuzatmalar

Balandliklar N, m	O'q meridiandan masofalar, km					
	0	50	100	150	200	250
0	-0,400	-0,369	-0,277	-0,124	0,091	0,367
250	-0,439	-0,408	-0,316	-0,163	0,052	0,328
500	-0,478	-0,448	-0,356	-0,202	0,013	0,289
750	-0,517	-0,487	-0,395	-0,241	-0,026	0,250
1000	-0,557	-0,526	-0,434	-0,280	-0,066	0,211

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rish mumkinki, tuzatmalar kichik va katta qiymatlarga ega bo'lishi mumkin.

Umuman olganda, planli asoslarni barpo etishda chiziqli o'lchashlarning o'rta kvadratik xatosi 1/4000 ni tashkil qiladi. Ushbu o'rta kvadratik xato bir kilometr uzunlikda 0,25 m ga teng bo'ladi.

1.7- va 1.8- jadvallarda qalin shriftda o'rta kvadratik xatolik qiymatidan (1000 m ga 0,25 m dan katta) ko'p xatolar qiymatlari ajratilgan bo'lib, bu holatlarda o'lchangan chiziqli uzunliklariga tuzatmalar kiritilishi lozim.

Asosiy tushunchalar

Pozitsirlash asoslari, geoid, yer ellipsoidi, referens-ellipsoid, koordinatalar sistemalari, geotsentrik va geodezik koordinatalar sistemasi, Gauss-Kryuger va UTM yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi, SK-42 va WGS-84 koordinatalar sistemasi, geografik o'zgartishlar, balandliklar sistemasi, Kronshtadt futshtoki, kartografik proyeksiyalar, Gauss-Kryuger va UTM proyeksiyalari, Gauss proyeksiyasidagi xatoliklar, chiziqlarni reduksiyalash.

Nazorat savollari

1. Pozitsirlashning asosiy maqsadi nimadan iborat? Pozitsirlashning umumiy sxemasini keltiring.
2. Geoid, yer ellipsoidi va referens-ellipsoid nima va ular orasidagi farq nimadan iborat?
3. Qanday koordinatalar sistemalarini bilasiz?
4. Geotsentrik koordinatalar sistemasi nimani taqozo etadi?
5. Geodezik koordinatalar sistemasi nimani taqozo etadi?
6. Gauss-Kryuger va UTM yassi to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi orasidagi farqni izohlang.
7. Balandliklar sistemasi va Kronshtadt futshtokiga tushuncha bering.
8. Qanday kartografik proyeksiyalar turlarini bilasiz? Ularning farqini izohlang.
9. Gauss teng burchakli silindrik proyeksiyasini tushuntirib bering.
10. Merkator teng burchakli silindrik proyeksiyasi va uning Gauss proyeksiyasidan farqi nimadan iborat?
11. Konusli proyeksiya deganda nimani tushunasiz?
12. Gauss proyeksiyasida chiziq uzunliklarining xatoligi qanday hisobga olinadi?
13. Gauss proyeksiyasida yuzalarning xatoligi qanday hisobga olinadi?
14. Gauss proyeksiyasida chiziqlarni tekislikka reduksiyalash qanday amalga oshiriladi?
15. Geografik o'zgartishlarning qanday usullarini bilasiz?

II BOB. YER USTI SYOMKALARI (GEODEZIYA): TRIANGULYASIYADAN LAZER SKANERLASHGACHA

2.1. Geodeziya fani, uning qisqacha tarixi va rivojlanishi

Geodeziya – Yer to‘g‘risidagi fanlarning biri bo‘lib, yer sirtida o‘lchashlarni bajarish, Yerning shakli va o‘lchamlarini aniqlash, butun yer yoki uning alohida bo‘laklarini karta, plan va profillarda tasvirlash, turli muhandislik-geodezik masalalarni yechish usullarini o‘rganish bilan shug‘ullanadi.

Mashhur nemis olimi Robert Fridrix Gelmertning fikricha, geodeziya – bu yer sirtidagi o‘lchashlar va kartalashtirish (jumladan, Yerning gravitatsion maydoni va dengiz tubini aniqlash) to‘g‘risidagi fandir. Shuningdek, geodeziya Yerning geometrik shakli, yer sirtida ma‘lum tartibda olingan nuqtalar koordinatalari va balandliklarini qabul qilingan sistemada aniqlash hamda turli ilmiy-amaliy maqsadlar uchun zarur bo‘lgan geodezik ishlarni joyda bajarish usullarini o‘rganish bilan shug‘ullanadigan fan hisoblanadi.

Ma‘lumki, muhandislik inshootlarini barpo etish, tabiiy boyliklarni qidirish va ulardan foydalanish, mamlakat mudofaasi ehtiyojlarini kerakli ma‘lumotlar bilan ta‘minlash va boshqa masalalarni ilmiy-amaliy nuqtai nazardan maqsadga muvofiq bosqichma-bosqich amalga oshirish uchun dastlab yer sirtida kerakli topografik-geodezik va kartografik tadqiqot ishlari olib boriladi.

Er sirtida o‘lchashlarni bajarish usullarini o‘rganish, chunonchi, joyda chiziqli uzunligi, burchaklar va balandliklarni o‘lchash, o‘lchash natijalarini ishlab chiqish hamda plan, karta va profillarni tuzish, turli muhandislik-geodezik masalalarni yechishda ular natijalaridan foydalanish geodeziyaning asosiy vazifalari qatoriga kiradi. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda turli xil geodezik asboblardan, hisoblash va chizish texnika va texnologiyalari ishlatiladi. Shu bois geodezik asboblarni tuzilishini o‘rganish, tadqiq qilish, ular

bilan aniq va ilmiy-amaliy jihatdan maqbul o'lchash usullarini izlash ham geodeziyaning muhim vazifalaridan hisoblanadi.

Geodezik ishlar maqsadi va tavsifiga ko'ra ikki bosqichda amalga oshiriladi:

1. Zamonaviy takomillashgan geodezik asbob va texnologiyalardan foydalanib dala o'lchash ishlarini bajarish.

2. Avtomatlashtirilgan dasturiy ta'minot va kompyuter texnologiyasi hamda avtomatik chizma chizg'ichlardan foydalanib o'lchash natijalarini ishlab chiqish, grafik materiallarni tuzish va rasmiylashtirish.

Geodeziya eng qadim fanlardan biri bo'lib, jamiyat taraqqiyotiga ko'ra o'z rivojlanish yo'lida bir nechta mustaqil fanlarga bo'lindi.

Dastlab bu fan 1930-yillargacha ikkiga – oddiy geodeziya yoki topografiya va oliy geodeziyaga bo'linib o'rganib kelingan.

Oddiy geodeziya yoki **topografiya** fani (topografik va kadastr syomkalar bajarishni o'z ichiga oladi) yer sirtining kichik bo'laklarida bajariladigan geodezik o'lchash ishlari va natijalarini matematik ishlab chiqib, ularni karta, plan va profillarda tasvirlash bilan shug'ullanadi.

Oliy geodeziya (o'z ichiga fizika, matematika va astronomiya ma'lumotlarini chuqur qamrab olgan) Yer shakli va o'lchamlarini aniqlash, mamlakat hududining kartalarini tuzish uchun kerakli bosh davlat geodezik asosni barpo etish uchun katta maydonlarda olib boriladigan aniq o'lchash ishlarini ta'minlash, yer ustki qobig'ining gorizont va vertikal siljishini geodezik usullarda aniqlash bilan shug'ullanadi. Bundan tashqari, oliy geodeziya fanining vazifalariga geoid sirti va Yerning gravitatsion maydonini aniqlashda yuqori aniqlikda bajarilishi talab qilinadigan geodezik ishlar ham kiradi.

Keyinchalik geodeziya o'z taraqqiyot yo'lida rivojlanib yana bir qator mustaqil fanlarga bo'lindi.

Muhandislik geodeziyasi – turli geodezik inshootlarni loyihalash uchun joyda bajariladigan muhandislik-geodezik tadqiqotlar, ularni qurish va foydalanishdagi geodezik o'lchashlarni ta'minlash, konstruksiya va uskunalarni loyihaviy holatga o'rnatish va montajlashda kerakli geodezik o'lchashlarni bajarish, bino va inshootlar deformatsiyasini kuzatish va boshqa shu kabi ishlar bilan shug'ullanadigan fandır.

Fotogrammetriya – yer sirtini uchish apparatlari yordamida suratga olish va joyning fotosuratlari hamda yer usti fototeodolit ayomkasi bo'yicha plan va kartalar tuzish usullarini o'rganuvchi fan hisoblanadi. Ushbu fanning mustaqil fan bo'lib ajralishi 1950-yillarga to'g'ri keladi, 1990-yillardan boshlab esa u **masofadan landlash** deb nomlanib kelmoqda.

Kosmik geodeziya oliy geodeziyaga doir ilmiy-amaliy masalalarni Yerning sun'iy yo'ldoshlari, Oy, sayyoralar va turli kosmik apparatlarni kuzatish orqali yechish usullarini o'rganish bilan shug'ullanadi.

1958-yildan mustaqil fan sifatida **sun'iy yo'ldosh geodeziyasi** fani paydo bo'ldi. Sun'iy yo'ldosh geodeziyasi fanining mazmuni sun'iy yo'ldoshlarni qo'llashning nazariy va amaliy masalalarini ko'rib chiqish, shuningdek, sun'iy yo'ldosh tayanch geodezik tarmoqlarini qurish uslublarini o'rganishdan iborat.

Ma'lumki, I va II sinf davlat geodezik tarmoqlarini qurishda bazis uchlari nuqtalarining kengligi va uzoqligi hamda bazis tomonlar haqiqiy azimutlari astronomik kuzatishlar orqali aniqlanadi. Bu o'lchashlar nazariyasi va uslublarini o'rganish bilan **astronomik geodeziya** shug'ullanadi.

Kartografiya fani kartalarni loyihalash, tuzish, nashr etish usullarini va foydalanish yo'llarini o'rganadi.

Geodeziyaning qisqacha tarixi. Geodeziya eng qadim fanlardan biri bo'lib, yer o'lchash, yer maydonlari chegaralarini aniqlash,

xo'jalik maqsadlari uchun plan, kartalar tuzishga ehtiyoj paydo bo'lishi bilan vujudga kelgan. Uning tarixi eramizdan bir necha asr ilgari Qadimgi Misrda ularni o'lchash va taqsimlash, Nil daryosi havzasida ularni sug'orish uchun kanallar qazish va geodezik ishlarni olib borishdan boshlangan. Miloddan 7 asr ilgari Qadimgi Vavilon va Assiriyada sopoldan yasalgan taxtachalarda geografik kartalar yaratilgan bo'lib, unda iqtisodiy xarakterga ega ma'lumotlar keltirilgan edi.

Inson qadimdan yulduzlar va sayyoralar, jumladan Yerning shaklini aniqlash bilan shug'ullanib kelgan. Eratosfen miloddan 3 asr ilgari Misrda gradusli o'lchashlar deb nom olgan to'g'ri geometrik prinsiplar asosida ilk bor yer sharining radiusini aniqlagan. O'sha davrda Aristotelning ilmiy ishlarida astronomiya va geodeziya bilan bog'liq insoniyatning bilim sohasi bo'lmish "geodeziya" nomi ilk bor o'z aksini topgan.

Miloddan 2 asr ilgari astronomlar va matematik olimlar joyning geografik kengligi va uzoqligi to'g'risida tushuncha kiritdilar, dastlabki kartografik proyeksiyalarni ishlab chiqdilar, kartalarda meridian va parallel to'rlarini tushirdilar, astronomik kuzatishlar orqali yer sirtidagi nuqtalarning o'zaro holatini aniqlashning dastlabki usullarini taklif etdilar.

IX asrning boshida xalifa al-Ma'mun farmoyishiga ko'ra Bag'dod shahrida tashkil etilgan "Bayt ul-hikmat" ilmiy markazi olimlari tomonidan Yerning o'lchamlarini aniqlashga doir ishlar olib borilgan. Xususan, "gradus o'lchash usuli" orqali Mosul shahri yaqinida o'lchashlar bajarilib, yer sharining radiusi aniqlangan. Aytish joizki, ushbu "Hikmat uyi" da "Er surati" nomli asar muallifi al-Xorazmiy hamda al-Farg'oniy, al-Marvaziy, al-Mavrudiy kabi olimlar faoliyat yuritishgan.

O'rta osiyolik mashhur olim Abu Rayhon Beruniy o'z faoliyati davomida 150 ta ilmiy asar yozgan bo'lib, shulardan 40 tasini

geodeziya faniga bag'ishlagan. U tomonidan 1023-yilda Yerning o'lchamlarini aniqlashga oid faol izlanishlar olib borilib, yer radiusi 6339,6 km ga teng ekani e'tirof etilgan.

Geodeziyaning zamonaviy rivojlanishi XVII asrning boshiga to'g'ri keldi. Galiley tomonidan ko'rish trubasining ixtiro etilishi, trigonometriya va analitik geometriya hisoblashlarining joriy etilishi tufayli yer sirtida o'lchashlarni bajarish va tasvirlash usullari ancha takomillashdi. 1615–1617-yillarda geodeziyaning rivojlanishiga katta hissa qo'shgan gollandiyalik olim Snellius triangulyasiya usulini ishlab chiqqan. Ushbu usulhanuzgacha topografik syomkalar uchun tayanch nuqtalar o'rnini aniqlashning asosiy usullaridan biri hisoblanadi. Bundan tashqari, burchak o'lchash asbobi bo'lmish teodolitning ixtiro etilishi va uning ko'rish trubasining iplar to'ri bilan ta'minlanishi triangulyasiyada burchakli o'lchashlar aniqligini oshirishga imkon yaratdi.

XVII asrning ikkinchi yarmida mashhur olim I. Nyuton tomonidan Butun dunyo tortish qonunining kashf etilishi Yerning sferik shakldaligi, ya'ni yer shar shaklida emas, balki qutblardan siqilgan ellipsoid shakliga egaligi g'oyasining paydo bo'lishiga sabab bo'ldi. Shundan keyingi yillarda amalga oshirilgan bir qancha ilmiy-tadqiqot ishlarida yer shaklining haqiqatdan ham ellipsoidga yaqin ekanligi aniqlandi va uning o'lchamlari hisoblab topildi.

XIX asr davomida bir qator olimlar tomonidan yer ellipsoidi o'lchamlarini aniqlashga doir ilmiy-tadqiqot ishlari olib borildi va uning parametrlari e'lon qilindi. Ushbu asosiy muammoni ijobiy hal qilish maqsadida 1864-yilda Yevropada va so'ngra jahon miqyosida Yerning o'lchamlarini aniqlash bo'yicha xalqaro komissiya tuzildi. Keyinchalik bu komissiya Xalqaro geodeziya va geofizika ittifoqiga aylandi.

Rossiyalik olimlar F.N. Krasovskiy, A.A. Izotov, M.S. Molodenskiy, A.S. Chebotarev va boshqalar geodezik tadqiqotlar va

nazariy ishlarni keng ko'lamda olib borib, geodeziyaning rivojlanishiga katta hissa qo'shdilar. Jumladan, 1940-yilda F. N. Krasovskiy rahbarligida sobiq Ittifoq davlati hududida Yerning o'lchamlarini aniqlashga doir katta hududda ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilib, yer ellipsoidining yangi o'lchamlari aniqlandi. Aytish joizki, ko'pgina davlatlarda (jumladan O'zbekistonda) hanuzgacha ushbu o'lchamlardan foydalanib kelinmoqda.

Geodeziyaning rivojlanishi. XX asrda ilm-fanning rivojlanishi asosida geodeziya fani taraqqiy topib, qator yutuqlarga erishdi:

- Geodezik o'lchashlar boshi uchun Grinvich meridiani qabul qilindi (1950-yil) va simsiz texnologiya va kvarsli soatlar asosida global vaqt sistemasi kiritildi.

- Geoidal va gravitatsion o'lchashlar orqali oliy geodeziya va amaliy geofizika masalalarini yechish yo'lga qo'yildi.

- Chiziqli o'lchashlar aniqligi bir necha marotaba oshirildi, masofani elektron o'lchash uslublari va texnologiyasi vujudga keldi.

- Burchakli o'lchashlar, shuningdek, teodolitlarni yanada takomillashtirish dastlab optik, keyinchalik elektron-optik asboblarning vujudga kelishiga va o'lchashlar aniqligi oshishiga sabab bo'ldi.

- 1960-yildan boshlab sun'iy yo'ldoshlarning keng ravishda qo'llanishi sun'iy yo'ldosh geodeziyasining rivojlanishiga, o'z navbatida, qit'alararo o'lchashlarni bajarishga imkon berdi.

- Sun'iy yo'ldosh geodeziyasi va kosmik geodeziyaning rivojlanishi global pozitsirlash sistemalari, chunonchi, GPS, GLONASS sistemalari va boshqalarning paydo bo'lishiga olib keldi.

Bugungi kunda geodeziya, kartografiya va kadastr ishlarini yuqori ilmiy-amaliy saviyada amalga oshirish va yangi texnika va texnologiya negizida yanada rivojlantirish maqsadida O'zbekiston Respublikasi yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastr davlat qo'mitasi (Uzergeodezkadastr) tashkil etilgan bo'lib, amaldagi davlat geodezik tarmoqlari asosida O'zbekiston hududida

sun'iy yo'ldosh geodezik tarmoqlarini barpo etishga oid ishlar olib borilmoqda.

2.2. Yer usti syomkalarini to'g'risida qisqacha ma'lumot

Yer usti syomkalarini bajarish usullari va texnologiyalarini rivojlantirish va takomillashtirish bilan asosan oddiy geodeziya yoki topografiya shug'ullanadi.

Er usti syomkalar quyidagi turlarga bo'linadi: teodolit syomkasi, taxeometrik syomka, menzula syomkasi, yuzani nivelirlash, fototopografik syomka, yer usti lazer syomkasi.

Teodolit syomkasi – bu yirik masshtabli gorizontal syomka hisoblanib, murakkab tafsilotlarga ega hududlar (aholi punktlari, qurilgan uchastkalar, temir yo'l stansiyalari, aeroportlar va boshq.) ning konturli planlarini tuzish uchun mo'ljallangan. Teodolit syomkasi syomka tarmoqlari bo'lgan teodolit yo'llari (yopiq yoki ochiq ko'pburchaklar) ning nuqtalaridan bajariladi.

Taxeometrik syomka topografik syomka turlaridan biri bo'lib, relefi murakkab uchastkalar gorizontal va vertikal syomkalarini bir vaqtning o'zida taxeometr asbobi yordamida bajarishga asoslangan. Taxeometrik syomka uncha katta bo'lmagan yer uchastkalari, temir yo'l va avtomobil yo'llari, elektr uzatgich liniyalari, quvur o'tkazgichlar trassasi bo'ylab tor polosali joylarning yirik masshtabli planlarini tuzish maqsadida bajariladi.

Menzula syomkasi ham topografik syomka turlaridan biri hisoblanib, syomkaning dala va kameral ishlari geodezik asbob-menzula va kipregel yordamida bir vaqtda joyning o'zida bajariladi. Menzula syomkasi asosan uncha katta bo'lmagan tafsilot va relefi murakkab yer uchastkalarini yirik masshtablarda syomka qilishda, shuningdek, ushbu joylar uchun aerofotosyomka materiallari mavjud bo'lmaganda yoki aerofotosyomka ishlarini bajarish maqsadga muvofiq bo'lmaganida qo'llanadi.

Yuzani nivelirlash nisbatan tekis joylarning yirik masshtabli topografik planlarini relef kesimi balandligi kichik (0,25 – 0,5 m) bo'lganda tuzish maqsadida qo'llanadi. Yuzani nivelirlash natijasida joyda planli va balandlik bo'yicha o'rni aniqlangan nuqtalar tarmog'i barpo etiladi.

Er usti stereofotogrammetrik yoki fototeodolit syomkasida obyektning fazoviy koordinatalarini aniqlash va topografik planlarni tuzish maxsus asbob – fototeodolit orqali ma'lum bazisdan olingan fotosuratlar(stereojuftlar) bo'yicha amalga oshiriladi. Bunday syomkada geodezik ishlar bazis uchlaridan birining uchta koordinatalarini aniqlash, bazisga direksion burchakni uzatish va uning uzunligi hamda qiyaligini o'lchashdan iborat. Qo'shimcha stereojuftga uchta nazorat nuqtalarining planli geodezik koordinatalari aniqlanadi. So'ngra kameral sharoitda nazorat nuqtalarning fotogrammetrik koordinatalarini aniqlab va ularni geodezik qiymatlari bilan solishtirib, syomka aniqligi to'g'risida xulosa chiqariladi va kerak bo'lganda fotogrammetrik ma'lumotlarga tuzatmalar kiritiladi.

Er usti fototeodolit syomkasi tog'li hududlarda, turli muhandislik-qidiruv(yo'llar, gidrotexnik inshootlar va boshq.) ishlarida qo'llanadi.

Keyingi yillarda geodezik asbobsozlikning jadal rivojlanishi elektron-raqamli asboblari, chunonchi, elektron taxeometrlar, elektron-raqamli nivelirlar, yer usti lazer skanerlar va boshqalarning ishlab chiqarilishiga olib keldi. Shu bilan birga bunday zamonaviy geodezik asboblari va texnologiyalar an'anaviy yer usti syomkalar – teodolit syomkasi, menzula syomkasi va yer usti fototopografik syomkalarga chek qo'yishi bilan bir qatorda yangi yer usti syomkalar turlari – elektron taxeometriya (elektron taxeometr syomkasi), elektron-raqamli nivelirlash va yer usti lazer skanerlash kabi syomkalarining paydo bo'lishiga sabab bo'ldi.

2.3. Syomka tarmoqlarini yaratishning zamonaviy usullari

Ma'lumki, syomka tarmoqlari joy tafsilotlari va relefining yerusti syomkasini bajarishni ta'minlay oladigan darajada zich barpo etiladi. Syomka asosi nuqtalarining joylashishi va zichligi tafsilot va relefining tanlangan syomka usuliga qarab o'rnatiladi. Geodezik syomka tarmoqlarini rivojlantirish uchun davlat geodezik tarmoqlari VII, 2-razryad zichlash geodezik tarmoq punktlari boshlang'ich bo'lib xizmat qiladi. Syomka geodezik tarmoqlari tayanch geodezik tarmoq punktlari bo'lmagan maydoni 1km^2 gacha bo'lgan hududlarda mustaqil geodezik asos sifatida quriladi.

Hozirgi davrda syomka geodezik tarmoq nuqtalari planli – balandlik o'rminian'anaviy geodezik asboblardan bir qatordasun'iy yo'ldosh geodezik qabul qilgichlarni qo'llash asosida aniqlash imkonini mavjud. Syomka tarmoqlari teodolit yo'llari yoki mikrotriangulyasiya, texnik yoki trigonometrik nivelirlash yo'llarini rivojlantirish orqali quriladi.

Syomka geodezik tarmoqlarini global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemalari orqali rivojlantirish. Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi (GNSYS) geodezik o'lchashlarni bajarishda, nuqtalar koordinatalarini aniqlashda mehnat unumdorligini ancha oshirish va vaqtni tejashga hamda topografik syomkalarni bajarish texnologiyasi va imkoniyatlari kengayishiga xizmat qiladi.

Sun'iy yo'ldosh texnologiyasi yordamida syomka asosini qurishda joydagi mavjud davlat geodezik tarmoqlaridan foydalaniladi.

Syomka asosini rivojlantirish uchun boshlang'ich punktlar sifatida obyekt hududida va uning tashqarisida joylashgan barcha geodezik tarmoq punktlarini qo'llash tavsiya etiladi. Shunda syomka asos nuqtalarining koordinatalarini tayanch geodezik asos punktlari koordinatalari va balandliklari sistemalariga keltirish uchun kamida

4 ta planli koordinatalari va 5 ta balandliklari ma'lum punktlar mavjud bo'lishi kerak.

Sun'iy yo'ldosh texnologiyasini qo'llab syomka tarmoqlarini rivojlantirish ma'lum darajada cheklanmagan, chunki ushbu texnologiyaning aniqligi qo'yilgan talablarni qanoatlantiradi, syomka tarmoq nuqtalari o'rnini to'g'ri tanlash esa deyarli hamma vaqt sun'iy yo'ldosh kuzatishlarini amalga oshirish imkoniyatini ta'minlaydi. Shu bois 1:10000, 1:5000, 1:2000, 1:1000 masshtablar qatori uchun syomka tarmoqlarini sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali rivojlantirish maqsadga muvofiq.

Sun'iy yo'ldosh texnologiyasini qo'llab syomka asosini rivojlantirishda syomka masshtabi, relief kesimi balandligiga qarab ikki usuldan birini qo'llash tavsiya etiladi: *tarmoqni qurish* yoki *osma nuqtalarni aniqlash* usuli. Sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali syomka asosini barpo etishda sun'iy yo'ldosh o'lchashlarining *statika*, *tezkor statika* yoki *reokkupatsiya* usuli tanlab olinadi.

Statika – bu usulda nuqtada ko'chma bekat bilan davomiyligi 1 soatdan kam bo'lmagan kuzatish bitta qabulda bajariladi.

Tezkor statika – bunda ko'chma bekat bilan punktda turib kuzatiladigan sun'iy yo'ldoshlar sonidan kelib chiqib, quyidagi jadvalda keltirilgan davomiylilikda kuzatish bitta qabulda bajariladi:

2.1-jadval

Sun'iy yo'ldoshlar soni	Kuzatish davomiyligi, minut
4	> 20
5	10–20
6 va undan ortiq	5–10

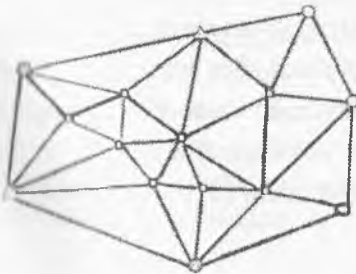
Reokkupatsiya – bunda ko'chma bekat bilan nuqtada turib kuzatishlar 2 ta qabulda bajariladi, har birining davomiyligi 10 minutdan kam emas: qabullar orasidagi vaqt 1 soatdan 4 soatgacha va qabullar faqat bitta qabul qilgichda bajarilishi kerak.

Turli syomka masshtablari va relief kesimi balandliklari uchun sun'iy yo'ldosh o'lchashlari orqali planli va balandlik asoslarini qurish va o'lchash usullari 2.2-jadvalda keltirilgan.

2.2-jadval

Syomka masshtabi/ relef kesimi bulandligi	Planli asos		Planli- balandlik yoki balandlik asosi	
	Cun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali syomka asosini qurishusul- lari	Sun'iy yo'ldosh- o'lchashlari usullari	Sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali syomka asosini qurish usuli	Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari usullari
1:10000, 1:5000/1m	Osma punkt-larni aniqlash	Tezkor statika yoki reokkupatsiya	Tarmoq qurish	Tezkor statika yoki peokkupatsi ya
1:2000,1:1000 1:500/ 1m va ortiq	Tarmoq qurish	Tezkor statika yoki reokkupatsiya	Tarmoq qurish	Tezkor statika yoki peokkupatsi ya
1:5000/0,5 m	Osma punkt-larni aniqlash	Tezkor statika yoki reokkupatsiya	Tarmoq qurish	Statika
1:2000,1:1000 1:500/0,5 m	Tarmoq qurish	Tezkor statika yoki reokkupatsiya	Tarmoq qurish	Statika

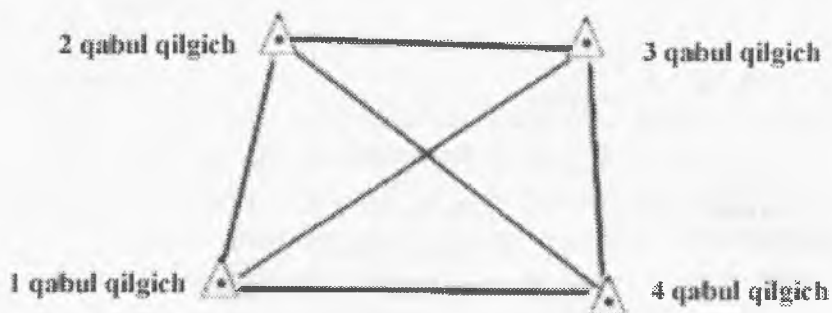
Syomka asosini tarmoq qurishusulida rivojlantirish sxemasi va obyekt-dagi dala ishlari dasturini shu tarzda tuzish kerakki, unda tarmoqning barcha tomonlari, shu jumladan, geodezik asos punktlariga tutashgan chiziqlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda kuzatilsin. Bunda syomka asosi aniqlanadigan har bir punktdan 3 ta punkt-gacha chiziqlar kuzatishi tavsiya etiladi (2.1-rasm).



2.1-rasm. Tarmoq qurish usulida
syomka asosini
rivojlantirish sxemasi:

- – balandlik geodezik asos punkti;
- △ – planli geodezik asos punkti;
- – syomka asos nuqtalari punkti

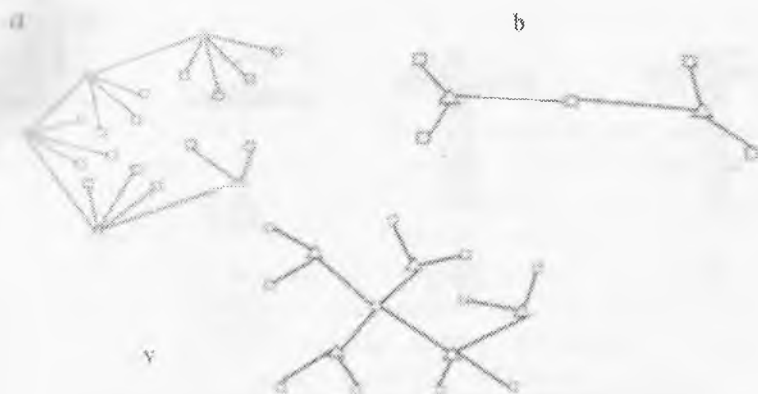
Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari 2 tadan ko'p qabul qilgichlardan foydalanib 3 ta va undan ko'p punktlarda bajariladigan har bir seans uchun mustaqil aniqlanadigan chiziqlar sifatida shundaylarni tanlash kerakki, ularning tutash siniq chiziqlari tutash nuqtalarida o'z-o'zini kesishmasin va yopilmasin (2.2-rasm).



2.2-rasm. 4ta punktda bajariladigan seanslardan 1–2, 2–3, 3–4 chiziqlarni erkin aniqlash sxemasi:

———— mustaqil o'lchashlar; ————— bog'liqli o'lchashlar

Syomka asosini sun'iy yo'ldosh osmanuqtalari usulida qurish sxemalari 2.3-rasmda keltirilgan. Osmo punktlarni aniqlash usulida syomka asosini rivojlantirishda (2.3-rasm, a) har bir syomka asos nuqtasidan unga yaqin geodezik tarmoq punktigacha hamda tayanch geodezik tarmoqning qo'shni punktlarigacha chiziqlar uzunligini aniqlash loyihalanishi kerak, yoki agar maqsadga muvofiq deb topilsa, kestirmalarni hosil qilish orqali syomka asos nuqtalaridan tayanch geodezik tarmoqning bir necha yaqin punktlarigacha bo'lgan chiziq uzunliklarini aniqlashni loyihalash zarur (2.3-rasm, b, v).



**2.3-rasm. Osmo nuqtalar usulida syomka asosini
rivojlantirish sxemalari:**

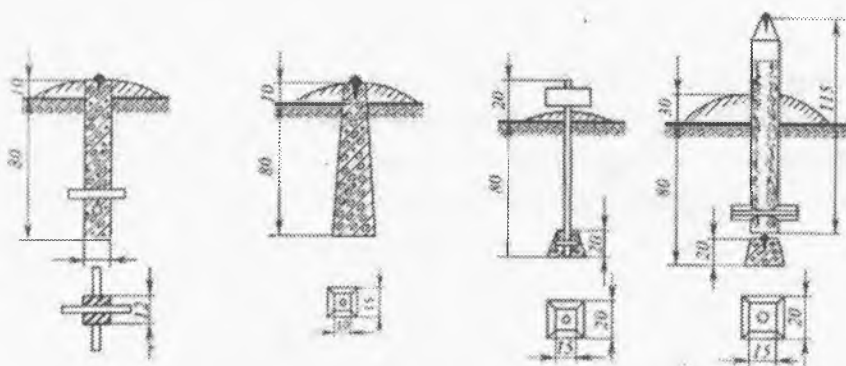
Δ – *tayanch geodezik asos punktlari*; $\square$ – *syomka asos nuqtalari*

Sun'iy yo'ldosh o'lchashlarini bajarish va natijalarni ishlab chiqish bo'yicha quyidagilar takdim etiladi:

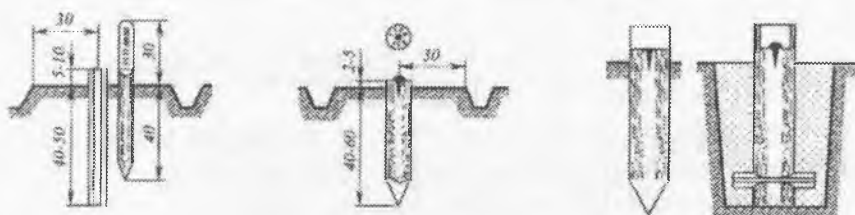
- boshlang'ich punktlar (reperlar) ni ko'rsatgan holda sun'iy yo'ldosh o'lchashlari sxemasi (aniqlanadigan vektorlar);
- alohida vektorlarning ishlab chiqilgan natijalari;
- vektorlarning WGS-84 koordinatalar sistemasidagi qiymatlari, ularni tenglash va aniqligini baholash natijalari;
- koordinatalarni WGS-84 koordinatalar sistemasidan talab qilingan koordinatalar sistemasiga o'tkazib hisoblash parametrlari va usuli;
- syomka geodezik asos nuqtalarining davlat va mahalliy sistemalardagi koordinatalari va balandliklari katalogi.

Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari natijalarini ishlab chiqish sun'iy yo'ldosh qabul qilgichlari to'plamiga kiruvchi kompyuter bilan qo'shiluvchi EHM maxsus dasturlar paketidan foydalanib bajariladi.

Syomka tarmog'i nuqtalari saqlanish muddatiga qarab joyda turli belgilar bilan mahkamlanadi. Uzoq muddatga mahkamlash belgilari turlari 2.4-rasmda, vaqtincha mahkamlash belgilari turlari esa 2.5-rasmda keltirilgan.



2.4-rasm. Syomka tarmoqlari nuqtalarini uzoq muddatga mahkamlash belgilari



2.5-rasm. Syomka tarmoqlari nuqtalarini vaqtincha mahkamlash belgilari

2.4. Zamonaviy geodezik asboblari va texnologiyalar yordamida GAT uchun ma'lumotlar olish

2.4.1. Elektron taximetriya mohiyati

Yer usti syomkalari orasida taximetrik syomka asosan relefi o'ziga xos bo'lgan tor enli cho'ziq yer uchastkalari, masalan, yo'llar, quvur o'tkazgichlar va boshqa chiziqli inshootlar trassasi bo'ylab joyning yirik masshtabli planini tuzish uchun asosiy syomka turi hisoblanadi. Elektron taximetrlar paydo bo'lishi bilan bu syomka katta maydonlarning raqamli modelini tuzishda asosiy syomka turiga aylandi va taximetrik syomkani to'liq yoki qisman

avtomatlashtirish imkonini berdi, ya'ni elektron taxeometriya yuzaga kelishiga sabab bo'ldi.

Syomkani bajarish uchun elektron taxeometr syomka asosi nuqtasiga, tafsilot va relefning piket nuqtalarida esa qaytargichli maxsus vexalarga o'rnatiladi. Taxeometr ko'rish trubasi qaytargichga qaratilib, avtomatik rejimda gorizontal va vertikal burchaklar hamda masofalar o'lchanadi. O'lchash natijalari taxeometrda EHM yordamida ishlab chiqiladi va piket nuqtalargacha ΔX va ΔY hamda nisbiy balandliklari aniqlanadi. Masofalarga qiyaligi va asbob vertikal o'qining og'ishi uchun o'lchangan natijalarga tuzatmalar avtomatik tarzda kiritiladi. O'lchash natijalari asbob xotirasiga yozib olinadi. Keyinchalik bu ma'lumot bazadagi (ofisdagi) EHM ga yuboriladi va maxsus dastur orqali yakuniy ishlab chiqilib, topografik plan yoki joyning raqamli modeli tuziladi.

Elektron taxeometr burchak o'lchash jarayonini boshqarish va nazorat qilish bloki, dalnomer bloki, mikro EHM, indikator moslama va quvvatlash blokining to'plami hisoblanadi. Elektron hisoblashlar bilan taxeometrlarning burchak o'lchash qismi asosini to'planuvchi yoki pozitsion turdagi datchiklar tashkil etadi.

Elektron taxeometrlar topografik syomkalardan tashqari qurilish maydonchalarida, gidromeliorativ va gidrotexnik inshootlarni qurishda, kadastr ishlarini yuritishda va boshqa muhandislik-geodezik ishlarda keng qo'llanadi.

Elektron taxeometrlar takomillashtirilishining asosiy bosqichlari quyidagilardir:

- XX asrning 70-yillari – mikroprotssessor bilan jihozlangan, qutbiy koordinatalar sistemasida chiziq-burchak o'lchashlarini bajarishga mo'ljallangan birinchi avlod taxeometrlarini yaratish;

- 80-yillar – o'lchash natijalariga tasodifiy va sistematik xatolar hamda tashqi muhit ta'sirini kamaytirish imkonini yaratuvchi korreksiyalovchi taxeometrlarni ishlab chiqish;

- 90- va keyingi yillar – videotaxeometr asosida vizirlash nuqtasiga avtomatik qaratish va uzunliklarni qaytargichsiz o'lchash moslamalari, yuqori aniqlikda chiziq-burchak o'lchashlarini bajarish, EHM bazasida majmuaviy bog'langan o'lchash sistemasiga ikkita taxeometrni birlashtirish va h.k.

Zamonaviy elektron taxeometrlar o'lchashlarni va hisoblashlarni to'liq avtomatlashtirishi, ixchamligi, kam quvvat manbaini talab qilishi hamda raqamli karta va planlarni tuzish va yangilash imkonini berishi bilan farqlanadi. Asbobda o'rnatilgan mini EHM o'lchash va hisoblash jarayonlari unumdorligi va aniqligini oshirish, o'lchash natijalarini ishlab chiqish, ishlarni xatosiz bajarishni ta'minlashga imkon beradi.

Elektron taxeometriya quyidagi topografik-geodezik ishlar tur-larini bajarishda samarali qo'llaniladi:

- ko'p maqsadli geodezik tarmoqlarni barpo etish;
- topografik va kadastr syomkalarini bajarish;
- er uchastkalari chegaralarini o'rnatish va boshqa yer tuzish ishlarini amalga oshirish;
- turli muhandislik-geodezik qidiruv ishlarini olib borish.

Kompyuterlashgan elektron taxeometrlar ma'lumotlarni to'g'ri-dan-to'g'ri daladagi va bazadagi EHM bilan ayirboshlash, ma-sofadan kompyuterni boshqarish, nishonni avtomatik kuzatish moslamalari va universal dala geodezik dasturlar to'plami bilan ta'minlangan.

Qaytargichsiz taxeometrlar qaytargichni o'rnatish sharoiti qiyin yoki bajaruvchi uchun xavfli bo'lgan nuqtalarda o'lchashlarni bajarish uchun ideal asbob hisoblanadi. Bunday taxeometrlar orqali prizmasiz masofalarni o'lchash qobiliyatining mavjudligi elektron taxeometrlarni keng spektrdagi geodezik masalalarni hal etish uchun qo'llash imkoniyatlarini beradi, chunonchi, o'rmon syomkasi, karer va konlar syomkasi, yer osti qazishlar, kadastr syomkasi, loyihani joyga ko'chirish va h.k.

Elektron taxeometr o'zida syomka, rejalash va amaliy dastur-lardan iborat universal to'plamni mujassamlagan. Barcha amaliy dasturlar majmuasi ingliz va rus tillarida o'rnatilgan bo'lib, bajaruvchiga keng spektrli muhandislik-geodezik masalalarni oson hal etishga imkon beradi.

Elektron taxeometriya usuli orqali topografik va kadastr syomkalar bajarish, yer uchastkalari chegaralarini o'rnatish ishlarini amalga oshirish texnologik jarayoni quyidagicha:

1. Tayyorgarlik ishlari bosqichida asbobdan foydalanish yo'riq-nomasiga ko'ra elektron taxeometrning majmuaviy tekshirishlari amalga oshiriladi, zaruriyat tug'ilgan holda tuzatishlar kiritiladi, asbobning komplektatsiyasi ko'zdan kechiriladi.

2. Ish obyektining rekognossirovka bosqichida davlat geodezik tarmoqlari va zichlash geodezik tarmoqlari punktlarining holatlari, boshlang'ich punktlar, planli asos nuqtalari sifatida ularni qo'llash imkoniyati baholanadi va ushbu punktlarda elektron taxeometrlarda kuzatishlarni olib borish sharoitlari ko'rib chiqiladi.

3. Elektron taxeometrlar yordamida syomka asos tarmoqlarini rivojlantirish bosqichida syomka qilinishi kerak bo'lgan barcha obyektlar va tafsilotlar, marza belgilari o'rinlarini aniqlashni ta'minlay oladigan zichlikda geodezik asos zichlashtiriladi.

4. Topografik (kadastr) syomka elektron taxeometr yordamida "syomka" rejimida bajariladi.

5. Er uchastkalari chegaralarini joyga ko'chirish "rejalash" rejimida amalga oshiriladi.

6. Dala o'lchash natijalarini ishlab chiqish bosqichida ma'lumotlar interfeys kabeli orqali shaxsiy kompyuterga yuklanadi. Maxsus dasturiy mahsulotlar CREDO, AutoCAD va boshqalar orqali syomka materiallari nazoratdan o'tkaziladi va tuzatiladi. So'ngra topografik yoki kadastr plani chizilib, yer uchastkasining yuzasi aniqlanadi va barcha hujjatlar rasmiylashtiriladi.

2.4.2. Elektron taxeometrlar

Elektron taxeometr (ET) – teodolit, svetodalnomer, mikroprotessor yoki mikro EHM mujassamlangan asbob yoki modulli ishlanma hisoblanadi. Oxirgi yillarda optik -mexanik va optik-elektron geodezik asboblarni ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan yetakchi chet el firmalari tomonidan jahon bozoriga turli ETlar taqdim etildi. Ularga misol qilib quyidagilarni ko'rsatish mumkin: Leica AG (Shveysariya), Trimble (AQSH), Topcon (Yaponiya), Sokkia (Yaponiya) va boshq.

Zamonaviy ETlarni shartli ravishda oddiy, universal va robotlashgan turlarga bo'lish mumkin.

Oddiy ET– minimal avtomatlashtirilgan va ko'pdasturiy ta'minotlar bilan jihozlangan asboblari. Bunday taxeometrlarda burchak o'lchashlari aniqligi 5–10", chiziqli o'lchashlari esa $(3+5 \times 10^{-6} D)$ mm ni tashkil qiladi.

Universal ET–imkoniyatlari kengaytirilgan asboblari hisoblanadi. Ular ko'p sonli o'rnatilgan dasturlar bilan jihozlangan bo'lib, burchaklarni o'lchash aniqligi 1 – 5", chiziqli o'lchashlari esa $(2+5 \times 10^{-6} D)$ mm ga teng.

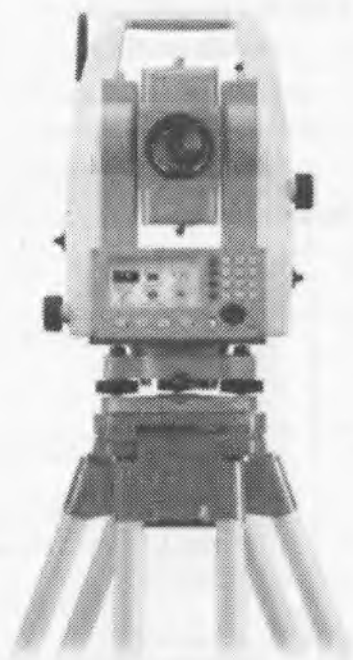
Robotlashgan ET – oldingi guruhdagi barcha imkoniyatlarga ega bo'lib, xizmat ko'rsatish motori bilan jihozlangan. Bunday motorlar o'rnatilgan radiokommunikatsiya moslamalari hamda qaytargichlarni avtomatik kuzatish sistemalarining mavjudligi ularni robot taxeometrlar deb atashga imkon beradi.

Quyida Leica (Shveysariya), Trimble (AQSH) ilg'or firmalari tomonidan ishlab chiqarilgan elektron taxeometrlar to'g'risida to'xtalib o'tamiz.

Keyingi yillarda "Leica Geosystem" (Shveysariya) firmasi tomonidan yuqori unumli, avtomatlashgan Leica FlexLine TS rusumli elektron taxeometrlar ishlab chiqarilmoqda. Bu rusumli elektron taxeometrlar qator afzalliklarga ega bo'lib, sifat, moslashuvchanlik, qulaylik va samaradorlik ko'rsatkichlari shular jumlasidandir.

Leica FlexLine TS 02 plus elektron taxeometri texnik va o'rtacha aniqlikda syomka ishlarining barcha standart vazifalari uchun ishonchli, tezkor va qulay asbob hisoblanadi. Bu asbob katta grafik oq-qora displey, harfli-raqamli klaviatura, bluetooth simsiz aloqasi bilan jihozlangan va Smart Worx Viva dasturiy ta'minoti orqali yanada moslashuvchanlikka erishiladi.

Leica FlexLine TS 06 plus elektron taxeometri ham (2.6-rasm) o'rtacha aniqlikda kundalik syomka ishlarining barcha standart vazifalari uchun ishonchli, tezkor va qulay asbob bo'lib, u katta grafik oq-qora displey, harfli-raqamli klaviatura, yangi o'rnatilgan Leica FlexField plus dasturi va rangli sensor displey bilan jihozlangan.



2.6-rasm. TS06 Leica plus elektron taxeometri

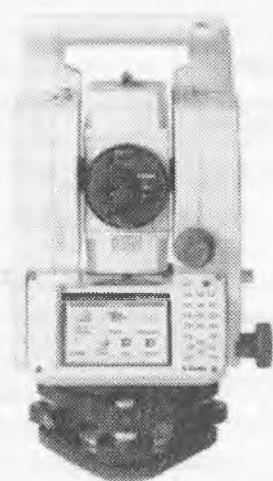
Leica FlexLine TS 09 plus elektron taxeometri Leica FlexLine plus asboblari turkumida yetakchi model bo'lib, yuqori aniqlikdagi ishlar uchun ideal asbob hisoblanadi. TS09 plusning kengaytirilgan konfiguratsiyasi uni o'ta moslashuvchan asbobga aylantiradi, chunki u bilan nafaqat kundalik syomka ishlarini, balki har qanday murakkab masalalarni katta ishonch bilan bajarish mumkin. Yangi o'rnatilgan Leica FlexFild plus dasturi va rangli sensor display bajariladigan ishlar samarasini yanada oshirishga imkon beradi.

Leica FlexLine TS plus rusmli electron taxeometrlarning texnik xarakteristiklari va ularning imkoniyatlari 2.3-jadvalda keltirilgan.

**Leica FlexLine TS plus rusumli elektron taxometrlarning
texnik tavsiflari**

Ko'rsatkichlar	TS02	TS06	TS09
Burchak o'lchashlar:			
Gorizontal <i>H</i> z /Vertikal <i>V</i>	3 / 5	2 / 3	1 / 2
Kompensator	To'rt o'qli		
Ko'rish maydoni burchagi	1°30'		
Masofa o'lchashlar:			
Fokuslashning minimal masofasi, m	1,5		
Qaytargichsiz masofa o'lchash (R30/R500/R1000 diapazonlarda), m	30/>500/>1000		
Qaytargichli plastinaga (5 x 5sm), m	1,6 dan 300 gacha		
Bitta prizma bo'yicha, m	3500 gacha		
Prizma bo'yicha o'lchash aniqligi, mm	±(1,5+2ppm·D)	±(1,5+2ppm·D)	±(1+1,5ppm·D)
Qaytargichsiz o'lchash aniqligi, mm	±(2+2 ppm)		
Ishchi harorat diapazoni, S	-20° dan +50° gacha		
Gorizontal va vertikaldoiralar bo'yicha sanoq	Ikkitomonli		
Chang va namlikdan himoyalanganligi	IP55		
Lazer markazlashtirgichi	5 darajali yoritqichli lazer tamg'a		
Markazlash aniqligi	Asbob balandligi 1,5m ga 1,5mm		
Klaviatura va displey	To'liq harfli-raqamli klaviatura, qora-oq grafik displey, 5 darajali yoritqich, ikkitomonli displey		
Ma'lumotlarni saqlash xotirasi	24000 nuqtalar, o'lchashlar 13500	100000 nuqtalar, o'lchashlar 60500	
Almashtiriladigan USB xotira kartasi	1Gbayt, uzatish tezligi 1000 nuqta/sek		
Akkumulyator turi	Litiy-ionli		
Ishlash muddati	Taxminan 20 soat		
Amaliy dasturlar	Topografiya(orientirlash va syomka), rejalarash, teskari kestirma		

Keyingi yillarda Trimble (AQSH) firmasi tomonidan Trimble M3 DR (2.7-rasm) hamda NIKON (Yaponiya) firmasi bilan hamkorlikda Spektra Precision Focus 4 elektron taxeometrlari ishlab chiqarilmoqda. Ular asosan topografik, kadastr syomkalarini bajarishga mo'ljallangan bo'lib, o'lchash imkoni bo'lmagan nishon(nuqta)largacha o'lchashlarni bajarishda katta universallikka ega hamda o'lchashlarni qaytargichsiz amalga oshirish imkonini beradi.



27-rasm. Trimble M3DR electron taxeometri

Bu rusumli asboblari quyidagi masalalarni hal etishda keng qo'llanadi:

- taxeometrik yo'llarni qurish;
- geodezik syomka asosini qurish va rivojlantirish;
- topografik, kadastr va qurilishdagi syomkalarni bajarish;
- yerlar ajratish(er uchastkalari chegaralarini o'rnatish);
- yer uchastkalari chegaralarini joyga ko'chirish;
- rejalash ishlari.

**Trimble M3 DR rusumli elektron taxometrlarning
texnik tavsiflari**

Ko'rsatkichlar	1"	2"	3"	5"
Ko'rish trubasining kattalash-tirishi, karat	30			
Lazer nishonko'rsatkichi	Koaksialli, ko'rinarli qizil rangli			
Lazer markazlashtirgichi	Qizil, 4 darajali yorug'lik			
Burchak o'lchashlar aniqligi	1	2	3	4 5
Masofa o'lchashlar chegarasi (1 prizmada)	3000m gacha		5000m gacha	
Qaytargichsiz	500m gacha		400m gacha	
Prizma bo'yicha o'lchash aniqligi, mm	± 2mm +2mm / km			
Qaytargichsiz o'lchash aniqligi, mm	± 3mm +2mm / km			
Prizma bo'yicha o'lchash vaqti (aniq/normal), sek.	1,6 / 0,8		1,5 / 0,8	
Qaytargichsiz o'lchash vaqti (aniq/normal), sek.	2,1/ 1,2		1,8/ 1,0	
Ishchi harorat diapazoni, S	-20° dan +50° gacha			
DCH holatidagi ekran	16 bitli rang, orqa yoritqichi bilan TFTSK–displey (320x240 pikseli)			
DO' holatidagi ekran	Orqa yoritqichi bilan SK-displey (128x64 pikseli)			
Operatsion sistema	Windows CE			
O'rnatilgan dasturiy ta'minot	Trimble Access			
O'lchash uchun xotira	RAM 128 Mb, flesh–xotira 128 Mb			
Chang va namlikdan himoyalanganligi	IP66			
Ma'lumotlarni uzatish porti	RS-232C 2xUSB			
Cimsiz aloqa	O'rnatilgan bluetooth moduli			
Qaratish vinti	Cheksiz			
O'lchamlari (K x U x B), mm	149 x 145 x 306			
Asbob vazni (batareyasiz), kg	3,9		3,8	
Zaryadlash qurilmasi	Ichki Li-ion akkumulyatorli batareya(x2)			
Batareya	BC-65, Ni-MH			
Ishlash muddati:				
To'xtovsiz burchak va masofa o'lchash, soat	12		7,5	
Har 30 sekundda masofa/ burchak o'lchash, soat	26		12	

2.4.3. Elektron taximetriyani bajarish texnologiyasi

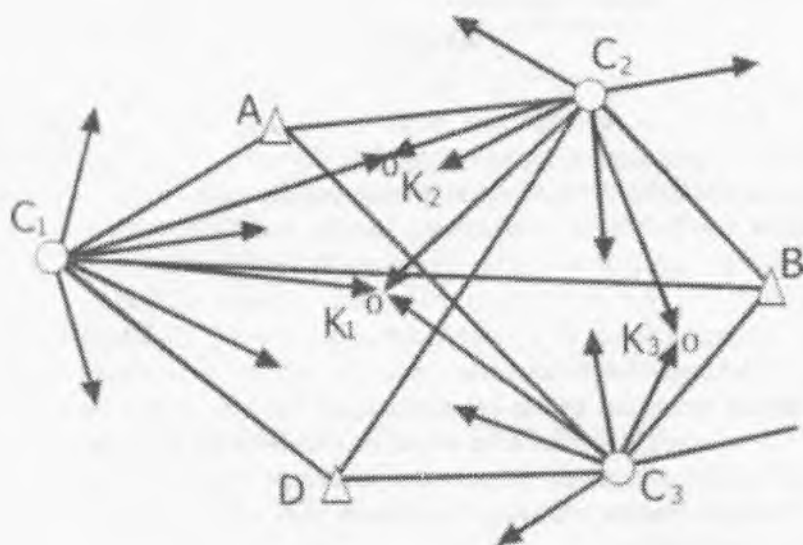
Topografik syomkalarni elektron taximetrlar bilan elektron-blokli taximetriya texnologiyasidan foydalanib amalga oshirish mumkin. Ushbu texnologiyaning mohiyati shundan iboratki, syomka uchun mo'ljallangan obyektning barcha hududi alohida uchastka-bloklarga bo'linadi. Bitta blokning hududida syomka elektron taximetрни bir o'rnatishda bajariladi. Shunda oldindan syomka asosi barpo etilmaydi, u syomka ishlari jarayonida shakllanadi.

Elektron-blokli taximetriyani bir necha variantlarda amalga oshirish mumkin: ketma-ket joylashgan bekatlar orqali (ketma-ket taximetriya), ozod bekatlar orqali (bo'lakli-blokli taximetriya) va ular kombinatsiyasida (kombinatsiyalashgan taximetriya). Barcha holatlarda bloklar orasidagi bog'lanish mavjud bog'lovchi nuqtalar orqali ta'minlanadi.

Ozod bekatlar taximetriyasi fazoviy burchakli, chiziqli va kombinatsiyalashgan kestirmalarni qo'llagan holda bekat o'rnini aniqlashga asoslangan. Bunday syomka texnologiyasini amalga oshirish uchun uncha zich bo'lmagan, ixtiyoriy zichlikda joylashgan geodezik asos nuqtalaridan foydalanish etarli. Ozod bekat minimal soni boshlang'ich punktlarga bog'lanadi va uning koordinatalari teskari chiziq-burchakli kestirmalar orqali aniqlanadi.

Elektron taximetrlar bilan bekat nuqtalari balandligi trigonometrik nivelirlash orqali aniqlanadi, buning uchun bekatdan balandligi ma'lum nuqtagacha qiyalik burchak va masofa o'lchanishi lozim. Ozod bekatlar taximetriyasining sxemasi 2.8-rasmda ko'rsatilgan.

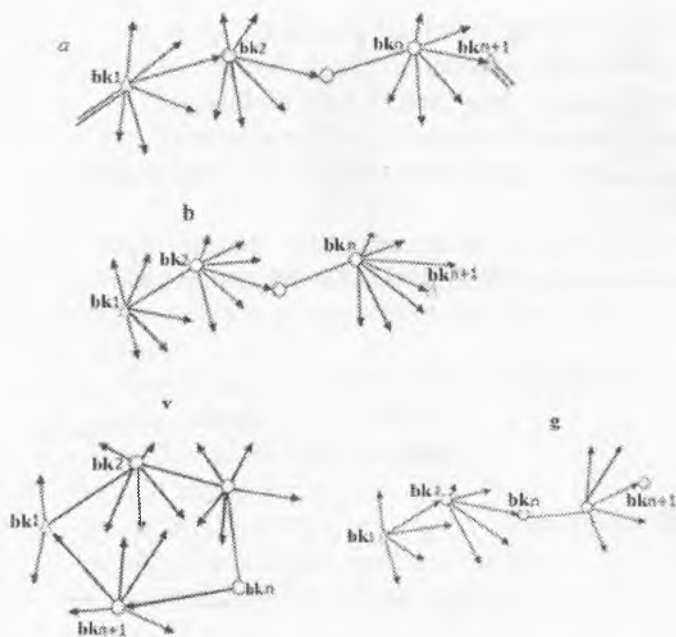
Bu holatda A , V va D geodezik asos punktlariga ko'rinish bo'lishidan tashqari, syomkani bajarish ketma-ketligi va S_1 , S_2 , S_3 bekatlarning joylashish o'rnini belgilanmaydi. Syomka jarayonida K_1 , K_2 , K_3 nuqtalar qatori nazorat uchun turli syomka bekatlar (bloklar)idan ikki marotaba aniqlanadi.



2.8-rasm. Ozod bekatlar taximetriyasini bajarish sxemasi

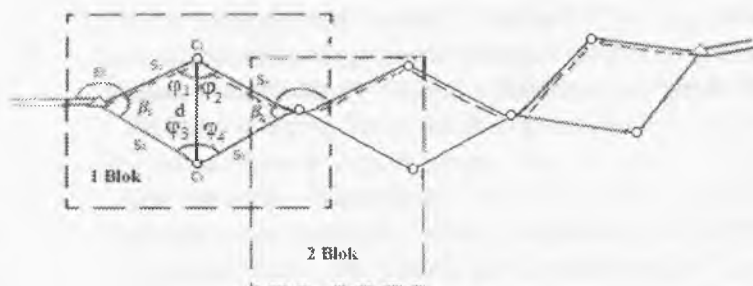
Bo'lakli-blokli taximetriya usulida bekatlarning koordinatalari va balandliklarini aniqlash uchun qo'llanadigan boshlang'ich geodezik asos punktlari sifatida mayoqli piketlardan foydalanish mumkin. Buning uchun koordinatalari va balandliklari ma'lum joydagi predmetlar (teleminoralar, tutun mo'rilar, binolar shpili va boshq.) xizmat qilishi mumkin.

Yuqorida ta'kidlanganidek, elektron-blokli taximetriyani amalga oshirishda geodezik kestirmalar eng unumli geodezik qurilmalar bo'lib, ulardan eng maqbuli kombinatsiyalashgan kestirma hisoblanadi. Qator kombinatsiyalashgan kestirmalarni ketma-ket bajarishda **ketma-ket elektron-blokli taximetriya** usuli shakllanadi. Bunda piket nuqtalari syomkasi bilan syomka asosni yaratish birga olib boriladi. Bu texnologiyani 2.9-rasmdagi chizmalar asosida amalga oshirish mumkin: to'liq (a) yoki koordinatalar orqali bog'langan(b) yo'llar, yopiq (v) yoki osma (g) yo'llar.



2.9-rasm. Ketma-ket elektron-blokli taxeometriya yo'llari

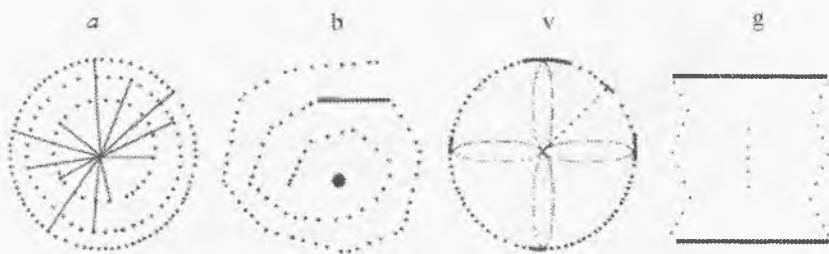
Elektron-blokli taxeometriyaning boshqa xususiyati shundan iboratki, tayanch geodezik punktlar orasidagi yo'ning har bir tomoni uchun koordinatalar ortirmalari ma'lum bo'ladi, gorizontalar burchaklari esa asbob turgan bekatlarda bo'ladi (2.10-rasm).



2.10-rasm. Taxeometrik yo'ning sxemasi

Ushbu usulning mohiyati shundaki, ET o'rnatadigan qo'shni syomka bekatlari orasida ko'rinish bo'lishi shart emas. Qo'shni bloklar orasidagi bog'lanish esa bloklarning har bir qo'shni tomondan mavjud ikkita bog'lovchi nuqtalar (2.10-rasmda s_1 va s_2 nuqtalar, shtrix chiziqlari esa asosiy yo'l hisoblanadi) orqali amalga oshiriladi.

Elektron-blokli taxeometriyada piketli syomkani amalga oshirishda quyidagi sxemalardan foydalanish mumkin (2.11-rasm):



2.11-rasm. Elektron-blokli taxeometriyada piket nuqtalari syomkasining sxemalari:

***a*—radius bo'yicha; *b*—spiral bo'yicha; *v*—nurtli;
g—zigzagli (siniq chiziqli)**

Elektron taxeometriya sohasida so'nggi yutuq elektron taxeometr va GNSS qabul qilgichni bitta sistemada mujassamlagan majmuaviy asbob – **Smart Station Leica** (Shveysariya) sistemasi hisoblanadi (2.12-rasm). Ushbu sistemaning afzalligi shundan iboratki, syomkani bajarish uchun tayanch asosning mavjudligi uzun yo'llarning o'tkazilishi, teskari kestirmalar bajarilishini talab etmaydi. SmartStation asbobi qulay joyga o'rnatiladi, GNSS qabul qilgich asbobi orqali turgan nuqta koordinatalari aniqlanadi va taxeometr bilan syomka boshlanadi. Shunda asbobning GPS/GLONASS sistemalari bilan to'liq moslashuvi syomkani bajarishda yangi imkoniyatlarni tug'diradi, syomka jarayoni oson va tez, bekatlar soni qisqartirilgan holda amalga oshiriladi.



2.12-rasm. Smart Station sistemasi

Shunday qilib, elektron taxeometriya quyidagi masalalarni hal etishga imkon beradi:

- 1) poligonometriya usulida geodezik tarmoqni zichlash;
- 2) trilateratsiyada tomonlarni o'lchash;
- 3) planli-balandlik syomka asosni qurish;
- 4) aerosuratlarni bog'lash;
- 5) joyning yirik masshtabli topografik syomkasini bajarish;
- 6) muhandislikqidiruvlaridagi geodezik ishlar;
- 7) bino va muhandislik inshootlarini qurishda montajishlarining geodezik ta'minoti;
- 8) kadastr syomkasi va yer uchastkalari chegaralarini o'rnatish vaboshqalar.

2.4.4. Nivelirlash ishlarida elektron-raqamli nivelirlarni qo'llash

Keyingi yillarda geodezik amaliyotda nivelirlash uchun elektron-raqamli nivelirlardan keng qo'lamda foydalanib kelinmoqda.

An'anaviy geodezik asboblardan – optik nivelirlar bilan nivelirlash (nivelir yo'llarni o'tkazish, balandlik asoslarni barpo etish, trassani nivelirlash, yuzani nivelirlash va boshq.)ni bajarish prinsiplari va uslublari, aniqligi va boshqalar ko'pgina ilmiy-texnik adabiyotlar va me'yoriy hujjatlarda o'z aksini topgan.

Elektron-raqamli nivelirlarga chet el firmalari tomonidan ishlab chiqarilayotgan Dini 12, Dini12T, Dini 0.3, Dini 0.7 Trimble (AQSH), DNA03, DNA10, "Sprinter" Leica (Shveysariya), DL-101C, DL-102C TOPCON (Yaponiya) va boshqa nivelirlarni misol qilib keltirish mumkin.

An'anaviy nivelirlardan raqamli nivelirlar elektronika bilan jihozlanganligi va maxsus ish dasturlari bilan ta'minlanganligi bilan farq qiladi. Bu esa dala o'lchash ishlari va natijalarni ishlab chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi, jumladan:

- shtrix-kodli nivelir reykasini bo'yicha sanoq olish;
- o'lchash natijalariga ko'rish trubasi vizir o'qining silindrik adilak o'qiga parallel emasligi (*i* burchagiga) hamda yer egriligi va refraksiya xatolari uchun tuzatmalarni kiritish;
- nivelir bilan reyka orasidagi masofa 100m gacha bo'lganda gorizontal qo'yilishni 20 mm gacha aniqlikda o'lchash;
- o'lchash natijalarini ichki yoki tashqi xotira moduliga yozish;
- nivelirlash elkalari (nivelirdan orqa va oldingi reykalar gacha masofalar) tengligi va nisbiy balandlik o'lchash natijasini tekshirib borish;
- o'lchash natijalarini avtomatik ishlab chiqib, nuqtalar balandligini displeyga chiqarish;
- o'lchangan ma'lumotlarni yozib saqlash va uzatish uchun USB moslamasidan foydalanish.

Nivelirlarda o'rnatilgan dastur alohida o'lchash, qayta o'lchash, o'rtadan va oldinga geometrik nivelirlash, rejalar ishlari va nivelir yo'lini tenglash kabi jarayonlarni bajarishni ta'minlaydi.

Reykadan olingan sanoqlarni nivelir xotirasiga yozib saqlash yoki asbob displeyi (ekrani) dan o'qib, jurnalga yozish mumkin.

Trimble Dini avtomatik raqamli nivelirlar ko'pincha balandlik asosni barpo etishda va turli muhandislik-geodezik masalalarni yechishda qo'llaniladi.

Keyingi yillarda Dini rusumli raqamli nivelirlar Trimble firmasi tomonidan Dini 0.3, Dini 0.7 rusumlarda ishlab chiqarilmoqda (2.13-rasm).

Trimble Dini raqamli nivelirlarning afzalligi quyidagilardan iborat:

- katta ekran;
- asbob bilan ishlashda boshqarishning soddaligi va osonligi;
- o'lchangan ma'lumotlarni yozib saqlash uchun USB moslama;

- o'lchashlarni bajarishda vaqtni tejash;
- shtrix-kodli reykalarni tanlash imkoniyati.



2.13-rasm. Dini 0.3 raqamli nivelir

Etarli aniqlikda masofani o'lchash qobiliyati nivelir yo'llarda old va orqa elkalarni tez muddatda tenglash imkonini beradi. Bu esa elkalarning maksimal uzunlikdan oshmasligiga, shuningdek, ishonchli natijalarni olishni ta'minlashga va xatolar tarqalishini minimallashtirishga sabab bo'ladi.

Ko'pincha joyning sharoiti va turli to'siqlar ta'siri tufayli nivelir reykasining katta qismini ko'rish qiyin bo'ladi, Dini niveliri bilan o'lchashda reykaning 30sm ga teng kesimi ko'rinsa kifoya qiladi.

Dini 0.3 va Dini 0.7 nivelirlari nisbiy balandliklarni yuqori aniqlikda, masofalarni esa aniq elektron o'lchashlar orqali bajarishga mo'ljallangan. Ushbu nivelirlar bilan invar reykalaridan foydalanib o'lchashlar bajarishda 1km ikkilangan nivelir yo'lida o'rta kvadratik xato tegishlicha 0,3 mm va 0,7 mm ni tashkil qiladi.

Dini nivelirlari qo'shimcha elektron gorizontal doira bilan jihozlangan bo'lib, ubilan gorizontal burchaklarni o'lchash mumkin. Burchaklar 6" aniqlikda o'lchanadi.

Dini raqamli nivelirlarni qo'llash sohalari:

- balandlik tayanch geodezik tarmoqlarni qurish;
- nishabliklarni aniqlash va profillarni tuzish uchun tezkor nivelir yo'llarni o'tkazish;
- cho'kish zonalarini syomka qilish;

- avtomobil va temir yo'llarni nivelirlash;
- o'zanli syomkalarni bajarish;
- yuzani nivelirlash.

DNA 03 va DNA 10 Leica (Shveysariya) raqamli nivelirlarda ilg'or elektron texnologiyalar, a'lo darajali optika va aniq mexanika hamda eng katta va ergonomik suyuq kristalli displey mujassamlangan bo'lib, avtomatik ravishda shtrix-kodli reykalarda o'lchashlarni bajarishga qodir.

DNA rusumli Leica (Shveysariya) raqamli nivelirlarda o'rnatilgan dasturiy ta'minot bo'yicha quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

- shtrix-kodli reykalar bo'yicha sanoq olish va masofani o'lchash;
- nivelir yo'lni reperlarga bog'lash;
- oraliq nuqtalar bilan birga nivelir yo'llarni o'tkazish;
- rejalash ishlarini bajarish;
- balandliklarni avtomatik hisoblash;
- tekshirish va nazoratlarni bajarish;
- ma'lumotlarni ayirboshlash va boshq.



2.14-rasm. DNA 03 raqamli nivelir

DNA 03 niveliri (2.14-rasm) I va II sinf yuqori aniq nivelirlashga, muhandislik inshootlari deformatsiyasini aniqlashga, DNA 10 niveliri esa texnik nivelirlash, kadastr va qurilish ishlarida nisbiy balandliklar, masofalarni tezkor o'lchashga mo'ljallangan.

DL-101C, DL-102C TOPCON (Yaponiya) raqamli nivelirlari yuqori aniq va aniq nivelirlash ishlarini amalga oshirish uchun mo'l-

jallangan bo'lib, imkoniyatlari deyarli yuqorida ko'rib chiqilgan Dini va DNA raqamli nivelirlarga mos keladi (2.15-rasm).



2.15-rasm. DL-101C , DL-102C TOPCON raqamli nivelirlari

DL-101C, DL-102C TOPCON raqamli nivelirlarni qo'llash sohalari quyidagilardir:

- nivelir tarmoqlarini qurish;
- inshootlar deformatsiyasini kuzatish;
- chiziqli inshootlarni trassalash;
- yuzani nivelirlash;
- muhandislik qidiruvlari;
- topografik syomka;
- yo'l qurilishlari (bo'ylama va ko'ndalang kesimlar, balandliklarni joyga ko'chirish);
- tunnellarni qurish.

Trimble Dini (AQSH), DNA (Shveysariya) va DL TOPCON (Yaponiya) raqamli nivelirlarning texnik tavsiflari 2.5-jadvalda keltirilgan.

Trimble Dini raqamli nivelirlar bilan o'lchash rejimlari

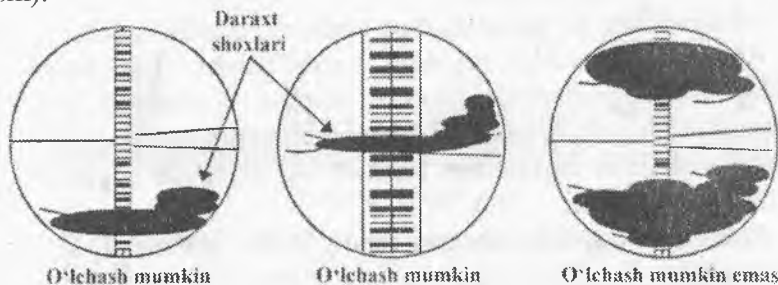
1. O'lchashlarni bajarish uchun tayyorlangan nivelir bekatga o'rnatiladi. Ko'targich vintlari yordamida doiraviy adilak pufakchasi o'rta qismga keltiriladi va iplar to'ring tasviri okulyar vinti orqali fokuslanadi.

2. Ko'rish trubasi vizirlash nishoni orqali rey kaga qaratiladi va qaratish vinti yordamida iplar to'ring markazi shtrix-kodli reykaning o'qiga qaratiladi.

Raqamli nivelirlarning texnik tavsiflari

Texnik tavsiflari	Dini 0.3/0.7	DNA 03/10	DL101C/102C
O'lchash aniqligi (elektron o'lchashlar)			
1. Nivelirlash:			
1 km nivelir yo'lida o'rta kvadratik xatosi			
- shtrix-kodli invar reykalarda	0,3 mm/0,7mm	0,3 mm/0,9mm	0,4mm/1,0mm
- shtrix-kodli standart reykalarda	1,0 mm/1,3mm	1,0 mm/1,5mm	1,0 mm/1,5mm
- vizual o'lchashlarda	1,5 mm/2,0mm	1,0 mm/1,5mm	1,0 mm/1,5mm
2. Masofa (elektron o'lchashlar)			
Nivelir rejimida (reykaning 30 sm sigmenti bilan)			
- shtrix-kodli invar reykalarda	20 mm/25 mm	10mm/20mm	10mm/20mm
- shtrix-kodli standart reykalarda	25 mm/30 mm	15mm/25mm	20mm/30mm
3. Burchaklar			
-doiraning graduirlash turi	400 grad va 360°		
- graduirlash oralig'i	1°		
O'lchash diapazoni	1,5m-100m	1,8m-110m	2,0m-110m
O'lchash vaqti	3 sek/2 sek	3 sek	3 sek
Ko'rish trubasining kattalashtirishi	32x/26x	24x	32x/30x
Kompensator ishlash diapazoni	±15'	±10'	±12'/±15'
Display	Grafik, 240x160 piksellar, monoxromli, yoritqichi bilan		
Klaviatura	19 klavishli harfli-raqamli 4-pozitsiyali klavishlar navigatsiyasi bilan		
Standart dasturlar	Alohida o'lchashlar, bir necha o'lchashlar, oraliq vizirlash bilan yo'llarni o'tkazish, yuza nivelirlash. Balandliklarni joyga ko'chirish		
Ichki xotira	30000 qator ma'lumotlar	6000 o'lchashlar (1650bekat)	8000 nuqtalar
Tashqi xotira	USB flesh-xotira moduli	ATA-Flash/SRAM	USB flesh-xotira moduli
Zaryadlash qurilmasi	Litiy – ionli batareya komplekti: 7,4V/2,4As	Alkalaynli batareya 6xLR6/AA/A M3 1,5V	Alkalaynli batareya 6xLR6/AA/A M3 V
Batareyaning ishlash vaqti	3 kun	3 kun/ 1 hafta	10soat
Ishlash harorati	-20° S dan +50° S gacha		
Vazni (faqat asbobning)	3,5 kg	2,8 kg	2,8kg

Aytish joizki, raqamli nivelirlar orqali to'siqlar bilan qisman yopilgan reykaqa qarab (masalan, reyka 30% dan kam daraxtning shoxlari bilan yopilgan bo'lsa) o'lchashlarni bajarish mumkin (2.16-rasm).



2.16-rasm. Shtrix-kodli reykalarga qaratish tartibi

3. Nivelir ON/OF (yoqish/o'chirish) tugmachani bosib ishga tushiriladi. Nivelirni yoqish bilan yuklangan dasturiga binoan quyidagi o'lchash rejimlarini ishga tushirish mumkin:

- alohida nuqtalarga qarab o'lchashlar rejimi (tayanch reperlarga bog'lanmasdan);
- nivelir yo'li rejimi (o'rnatilgan bo'lsa, boshlangan yo'l davom ettiriladi);
- sozlash rejimi (tekshirishlar va sozlash ishlari amalga oshiriladi);
- DIST rejimi (elkalar uzunligi tekshiriladi);
- oraliq o'lchashlar rejimi;
- rejalash rejimi.

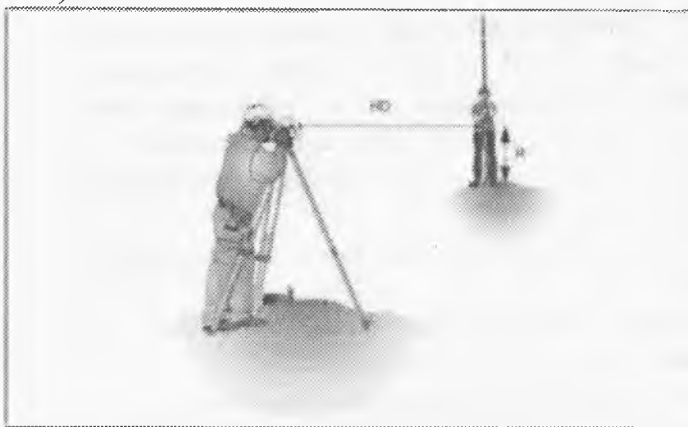
4. Nivelirning parametrlari o'rnatiladi. Asbobning parametrlari – bu uning apparat qismi ishlashining asosiy shartlari bo'lib, ular o'lchash birligi, yechim qiymati, tili va ma'lumotlarni yozish formatlari hisoblanadi. Ushbu parametrlar ro'yxati bosh menyu – MENU tugmachasi bosilishi bilan displeyga chiqadi. Shunda bosh menyuning Set Instr. Param bandi qayd etilgan parametrlarni o'rnatish uchun, Input bandi esa asbobning doimiy qiymatlari (elkalarining maksimal uzunligi, vizirlashning maksimal balandligi, refraksiya koeffitsienti, reykaning doimiy qiymati va boshqalar)ni kiritish uchun mo'ljallangan.

5. Dini raqamli nivelirlarda o'rnatilgan dasturiy ta'minotga qarab turli o'lchashlarni bajarish mumkin, jumladan:

- alohida o'lchashlar (tayanch reperga bog'lanmasdan);
- nivelir yo'lini o'tkazish;
- balandliklar bo'yicha rejalash ishlarini bajarish va h.k.

Alohida o'lchashlar rejimiga kirish uchun bosh menyudan dastlab o'lchash menyusi, keyin alohida o'lchashlar menyusi tanlanadi. O'lchash natijalarini tabloga chiqarish uchun boshqarish panelidagi MEAS tugmachasi bosiladi va displeyda quyidagi qiymatlar paydo bo'ladi:

R – reyka bo'yicha olingan sanoq; ND – gorizontall qo'yilish (2.17-rasm).

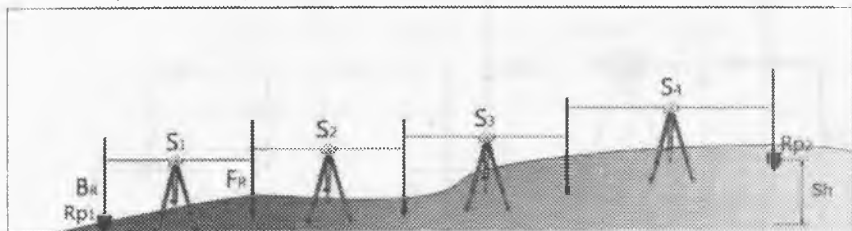


2.17-rasm. Alohida o'lchashlar

Bu usulda o'lchashlarni bajarishda reyka bo'yicha sanoqlar qiymatlari bir-biriga bog'lanmagan holda ifodalanishi mumkin. Agar xotiraga yozish va nuqtalarni avtomatik raqamlash yoqilgan bo'lsa, o'lchashlar tegishlicha saqlanadi.

Nivelir yo'lini reperlarga bog'lab o'tkazish. Bunda kerakli operatsiyalar alohida o'lchashlar usulida IntM klavish yordamida ishga tushiriladi. Dastlab repurning balandligi kiritiladi. Agar reper balandligi Dini nivelirning xotirasiga yozilgan bo'lsa, unda uni nivelirning xotirasidan chiqarish mumkin. Bog'lash jarayoni bajarilgandan keyin bir-biriga bog'liq bo'lmagan turli o'lchashlar

(masalan, piket va oraliq nuqtalarni o'rtadan nivelirlash)ni bajarish mumkin (2.18-rasm).



2.18-rasm. Nivelir yo'li

Jarayon yakunida quyidagi dastlabki natijalar paydo bo'ladi:

Sh – yo'l bo'yicha umumiy nisbiy balandliklar;

DB , DF – orqadagi va oldingi reykalargacha bo'lgan elkalar uzunligining yig'indisi;

dz – nivelir yo'li bo'yicha bog'lanmaslik (boshlang'ich va oxirgi reperlar balandliklari kiritilgan bo'lsa).

Barcha muhim sozlashlarni yo'ldagi o'lchashlar boshlanmasdan amalga oshirish lozim.

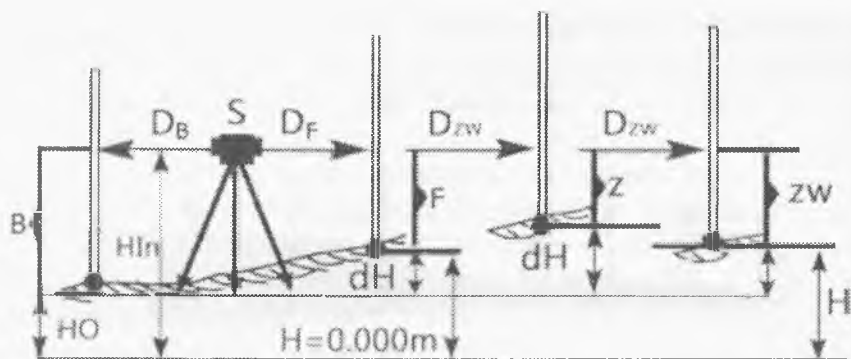
O'lchashlarning yuqori aniqligini ta'minlash uchun elkalarning maksimal uzunligi, vizirlashning minimal balandligi va bekatda nisbiy balandliklar maksimal farqlarining yo'l qo'yilganqiyamatlarini nazorat qilish lozim.

DNA raqamli nivelirning ishlash prinsipi. DNA raqamli nivelirni bekatga o'rnatish tartibi deyarli Dini raqamli nivelir bilan bir xil. Quyida DNA raqamli nivelirlar bilan o'lchashlarni bajarishni ko'rib chiqamiz.

DNA 03 raqamli nivelirda o'rnatilgan dasturga binoan quyidagilarni bajarish mumkin:

- nivelir yo'llarni o'tkazish;
- topografik va rejalash ishlarini bajarish;
- nuqta balandligini joyga ko'chirish.

DNA raqamli nivelir bilan nivelirlashni bajarishga misol 2.19-
rasmida keltirilgan.



2.19-rasm. DNA raqamli nivelir bilan ishlash sxemasi:

S – bekat; *B* – orqadagi reykanan sanoq; *F* – oldingi reykanan sanoq; *ZW* – oraliq reykanan sanoq; D_B – orqadagi reykanagacha masofa; D_F – oldingi reykanagacha masofa; D_{ZW} – oraliq reykanagacha masofa; H_0 – boshlang'ich nuqtaning balandligi; H – oldingi yoki oraliq nuqta balandligi; H – orqadagi va aniqlanadigan nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik; HIn – asbob gorizonti

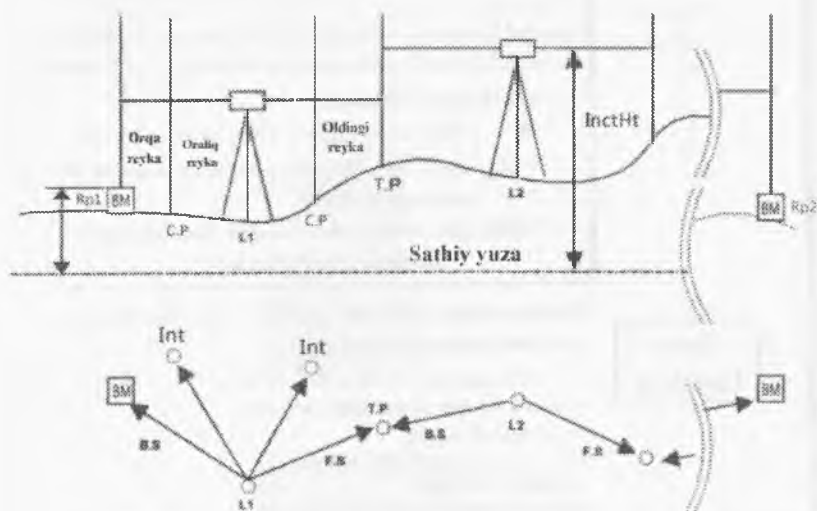
Nivelir yo'llarni aniqlik talablariga qarab o'tkazishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

- yelkalar bir xilligini saqlash;
- yo'llarni bog'lashni nazorat qilish;
- reykalargacha bo'lgan yo'l qo'yiladigan masofalarga rioya qilish;
- refraksiya ta'sirini kamaytirish uchun nivelirni yerdan minimal yo'l qo'yiladigan balandlikda o'rnatish;
- o'lchashlar ishonchliligini oshirish va xatolarni kamaytirish uchun ikkilangan o'lchashlarni bajarish (BF FB, BFFB);
- gorizont og'ish (avtomatik kompensatorning qoldiqli xatosi)ni bartaraf etish uchun quyidagi kuzatish jarayonini qo'llash (BFFB=BFFB FBBF), bu yerda V–orqadagi reykanan sanoq; F–oldingi reykanan sanoq.

DL-102C TOPCON raqamli nivelirning ishlash prinsipi. DL-102C TOPCON raqamli nivelirni bekatga o'rnatish tartibi ham yuqorida qayd etilgan Dini va DNA nivelirlarga o'xshash.

DL-102C TOPSON raqamli nivelir bilan nivelir yo'llarini o'tkazishda yozish rejimi (Out Module) RAM yoki OFF holatida, ma'lumotlarni xotiraning kartochkasiga yozish kerak bo'lganda esa faqat RAM holatida o'rnatilgan bo'lishi lozim.

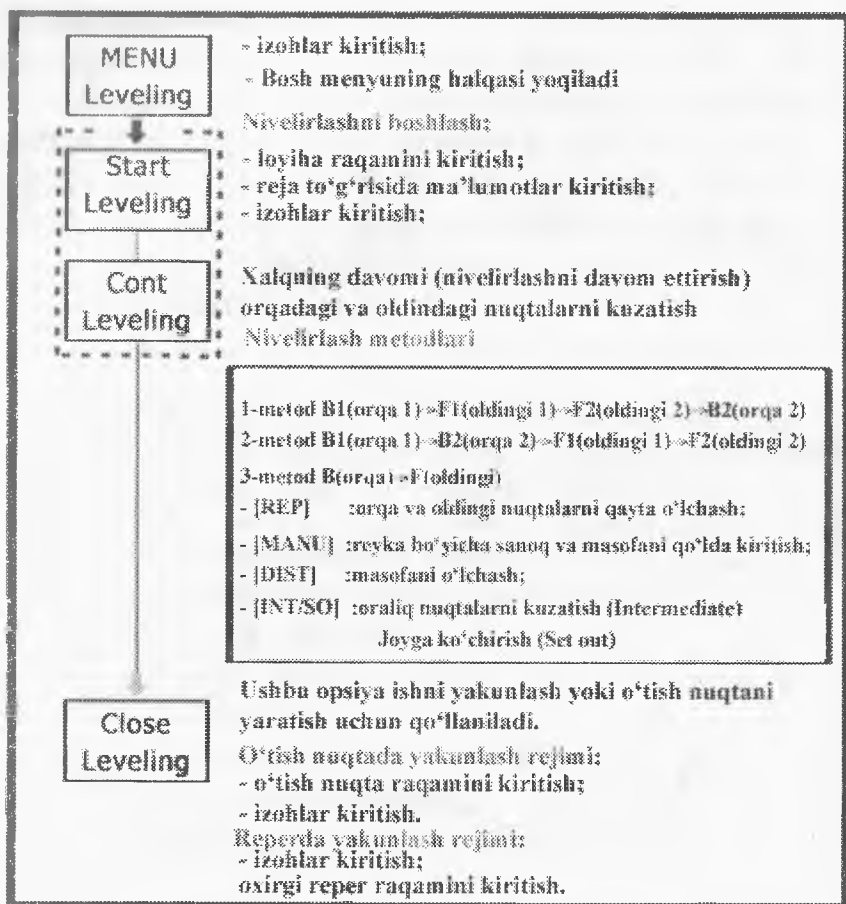
DL-102C TOPCON raqamli nivelir yordamida nivelir yo'lni o'tkazish 2.20-rasmda keltirilgan.



**2.20-rasm.DL-102C TOPCON raqamli nivelirda
nivelir yo'lni o'tkazish:**

VM – reperlar; L – bekat; S.P – oraliq nuqtalar; T.P – bog'lovchi nuqtalar; V.S – orqadagi reykan sanog; F.S – oldingi reykan sanog; Int – oraliq nuqtadan sanog; Inct Ht – asbob gorizonti

Nivelirlar yo'lini o'tkazish jarayonida DL-102C TOPCON raqamli nivelirning Menu ekranlarida quyidagi opsiyalar amalga oshiriladi (2.21-rasm):



2.21-rasm.DL-102 S TOPCON nivelirning Menu ekrani

2.5. Yer usti lazer skanerlash

2.5.1. Lazer skanerlarning turlari va texnik tavsiflari

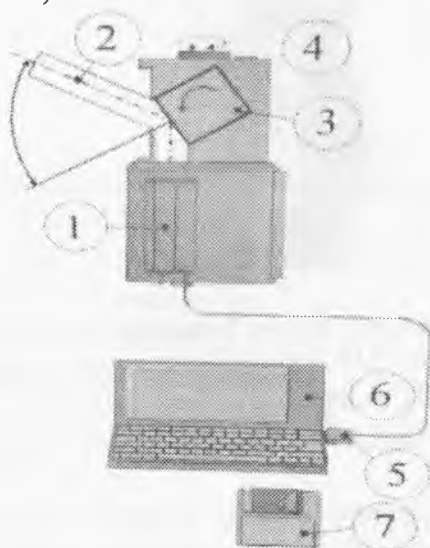
Lazer skanerlash – bu fazoviy koordinatalar bilan nuqtalar to'plamini ifodalovchi, obyektning uch o'lchamli modelini yaratishga imkon beruvchi texnologiya hisoblanadi. Bu texnologiya obyekt sirtidagi nuqtalar koordinatalarini yuqori tezlikdabir necha yuz minglab nuqtalarni bir sekundda o'lchashga qodir ***lazer skanerlarni*** qo'llashga asoslangan. Hosil qilingan nuqtalar to'plami

“nuqtalar buluti” deb nomlanadi va u keyinchalik obyektning uch o‘lchamli modelini tekislikdagi chizma, kesimlar, sirtlar to‘plami va h.k. ko‘rinishida ifodalashi mumkin.

Bu texnologiyada syomka jarayoni to‘liq avtomatlashtirilgan bo‘lib, operatorning ishi esa faqat skanerni ishga tayyorlashdan iborat.

Qator lazer skanerlash moslamalari va sistemalari mavjud bo‘lib, ular bir-biridan avtomatlashtirish darajasi bilan farq qiladi.

Er usti lazer skanerlash sistemasi yer usti lazer skaneri (ELS) va maxsuslashtirilgan dasturiy ta‘minot bilan dala shaxsiy kompyuteridan iborat. ELS ning o‘zi yuqori chastota bilan ishlash uchun moslashtirilgan lazer dalnomeri va lazer nurni yoyish blokidan iborat (2.22-rasm).



2.22-rasm. Er usti lazer skanerlash sistemasi:

1–lazer dalnomeri; 2–dalnomerning qabul qilgich-uzatgich qismi; 3–skanerlashoyna(prizma)si; 4–skanerlash kallagi; 5–lazer skaner bilan dala kompyuterini bog‘lovchi kabel; 6–dala kompyuteri (maxsuslashtirilgan dasturiy ta‘minot bilan noutbuk); 7–ma‘lumot tashuvchi

Keyingi yillarda Leica (Shveysariya) firmasi tomonidan barcha imkoniyatlari bir asbobda mujassamlangan universal ixcham Leica

Scan Station 2, Leica Scan Station S10 va Leica Scan Station R20 lazer skanerlar ishlab chiqarilmoqda.

Leica Skan Station 2 skanerlash sistemasi to'plamiga quyidagilar kiradi: skanerlash moslamasi, treger, shtativ, skanerni kompyuter bilan bog'lovchi Ethernet kabeli, keys jihozlari bilan (akkumulyator, skanerni akkumulyator bilan ulash kabeli, zaryadlash qurilmasi) va Syclone 6.0 dasturiy ta'minoti.

Leica Scan Station 2 skaner sistemasi (2.23-rasm)ning skanerlash imkoniyati gorizontaal tekislik bo'yicha 360^0 va vertikal bo'yicha esa 270^0 ni tashkil qiladi.



2.23-rasm. Leica Skan Station 2 skanerlash sistemasi

Leica Scan Station S10 impulsli skanerning yangi standarti hisoblanib, bir korpusda skaner, zaryadlash batareyasi, boshqarish paneli, ma'lumotlarni saqlash uchun qattiq disk va videokamera yig'ilgan (2.24-rasm).

Leica Scan Station S10 yuqori unumli ishlash darajasini ta'minlaydi va topografik syomkani bajarish uchun juda mos keladi. Bu asbob ham dala syomka ishlarini bajarish hamda bino ichini aniq va to'liq obzorli syomka qilishni qisqa muddatda tez amalga oshirishga imkon beradi. Bunda skanerlash hududining o'lchamiga qarab lazer nurni qiyalik yoki aylanish rejimida pozitsirlash uchun oyna holatini o'zgartiradigan *Smart X-Mirrortm* yangi texnologiyasi qo'l keldi. Bundan tashqari, bu texnologiya yuqori yechimli

o'rnatilgan videokamerani lazer nur bilan sinxronlashtirib, skanerlash ma'lumotlarini aniq joylashtirishni ta'minlaydi.

Ushbu asbobning to'liq ko'rish maydoni, yuqori aniqligi, uzoq masofani skanerlashi, taxeometrik yo'lni o'tkazish kabi xususiyatlari uni ko'p masalalarni yechishda qo'llash imkonini beradi.



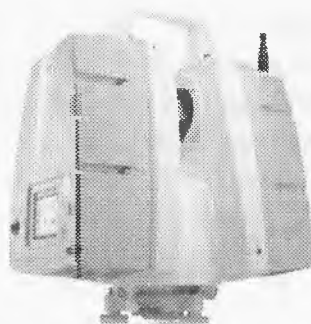
2.24-rasm. Leica Scan Station S10 lazer skaneri

Leica Scan Station S10 skaneri unda o'rnatilgan sensorli panel orqali boshqariladi (2.24-rasm). Boshqaradigan dastur interfeysi taxeometr bilan ishlash interfeysiga o'xshaydi. Skaner bilan yanada qulayroq ishlash uchun noutbukdan foydalanish ma'qul.

Leica Scan Station P20 skaneri lazer skanerlash sohasida eng yuqori unumli va ultrayuqori tezlikda skanerlanadigan asbob hisoblanadi (2.25-rasm).

Ushbu lazer skanerda qo'llanilgan signalning o'tish vaqtini o'lchash va To'liqinli signalni raqamlashtirish (TSR) innovatsion texnologiyalari asosida kengaytirilgan diapazonda (120m) ultrayuqori tezlikda va past darajali tovushda skanerlashni amalga oshirish mumkin.

Leica Scan Station P20 lazer skaneri qisqa muddatda yuqori yechimli syomka ishlarini bajarishda yoki gumbazsimon obyektlarni ultrayuqori zichlikda skanerlashda eng unumli va ideal asbob hisoblanadi.



2.25-rasm. Leica Scan Station P20 lazerskaneri

Keyingi yillarda Trimble (AQSH) firmasi tomonidan ham Trimble RTX5 yangi universal lazer skaneri ishlab chiqarilmoqda.

Trimble RTX5 lazer skaneri o'zining kichik o'lchamlari va engil vazniga qaramasdan yuqori tezlikda skanerlash qobiliyatiga ega bo'lib, unda sensorli ekran asosida sodda va tushunarli foydalanish interfeysi o'rnatilgan. Asbobga o'rnatilgan ko'rsatkichlar esa o'lchash natijalarini bog'lashni osonlashtiradi va syomka jarayonida nazorat markalar sonini qisqartirishga imkon beradi.

Bundan tashqari, asbobda o'rnatilgan barometrik balandlik o'lchagich orqali bekat balandligini aniqlash uning boshqa lazer skanerlardan ajralib turishidan dalolat beradi (2.26-rasm).



2.26-rasm. Trimble RTX 5 lazer skaneri

Lazer skaner sistemalarining texnik tavsiflari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Lazer skanerlarning texnik tavsiflari

Nomlanishi	ScanSt. 2/ ScanSt. C10(Leica)	ScanSt. R20 (Leica)	TX 5 (Trimble)
Nuqta o'rini topish aniqligi	50mga 4mm/6mm	50mga 4mm 100mga 6mm	4mm
Masofani o'lchash aniqligi, mm	4	1	2
Burchak o'lchash aniqligi (vertikal/gorizontal)	(12°/12°)	(8°/8°)	(8°/8°)
Lazer turi	Ikki o'qli kompensator	Ikki o'qli kompensator	3R, fazali
Lazer tamg'asining o'lchami	50m ga 4 mm gacha	50m ga 4,5mm gacha	50m ga 4,5mm gacha
Maksimal o'lchanadigan masofa	Aks etish 90% bo'lganda 300m gacha	120m	120m
Skanerlash tezligi	50000 nuqta/sek	100000 nuqta/sek	976000 nuqta/sek
Skanerlash qobiliyati	50m ga nuqtalar orasi 1,2mm	1mm barcha diapazonda	1mm barcha diapazonda
Vertikal bo'yicha ko'rish maydoni	270°	270°	300°
Gorizontal bo'yicha ko'rish maydoni	360°	360°	360°
Videotizlagich	O'rnatilgan raqamli kamera	O'rnatilgan rangli raqamli videokamera	O'rnatilgan rangli raqamli videokamera
Videoko'rgich	Bitta surat 24°x24° (1024x1024 piksel) ko'rish maydoni 360°x270°- 111 surat/ Bitta surat 17°x17° (1920x1920piksel) ko'rish maydoni 360°x270°-260 surat	Bitta surat 17°x17°, 5 megapiksel Oqimli video	Bitta surat 17°x17°, 70 megapiksel Oqimli video
Akkumulyatorda ishlash davomiyligi	6 soatgacha	>7 soat	5 soat
Ishchi harorati, °S	0°+40°S	-20°+50°S	+5°+40°S
Saqlash harorati, °S	-25°+65°S	-40°+70°S	-25°+65°S
Skanerning o'lchami, mm	265x370x510	238x358x395	240x200x100
Skanerning vazni, kg	18,5 kg	11,9 kg	5kg

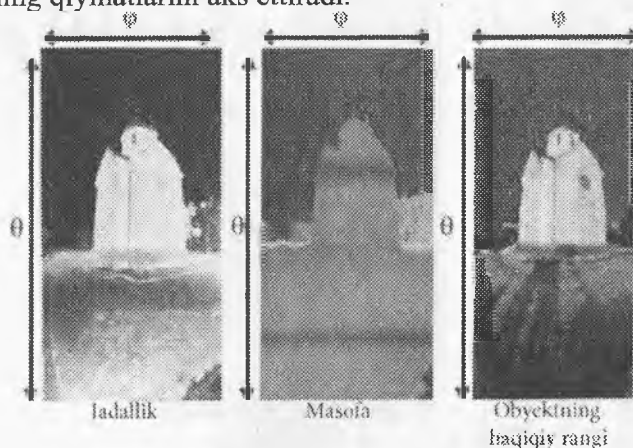
2.5.2. Yer usti lazer skanerlarning ishlash prinsipi

Yer usti lazer skanerlarda qo'llaniladigan lazer dalnomerlar ishlashi asosiga masofalarni qaytargichsiz impulsli va fazali o'lchash hamda to'g'ri burchakli kestirma usullari qabul qilingan.

ELSda lazer nurning tarqalish bloki sifatida servoprivod (harakatlanish parametrlarini aniq boshqarishga imkon beradigan kuzatuvchi moslama) va poligonal oyna yoki prizma xizmat qiladi. Servoprivod gorizontal tekislikda berilgan qiymatga nurni qiyalashtiradi, shunda kallagi deb ataladigan skanerning yuqori qismi buriladi. Nurni vertikal tekislikda yoyish oynaning aylanishi yoki chayqalishi hisobiga amalga oshiriladi.

Skanerlash jarayonida lazer nurining tarqalish yo'nalishi va obyektning nuqtalarigacha bo'lgan masofa qayd qilinadi.

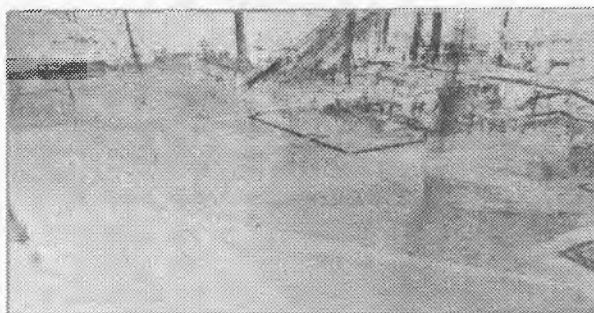
Rastr tasvir – *skan* ELS ning ishlash natijasi hisoblanadi. Skanlarning pikselli qiymatlari quyidagi tarkibiy qismlari bilan vektor elementlarni taqozo etadi: o'lchangan masofalari, signalning qaytarish jadalligi va nuqtaning haqiqiy rangini tavsiflovchi RGB – rangli svetodiodlar (2.27-rasm). Hosil qilingan rastrning har bir elementi(piksel)ning holati o'lchangan vertikal va gorizontal burchaklarning qiymatlarini aks ettiradi.



2.27-rasm. Lazer skanerlash natijasi–rastr tasvir

ELSning ko'pgina modellariga har bir nuqta uchun real rangning tavsifini metrikasiz raqamli nomeri orqali hosil qilish mumkin.

Er usti lazer skanerlash natijalarini ifodalashning boshqa shakli skanerning ko'rish maydonida joylashgan beshta tavsifi-fazoviy koordinatalar(X, Y, Z), jadallik va haqiqiy rang bilan obyektlardan lazerning akslanuvchi nuqtalar to'plami(massivi) hisoblanadi (2.28 - rasm).



2.28-rasm. Er usti lazer syomka natijasi– nuqtalar to'plami

Obyekt nuqtalari fazoviy koordinatalari ELSning koordinatalar sistemasida (2.29-rasm) quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

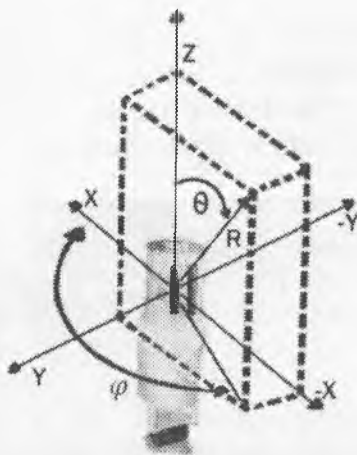
$$\left. \begin{aligned} X &= R \cos \varphi \sin \theta \\ Y &= R \sin \varphi \sin \theta \\ Z &= R \cos \theta \end{aligned} \right\}, \quad (2.1)$$

bu yerda R – skanerning turgan nuqtasidan obyektgacha bo'lgan masofa;

φ – lazer nuri R ning o'lchangan yo'nalishining gorizontal burchagi;

θ – Z o'qidan R vektorigacha sanalgan R yo'nalishining vertikal burchagi(lazer nuri yo'nalishining zenit masofasi).

(2.1) formula qutbiy koordinatalar sistemasidan fazoviy dekart sistemasiga o'tish uchun umumlashtirilgan hisoblanadi. Ular har bir skaner uchun alohida ko'rinishga ega bo'lib, unda nurlanish manbai va qabul qilgichning mos kelmasligi, asbobning gorizontal va vertikal aylanish o'qlarining eksentrisiteti va skaner kalibrovkasi parametrlari deb ataladigan boshqa qiymatlar inobatga olinadi.



2.29-rasm. ELS ning koordinatalar sistemasi

Er usti lazer skanerlar dalnomer blokining ishlash prinsipi.

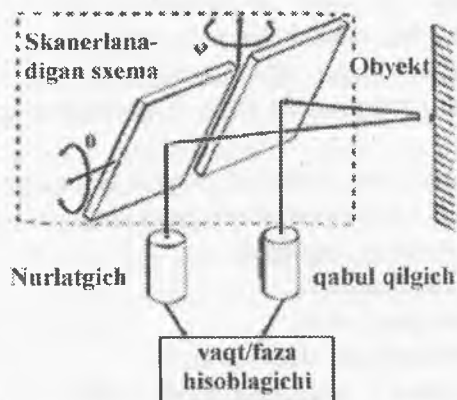
Hozirgi mavjud skanerlar modellarida masofalar o'lchashning uchta usuli joriy etilgan: impulsli, fazali, triangulyasion.

Masofa o'lchashning ***impulsli usuli*** qabul qilgich-uzatgich moslamasidan signalni obyektgacha va teskari bosib o'tishi vaqtini o'lchashga moslangan. Shunda elektromagnit to'liqining tarqalish tezligi— c ni bilib, masofani quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$R = \frac{ct}{2}, \quad (2.2)$$

bu yerda t — lazer diodiga impulsni uzatish (berish) dan signalning qaytarishigacha o'tgan vaqt.

Masofa o'lchashning ***fazali usuli*** yuboriladigan va qabul qilinadigan modullashgan signallar fazalarining farqini aniqlashga asoslangan (2.30-rasm)



2.30-rasm. Masofa o'lchashning impulsli va fazali usullari

Bu holatda masofa quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$R = \frac{\varphi_{ZR} \cdot c}{4\pi \cdot f}, \quad (2.3)$$

bu yerda φ_{ZR} – tayanch va ishchi signallar orasidagi fazalar farqi;

f – modulyasiya chastotasi.

(2.3) formulada φ_{ZR} qiymatni butun va kasr bo'laklariga ajratish mumkin, unda formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$R = \frac{\lambda}{2} + N + \Delta N, \quad (2.4)$$

bu yerda λ – to'lqin uzunligi ($\lambda = v/f$);

N – yarim to'lqin uzunligi $\lambda/2$ ning joylashish butun soni;

ΔN – o'lchaydigan masofada yarim o'q uzunligining joylashishi kasr bo'laki ($\Delta N = \varphi/2\pi$).

Faza o'lchaydigan moslamaning ishlash rejimi uning haroratiga bog'liq bo'lib, u o'zgarishi bilan signal fazasi ham qisman o'zgaradi va oqibatda fazaning aniq boshlang'ich sanog'i (nol o'rni)ni aniqlab bo'lmaydi. Shu bois fazali o'lchashlar asbob etalon oralig'i (kalibrovka chizig'i)da takrorlanadi. Shunda nol o'rnini tashqi (dalnomerdan obyektgacha va teskari) va ichki (kalibrovka chizig'i) yorug'lik yo'llarini o'lchashdagi sanoqlar ayirmasi misolidagidek

aniqlash mumkin va uikki o'lchashlar orasida vaqt intervali qanchalik qisqa bo'lsa, shunchalik aniq topiladi.

(2.4) tenglama fazali dalnometriyaning asosiy tenglamasi hisoblanadi. Ushbu tenglamada R va N noma'lum qiymatlar hisoblanishi kerak.

N qiymatni aniqlash masalasi *bir xil qiymatga ega emaslikni yechish* deb ataladi va uni yechishning quyidagi usullari qo'llaniladi:

- chastotani ravon o'zgartirish;
- ketma-ket yaqinlashish;
- chastotalarni qayd etish;
- kombinatsiyalashgan chastotalar.

Chastotani ravon o'zgartirish usuli. Ushbu usulning mohiyati shundan iboratki, modulyasiya chastotasini o'zgartirishda fazalar farqi φ_{zR} o'zgaradi va o'zgartirish diapazonida shunday chastotalarni tanlash mumkinki, unda ΔN bir xil qiymatlarga ega bo'lsin. Bu chastotalar chastota o'qida ekvidistantli tarzda joylashgan bo'ladi va uning natijasida (2.4) ko'rinishdagi ikkita tenglamadan iborat sistema tashkil topadi va unga yana bitta tenglama qo'shiladi:

$$n_{1-2} = N_1 - N_2, \quad (2.5)$$

bu yerda n_{1-2} — chastota o'qida f_1 va f_2 chastotalarning tartib raqamlari farqi;

N_1 va N_2 — chastotalarning tartib raqami.

Chastotalarni ravon o'zgartirish usulining kamchiligi minimal o'lchanadigan masofaning cheklanganligi hisoblanadi, ya'ni

$$R_{min} = \frac{v}{\Delta f}, \quad (2.6)$$

bu yerda Δf — chastotani o'zgartirish diapazoni.

Ketma-ket yaqinlashish usuli. Bu usul chastotani ravon o'zgartirish usulining turlaridan biri hisoblanadi. Ushbu usulning mohiyati shundan iboratki, masofa ketma-ket yaqinlashish yo'lida quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$R = \frac{v}{2\sigma f}, \quad (2.7)$$

bu yerda $\sigma f - \Delta N$ qiymatlari bir xil bo'lgan qo'shni chastotalar farqi.

Dastlab chastotalar diapazonining boshida Δf qiymatini qo'llab, R qiymat topiladi va u birinchi yaqinlashishdagi qiymat hisoblanadi, so'ng $2\sigma f$ interval bilan bo'lingan birinchi va uchinchi chastotalar

farqini qo'llab va natijani ikkiga bo'lib, (2.7) formula bo'yicha masofa aniqlanadi. Keyingi yaqinlashishda 3σ interval qo'llanadi va shu tariqa o'lchashlarda chastotalar intervali oldingisidan $\lambda/4$ qiymatidan kamga farq qilmasa, modulyasiyaning barcha diapazonidagi hududda har qanday ishchi chastotada N sonini xatosiz hisoblash uchun masofa kerakli aniqlikda ma'lum bo'ladi.

Chastotalarni qayd etish usuli. (2.4) tenglamani yechish uchun yarim to'liqlar N to'la joylashish sonini aniqlashni ta'minlovchi R ning taxminiy qiymatini bilish lozim. Shunda N qiymat quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N = \frac{2R}{\lambda} - \Delta N. \quad (2.8)$$

N sonni aniqlash xatoligi 0,5 dan kichik bo'lishi kerak, shuningdek, R ning taxminiy qiymatini aniqlash xatoligini quyidagi formula orqali hisoblash mumkin:

$$m_R = \frac{\lambda}{4}. \quad (2.9)$$

Bunda bir xil qiymatga ega emaslikni yechishning ikki usulidan foydalanish mumkin:

1. Takroriy chastotalar.
2. Kombinatsiyalashgan chastotalar.

Kombinatsiyalashgan chastotalar usuli. Ushbu usulda f_1 va f_2 chastotalarga va o'zgaruvchan chastotalar generatoriga sozlangan ikkita chastotalar generatori qo'llaniladi. Shuningdek, bu usulda ikkita chastotalar uchun (2.4) tenglama va n_{1-2} soni ma'lum bo'lgan (2.5) tenglama o'rin olgan bo'ladi.

2.5.3. Yer usti lazer skanerlash texnologiyasi

Syomka qilinadigan hududdagi barcha obyektlarning skanli tasvirlarini hosil qilish uchun uni bir necha bekatlardan skanerlanadi. Joyning yagona nuqtalar modelini hosil qilish uchun har bir skanni tashqi orientirlash lozim bo'ladi. Bu masalani skanerda o'rnatilgan dasturiy ta'minot yordamida hal etish mumkin.

Amalda skanlarni tashqi orientirlash uchun ikki usuldan foydalanish mumkin:

1. Analitik – maxsus markalar yordamida.

2. Skanerlangan obyektlarning xarakterli nuqtalari orqali.

Skanerlarni birinchi usul orqali tashqi orientirlash aniqligi ikkinchi usulga nisbatan yuqori hisoblanadi, chunki skanerlash natijasida markalarning koordinatalari obyektning boshqa nuqtalariga nisbatan yuqori aniqlikda topiladi. Bunga markalarni eng yuqori yechimda skanerlash orqali erishiladi.

Ikkala usulda ham maxsus markalar yoki xarakterli nuqtalarning planli o'rni va markazlarining balandliklari yagona koordinatalar sistemasida ma'lum bo'lishi kerak. Shuning uchun ikkala holatda ham skanerni tashqi orientirlash uchun geodezik asboblarning (taxeometr, GPS qabul qilgich va boshq.) dan foydalanish lozim. Shunda bu asboblarning bilan tashqi koordinatalar sistemasida barcha markalar yoki xarakterli nuqtalarning koordinatalari o'lchanadi. Bu jarayonlar esa, o'z navbatida, dala ishlarini bajarish muddatini oshirishga olib keladi.

Shu bois skanerli syomkaning planli balandlik asosini tayyorlash bo'yicha ishlar hajmini qisqartirishga imkon beradigan skaner yo'llarini o'tkazish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Skaner yo'lini o'tkazish texnologiyasining mohiyati quyidagidan iborat: Birinchi skaner bekatining atrofida olti yoki undan ko'p maxsus markalar o'rnatiladi, ulardan to'rttasi (to'rtinchisi nazorat uchun) ning fazoviy koordinatalari tashqi koordinatalar sistemasida geodezik usulda aniqlanadi (2.31-rasm). Bu markalar tayanch hisoblanadi.



2.31-rasm. Skaner yo'lini o'tkazishda skanerli bekatlar va maxsus markalarning joylashish sxemasi:

- ▲ – tayanch maxsus markalar; □ – skaner turish nuqtalari;
- – bog'lovchi maxsus markalar

Ikkinchi bekatdan skanerning ko'rish maydoniga birinchi skanda tasvirlangan uchtdan ko'p markalar va uchinchi bekatdan ko'rinadigan kamida uchta markalar tushishi (ko'rinishi) kerak va h.k. O'tkazilgan skaner yo'lini tenglash va aniqligini baholash uchun oxirgi skanerlanadigan bekatda kamida ikkita tayanch markalar bo'lmog'i lozim.

Skaner yo'llarini o'tkazishda hosil qilingan skaner yagona nuqtalari modeliga birlashtirishni ikki variantda amalga oshirish mumkin.

Birinchi variantda birinchi skanga ikkinchisi, keyin uchinchi va qolganlari oxirigacha qo'shiladi. So'ngra hosil qilingan ozod nuqtalar modeli birinchi skan koordinatalar sistemasida tayanch markalar bo'yicha tashqi orientirlanadi.

Ikkinchi variantda skaner quyidagi tartibda birlashtiriladi: Birinchi skan tayanch maxsus markalar bo'yicha tashqi orientirlanadi. Ikkinchi skan esa birinchiga nisbatan umumiy (bog'lovchi) markalar bo'yicha oxirgi skangacha orientirlanadi va h.k. Skanerni birlashtirish uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$\begin{bmatrix} X_{tashq} \\ Y_{tashq} \\ Z_{tashq} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + A \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix}, \quad (2.10)$$

bu yerda X_i, Y_i, Z_i – i skanning koordinatalar sistemasidagi nuqtalar koordinatalari;

$X_{tashq}, Y_{tashq}, Z_{tashq}$ – birinchi skanning koordinatalar sistemasida yoki tashqi sistemada obyekt nuqtalari koordinatalari;

X_0, Y_0, Z_0 – birinchi skan yoki tashqi sistemaga nisbatan skaner turishining nuqtasi (i – skanning boshlanish koordinatalar sistemasi)ning fazoviy koordinatalari;

A – XYZ koordinatalar sistemasini $X_{tashq}, Y_{tashq}, Z_{tashq}$ koordinatalar sistemasiga nisbatan orientirlashda aniqlanadigan yo'naltiruvchi kosinuslar matritsasi.

Fazoda skaner holatini tavsiflovchi parametrlar (chiziqli va burchakli tashqi orientirlash elementlari), yagona nuqtalar modeli va berilgan sistemada maxsus markalar koordinatalari skaner yo'lini o'tkazish natijasi bo'lib hisoblanadi.

Skaner yo'lini o'tkazishda qo'llaniladigan matematik apparat va uslubning mohiyati marshrutli fototriangulyasiyada ozod fotogrammetrik modellarni birlashtirish bosqichiga mos keladi. Faqat farqi shundaki, skanlarni birlashtirishda masshtabli koeffitsient aniqlanmaydi, chunki obyektlarning nuqtalarigacha bo'lgan masofalar skanerlash jarayonida aniqlanadi.

Shuningdek, ishlab chiqarish va eksperimental tadqiqotlarni amalga oshirish natijalari tahlili ushbu skaner yo'llarni o'tkazish usulining quyidagi afzalliklarini ko'rsatdi:

- bitta obyektida bir nechta brigadalar tomonidan ishlarni amalga oshirishda bitta elektron taxeometrdan foydalanish;
- brigadada bajaruvchilar sonini ikki kishigacha qisqartirish;
- qator obyektlarni yer usti lazer skanerlash bo'yicha ishlarni osonlik bilan tashkil etish.

Er usti lazer skanerlash natijalari aniqligini baholash.

Ma'lumki, yer usti lazer skanerlash natijasida fazoviy koordinatalari ma'lum nuqtalar to'plami olinadi. Bunda yer usti lazer skanerlash usuli orqali yaratilgan joyning raqamli modeli nuqtalarning koordinatalari va balandliklarini aniqlash umumiy o'rta kvadratik xatosini quyidagi formula orqali ifodalash mumkin:

$$m_k^2 = m_{asos}^2 + m_{ishch}^2 + m_{or}^2 + m_{o'ich}^2, \quad (2.11)$$

bu yerda m_{asos} va m_{ishch} – skaner syomkaning asosiy va ishchi planli-balandlik asosini qurishdagi xatoligi ta'sirida sodir bo'lgan model nuqtalari koordinatalarining o'rta kvadratik xatosi;

m_{or} – skanlarning tashqi orientirlashdagi xatosi;

$m_{o'ich}$ – skanerning asbob xatoligi, skanerlanadigan obyektning tashqi muhiti va metrologik xossalari ta'sirida sodir bo'lgan model nuqtalari koordinatalarini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi.

Hozirgi vaqtda yer usti lazer syomkasining tayanch planli-balandlik asosi sifatida sun'iy yo'ldosh geodezik tarmoqlari yoki mavjud triangulyasiya va poligonometriya punktlaridan foydalanilmoqda. Ularni barpo etish aniqliklari qator ilmiy-texnik adabiyotlar va me'yoriy hujjatlarda atroflicha yoritilgan.

Er usti lazer syomkasi ishchi planli-balandlik asosni barpo etish esa elektron taxeometrlarni qo'llagan holda amalga oshiriladi. Shu

bois bunday asosni qurish o'rta kvadratik xatoligini quyidagi formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$m_{xy\ ishch}^2 = m_m^2 + m_{or}^2 + m_{o'lch}^2;$$

$$m_{Hishch}^2 = m_h^2 + m_{o'lch}^2,$$

bu yerda $m_{xu\ ishch}$ va $m_{n\ ishch}$ – ishchi syomka asos nuqtalari koordinatalari va balandliklarini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

m_m va m_{op} – taxometrlning markazlashtirish va orientirlash xatolari;

m_h – asbob balandligini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

$m_{o'lch}$ – taxometrlning asbob xatoligi va tashqi muhit ta'siri tufayli ishchi asos nuqtalari koordinatalarini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi.

Skanlarni tashqi orientirlashdagi o'rta kvadratik xatoligi m_{op} maxsus markalar soni va joylashish geometriyasi, skanerdan qancha masofada turishi hamda tashqi orientirlash usullarini qo'llashga bog'liq.

Er usti lazer skanerlash usulining yakuniy aniqligini o'rnatish uchun skaner orqali masofa va burchaklarni o'lchash aniqligiga ta'sir etuvchi omillarni ham inobatga olish zarur. Shunda ELSning instrumental aniqligi va atmosfera bilan bog'liq syomka obyekti nuqtalari koordinatalaridagi umumiy xatolari asbobning metrologik attestatsiyasi to'g'risidagi guvohnoma asosida berilgan bo'ladi.

2.5.4. Yer usti lazer skanerlash ma'lumotlarini ishlab chiqish dasturiy ta'minotlari

Lazer skanerlash texnologiyasida qo'llaniladigan dasturiy ta'minotlarni funksional xizmatlariga ko'ra quyidagi guruhlariga bo'lish mumkin:

- boshqaruv dasturiy ta'minoti (DT);
- yagona nuqtalar modelini tuzish DT;
- skanerlash ma'lumotlari bo'yicha ikki o'lchamli va uch-o'lchamli modellarni tuzish DT;
- majmuaviy DT.

Funksional xizmati bo'yicha yer usti lazer skanerlashda qo'llaniladigan dasturiy ta'minotlarning tasniflanishi 2.7-jadvalda keltirilgan.

Hozirgi davrda DTlarni ishlab chiqaruvchilar tomonidan ELSni boshqarish, olingan natijalarni ishlab chiqish masalalarini birga hal qilish imkonini beradigan va avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalari funksiyalarini qamrab olgan majmuaviy dasturiy ta'minotlar yaratilgan. Bunday DTlar orqali quyidagi qo'shimcha funksiyalarni amalga oshirish mumkin:

- real modelni loyihaviy model bilan taqqoslash va mavjud farqlar to'g'risida grafik ma'lumotni chiqarish;
- vektor uch o'lchamli modelni tahrirlash;
- Solid ko'rinishidagi turli shakllar (poligonlar, strukturaviy chiziqlar va boshq.) o'rniga qattiq uch o'lchamli jins ko'rinishidagi shakllarni yaratish.

Lazer skanerlash ma'lumotlari bo'yicha topografik planlarni tuzish uchun mo'ljallangan Cyclone va Real Works Survey dasturiy ta'minotlari. Yer usti lazer skanerlash ma'lumotlari bo'yicha raqamli topografik planlar (RTP) ni tuzishda 5.2.1 versiyali Cyclone va 5.0 versiyali RealWorks Survey DTlar keng ravishda qo'llanilmoqda.

Cyclone DT orqali planlar tuzishning bir nechta versiyalari mavjud, jumladan:

- Virtual Surveyor funksiyani qo'llab;
- Cloud Worx modulni qo'llab;
- 2D Drawing funksiyasi yordamida.

Amaldagi tajribalarga ko'ra, Virtual Surveyor funksiyasi orqali planlarni tuzish samaradorligi qolgan versiyalarga nisbatan past bo'lib, uni balandlik bo'yicha ma'lumotlar, masalan, nuqtalar, bardyur toshlar balandliklari, arkali o'tishlar balandliklari va boshqalarni yig'ish uchun qo'llash ma'qul.

Cloud Worx moduli orqali RTP tuzish mohiyati shundan iboratki, yer ustki lazer skanerlash natijalari avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalarining dasturiy mahsulotiga yuklanadi, masalan, AutoCAD, Micro station va boshqalar hamda nuqtalar massivini ishlab chiqish bajariladi. Cloud Worx ilovasi orqali esa yuklangan

dusturlarga maxsus konvertatsiyalashsiz skaner va nuqtali model-larning vizuallashtirishi amalga oshiriladi.

2.7-jadval

DT	DT ning vazifasi
Boshqaruv DT	– skanerlash yechimi qiymatini berish uchun obyektlarni vizual ravishdalanlash orqali skanerlash sektori, skanerlash rejimini, raqamli kameraning ishlash skaner rejimini boshqarish; – real vaqt rejimida skanerni vizuallashtirish; – hosil kilingan natijalarni nazorat qilish; – skanerni sozlash va kalibrovkalash; – skanerni testdan o'tkazish, ehtimoliy nosozliklarni aniqlash; – tashqi muhit ta'siri bilan bog'liq xatolarni inobatga olish; – skanlarni birlashtirish; – skanlarni tashqi orientirlash; – skanerlash nuqtalarini eksport qilish
Yagona nuqtalar modelini tuzishDT	– skanlarni birlashtirish; – skanlarni tashqi orientirlash; – nuqtalar modelini tahrirlash; – nuqtalar modelini vizuallashtirish; – eksport va nashr qilish
Skanerlash ma'lumotlari bo'yicha ikki va uch o'lchamli modellarni tuzish DT	– triangulyasiyalangan nomuntazam tarmoq (TNT) va NURBS sirtli nuqtalar massivi bo'yicha yaratish; – TNT ni tahrirlash; – geometrik primitivlar yordamida obyekt modelini yaratish; – profilashtirish; – modellarni tuzish; – o'lchashlarni amalga oshirish(obyektlar uzunligi, diametrlari, yuzalari, hajmlari); – yaratilgan modelni vizuallashtirish; – modellar tuzishning avtomatlashtirilgan mexanizmlari; – tuzilgan modelni loyihaviy model bilan taqqoslash imkoniyati; – uch o'lchamli modelni teksturalash; – ELS ma'lumotlarini ishlab chiqish natijalarini eksport qilish va nashrdan chiqarish
Majmuaviy DT	– barcha boshqaruv DT ning funksiyalari; – nuqtalar modelini yaratish; – er usti lazer skanerlash ma'lumotlari bo'yicha ikki va uch o'lchamli modellarni yaratish

2D Drawing funksiyasi orqali RTPlarni tuzishda dastlab proyeksiyalash tekisligi beriladi va unga Tools →Reference Plane funksiyasi yordamida geometrik obyektlar proyeksiyalanadi.

Cyclone DT ga RTP larni tuzish uchun proyeksiyalash tekisligi sifatida Reference Plane baza tekisligi qo'llaniladi va uX , Y koordinatalar sistemasining tekisligiga parallel joylashtirilgan bo'ladi (2.32-rasm).



2.32-rasm. RTP ning konturli qismini tuzishdagi nuqtali model va proeksiyalash tekisligining o'zaro holati

Nuqtalar to'plamini vektorlashtirish 2D Drawing Tools tekisligida Tools →Drawing jarayoni orqali amalga oshiriladi.

RTP larni tuzishda nuqtali modellarni vektorlashtirish umumiydan xususiyga o'tish prinsipida (dastlab asosiy obyektlar va ular orasidagi aloqalar, keyin esa qolgan obyektlartasvirlanadi) quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

- asosiy binolar, inshootlar;
- quvur o'tkazgichlar;
- quvur o'tkazgichlardagi qopqoqlar, tiqinlar va boshqa uskunalar;
- maydonchalar, to'siqlar, kabel estakadalari;
- relef elementlari;

- qolgan elementlar (o'simliklar, gidrografiya va boshq.).

RTP tuzilganidan so'ng vektor model avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalari yoki GAT ga keyinchalik rasmiylashtirish uchun Cyclone Object Exchange almashuv format orqali eksport kilinadi.

Real Works Survey DT yordamida RTP larni yaratish. Ushbu DTda nuqtalarga tarkibiy qismlarini bog'lash bilan yarimchiziqlar(poliliniyalar) ko'rinishida planlarni tuzish prinsipi amalga oshirilgan. Shunda poliliniyalarni chizish funksiyasining shakllanishi Office Survey→Polyline Drawing Tool moduli yordamida amalga oshiriladi.

Ushbu dasturda har bir poliliniya obyektlar ro'yxatiga shaxsiy nomga ega alohida vektor obyekt bilan tasvirlanadi. Bunday yechim RTPlarni tuzishda noqulay bo'lib, vektorni bajarish samaradorligiga salbiy ta'sir qiladi.

Tuzilgan vektor modelni Real Wors Survey DT dan eksport qilish har bir vektor obyekt uchun alohida amalga oshiriladi.

Asosiy tushunchalar

Yer usti syomkalar, GNSS, cun'iy yo'ldosh texnologiyasi, syomka geodezik tarmoqlari, elektron taxeometriya, elektron-raqamli nivelirlar, yer usti lazer skanerlari, lazer dalnomerlar, impulsli va fazali masofa o'lchash usullari, skanerlash texnologiyasi, dasturiy ta'minotlar, Cyclone, RealWorks Survey dasturiy ta'minotlari.

Nazorat savollari

1. Er usti syomkalar turlari va ularning farqlarini aytib bering.
2. GNSS texnologiyalari orqali geodezik syomka asosini rivojlantirishda qaysi usullardan foydalaniladi?
3. Syomka geodezik tarmoqlarni sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali barpo etishda qanday usullardan foydalaniladi?
4. Elektron taxeometriya (syomka) mohiyati nimadan iborat?

5. Topografik (kadastr) syomkalarni bajarishda elektron taxeo-metriyaning texnologik jarayonini bayon eting.

6. Elektron taxeometrning asosiy qismlari va ishlash prinsipini tushuntirib bering.

7. Elektron taxeometrlarning an'anaviy optik taxeometrlarga nisbatan afzalliklari nimadan iborat?

8. Elektron taxeometriya (syomka)ning qanday usullarini bilasiz?

9. Ketma-ket elektron-blokli taxeometriyani bajarish texnologiyasini bayon qiling.

10. Elektron-raqamli nivelirning asosiy qismlari va ishlash prinsiplarini bayon qiling.

11. Elektron-raqamli nivelirlarning an'anaviy optik asboblarga nisbatan afzalliklari nimadan iborat?

12. Er usti lazer skanerlarning turlari va texnik tavsiflarini bayon qiling.

13. Er usti lazer skanerlarning ishlash prinsipi nimadan iborat?

14. Er usti lazer skanerlash texnologiyasini izohlang.

15. Er usti lazer skanerlash ma'lumotlarini ishlab chiqish uchun qanday dasturiy ta'minotlardan foydalaniladi?

III BOB. GLOBAL NAVIGATSION SUN'IY YO'LDOSH SISTEMALARI YORDAMIDA MA'LUMOTLARNI OLISH MOBIL KARTOGRAFIYA

3.1. Global navigatsion sun'iy yo'ldosh texnologiyalari va ularning ishlash prinsipi

Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi (GNSYS) – yer ustidagi, suvdagi va havodagi obyektlar o'rnini tez va aniq topish uchun mo'ljallangan maxsus kosmik hamda yer usti texnik vositalari, dasturiy ta'minoti va texnologiyalar majmuasidir. GNSYS ta'minoti va talab qilinadigan aniqligiga qarab obyekt koordinatalarini o'nlab metrdan bir necha santimetr xatolikda aniqlash imkonini beradi.

Hozirgi kunda jahonda bir nechta sun'iy yo'ldosh navigatsion sistemalari mavjud bo'lib, ulardan keng foydalanib kelinayotganlari GPS (AQSH) va GLONASS (Rossiya) dir.

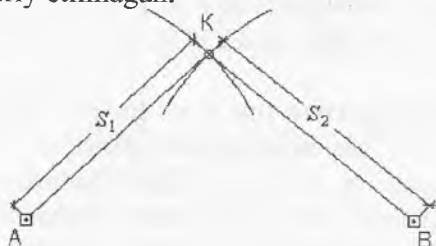
GPS (Global positioning system – Global pozitsirlash sistemasi) 24 ta sun'iy yo'ldosh turkumidan tarkib topgan va yagona tarmoqqa birlashtirilgan sun'iy yo'ldosh sistemasi hisoblanadi. GPS dastlab AQSH ning harbiy ehtiyojlari uchun mo'ljallangan bo'lsa, o'tgan asrning 80-yillaridan boshlab ushbu sistema turli ilmiy va amaliy maqsadlarda keng qo'llanilmoqda. GPS har qanday ob-havo sharoitida Yerning har qanday qismida 24 soat davomida ishlash imkoniyatiga ega.

Rossiya davlatiga tegishli GLONASS (Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema – Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi) ham dastlab harbiy maqsadlar uchun mo'ljallangan edi. 1995-yildan Rossiya ham ushbu sistemani fuqarolar maqsadi yo'lida qo'llay boshladi.

1999-yilda Yevropa Ittifoqi (EI) va Yevropa kosmik agentligi (EKA) yangi avlod sun'iy yo'ldosh sistemasi – Galileo ni yaratishni taklif qildi va bu qarorni Yevropa parlamenti qo'llab-quvvatladi. Lekin hanuzgacha ushbu sistema to'liq ishga tushirilgani yo'q.

Bulardan tashqari, boshqa davlatlarda ham navigatsiya sohasida qator ishlar amalga oshirilmoqda, biroq ular faqatgina ishlab

chiqaruvchi davlat hududida foydalanishga mo'ljallangan va hali foydalanishga joriy etilmagan.



3.1-rasm. Chiziqli kestirma orqali K nuqtaning o'rnini aniqlash

GNSYS ning ishlash prinsipi. Foydalanuvchi tomonidan o'zi turgan o'rnini aniqlash murakkab jarayon bo'lib, obyekt o'rnini koordinatalari ma'lum boshlang'ich nuqtalargacha bo'lgan masofalarni o'lchash yo'li bilan aniqlanadi. Boshlang'ich nuqtalar vazifasini esa o'zidan dalnomer radiosignallarini tarqatuvchi va foydalanuvchi qabul qilgichiga kelib tushuvchi Yerning sun'iy yo'ldoshlari bajaradi. Ma'lumki, sun'iy yo'ldoshlar doimiy harakatda bo'ladi va ularning koordinatalari o'zgarib turadi.

GNSYS danuqtalar koordinatalari chiziqli geodezik kestirma usulida aniqlanadi. Uning mohiyati ma'lum geometrik masalani yechishdan iborat, chunki, tekislikda A va V nuqtalarning ma'lum koordinatalari va ulardan K nuqtachacha bo'lgan S_1 va S_2 masofalar orqali K nuqtaning o'rnini aniqlash mumkin (3.1-rasm).

Ushbu noma'lum K nuqta radiusi S_1 va S_2 ga teng, markazlari A va V nuqtalarda bo'lgan ikki yoyning kesishishidan hosil bo'ladi. Analitik nuqtai nazardan ushbu masalani ikkita tenglamalar sistemasi ko'rinishida ifodalash mumkin, ya'ni

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \sqrt{(X_A - X_K)^2 + (Y_A - Y_K)^2} \\ S_2 &= \sqrt{(X_B - X_K)^2 + (Y_B - Y_K)^2} \end{aligned} \right\}, \quad (3.1)$$

bu yerda X_A, Y_A, X_V, Y_V va X_K, Y_K - nuqtalarning tekislikdagi to'g'ri burchakli koordinatalari.

Shuningdek, K nuqtaning noma'lum X_K va Y_K koordinatalari ikki noma'lumli ikki tenglama sistemasini yechish orqali topiladi.

Ushbu masalani yassi ko'rinishdan fazoviyga o'tkazishda uchinchi Z koordinata kiritiladi va uchta noma'lum X_K, Y_K, Z_K koordinatalarni topish uchun uchta tenglamadan iborat sistemani yechish kerak bo'ladi:

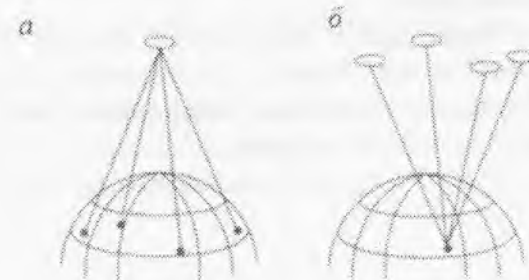
$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \sqrt{(X_1 - X_K)^2 + (Y_1 - Y_K)^2 + (Z_1 - Z_K)^2} \\ S_2 &= \sqrt{(X_2 - X_K)^2 + (Y_2 - Y_K)^2 + (Z_2 - Z_K)^2} \\ S_3 &= \sqrt{(X_3 - X_K)^2 + (Y_3 - Y_K)^2 + (Z_3 - Z_K)^2} \end{aligned} \right\}. \quad (3.2)$$

Shuningdek, fazoviy chiziqli kestirmani yechishda uchta boshlang'ich punkt bo'lishi va ular bitta chiziqda yotmasligi zarur, aks holda tenglamalar sistemasi aniq yechimga ega bo'lmaydi. Boshlang'ich nuqtalar soni (sun'iy yo'ldoshlar) uchtdan ortiq bo'lishi ham mumkin, unda masala kichik kvadratlar usuli orqali yechiladi. Qo'shimcha o'lchashlarni bajarish nuqtalar koordinatalarini topish aniqligini oshiradi, shuningdek, tenglamalar sistemasiga qo'shimcha noma'lum parametrlarni qo'shish imkonini beradi. Bunday parametrlarni aniqlash GNSYS ning to'g'ri ishlashi uchun muhim hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan chiziqli geodezik kestirma usuli yordamida GNSYS da ikkita asosiy masala o'z yechimini topadi:

1) koordinatalari ma'lum punktlardan sun'iy yo'ldoshgacha o'lchangan masofalar bo'yicha sun'iy yo'ldosh koordinatalarini aniqlash (to'g'ri geodezik kestirma, 3.2-rasm, a);

2) koordinatalari ma'lum sun'iy yo'ldoshlardan yer usti obyektigacha o'lchangan masofalar bo'yicha obyekt koordinatalarini aniqlash (teskari geodezik kestirma, 3.2-rasm, b).



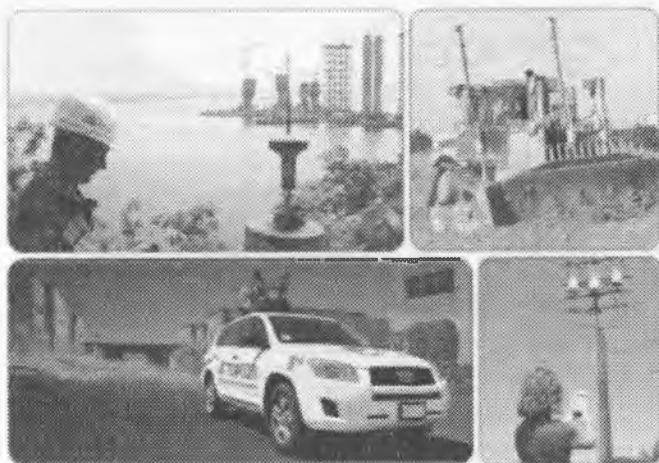
3.2-rasm. Sun'iy yo'ldosh (a) va yer sirtidagi nuqta (b) koordinatalarini aniqlash sxemasi

Amalda GNSYS orqali nuqtalar koordinatalarini aniqlash biroz murakkab jarayon hisoblanadi, chunki radiosignallar o'tishi tezligiga ta'sir qiluvchi ionosfera va troposfera to'siqlarini ham hisobga olish kerak bo'ladi.

Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemalari quyidagi masalalarni hal etishga qaratilgan:

- sun'iy yo'ldosh geodezik tarmoqlarni qurish;
- geodezik tayanch tarmoqlarni rivojlantirish;
- kadastr va yer tuzishga oid ishlarni geodezik ta'minlash;
- o'rganilayotgan obyekt o'rnini (joyini) aniqlash – dala ishlarida nuqtalarni koordinatali bog'lash;
- o'rganilayotgan obyektga marshrut yo'nalishini ko'rsatish va dala bazasiga xavfsiz qaytib kelishini ta'minlash;
- chiziqli inshootlarni trassalash yoki harakat traektoriyasini ro'yxatdan o'tkazish (piyoda, avtomobilda, katerda va boshqa transport turlarida);
- joy profilini tuzish;
- aniq vaqt oralig'ida dinamik masalalarni yechish va atrof-muhit monitoringi – o'rganilayotgan obyekt holati o'zgarishini aniqlash;
- sun'iy yo'ldosh qabul qilgichi va elektron taxeometrlar yordamida yirik masshtabli syomkalar va muhandislik-topografik ishlarning bajarilishini ta'minlash;
- sun'iy yo'ldosh qabul qilgichi va kompyuter yordamida bevosita dalada tayyorlangan raqamli mavzuli kartalar yoki sxemalarni deshifrovka qilish;
- sun'iy yo'ldosh qabul qilgichlariga maxsus bog'langan datchiklar (buylar, exolot, aneroid, magnitometr, raqamli foto-kameralar va boshqalar) yordamida dala qidiruv ma'lumotlarini koordinatalar bilan ta'minlash va boshq.

3.3-rasmda GNSYS ning turli maqsadlarda qo'llanishi ko'rsatilgan.

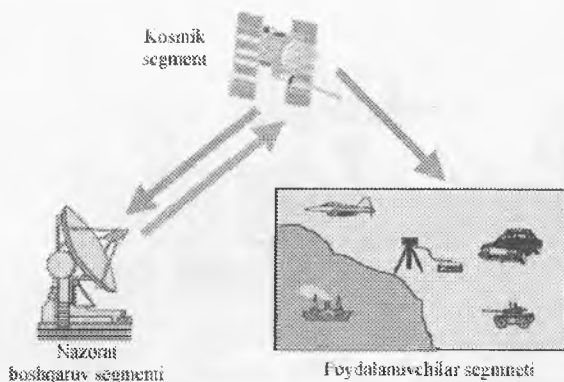


3.3-rasm. GNSYS ni turli maqsadlarda qo'llash

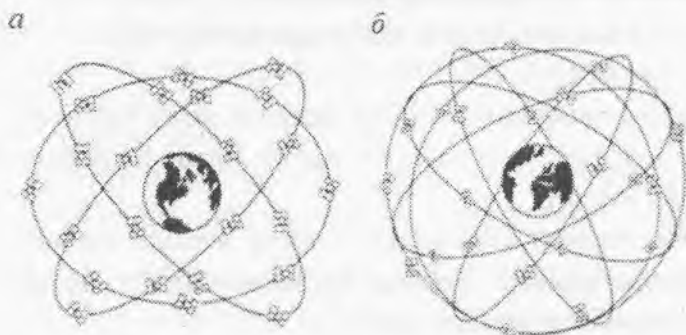
GNSYS segmentlari. GNSYS tarkibida uchta asosiy segment amal qiladi: kosmik, nazorat va boshqarish hamda foydalanuvchilar segmenti (3.4-rasm).

Kosmik segment GNSYS da Yerning atrofida ma'lum orbitalarda harakatlanuvchi Yerning navigatsion sun'iy yo'ldoshlari (ENSY) turkumini o'z ichiga oladi.

GPS va GLONASS sistemalarining kosmik segmentlari 24 ta asosiy va 3 ta zaxira sun'iy yo'ldoshlardan iborat. GLONASS sun'iy yo'ldoshlari uchta orbital tekislik bo'yicha, GPS ning sun'iy yo'ldoshlari esa oltita orbital tekislik bo'yicha harakatlanadi (3.5-rasm). Har bir sun'iy yo'ldosh chastota va vaqtning to'rtta atom etaloni, radiosignallarni qabul qilish va uzatish apparaturasi hamda bortli kompyuter apparaturasiga ega.



3.4-rasm. GNSYS segmentlari



3.5-rasm. Sun'iy yo'ldoshlarning orbital guruhlari sxemasi:

a– GLONASS sistemasida; b– GPS sistemasida

GLONASS sistemasi sun'iy yo'ldoshlarining Yerdan balandligi taxminan 19100 km, GPS sistemasining sun'iy yo'ldoshlari esa taxminan 20200 km ni tashkil qiladi.

Nazorat va boshqarish segmenti yer usti vositalari majmuasi bo'lib, butun sistema ishini uzluksiz kuzatadi va nazoratini amalga oshiradi. *Nazorat va boshqarish segmenti* kosmik apparaturani (KA) kuzatish stansiyasi, aniq vaqt xizmati, hisoblash markaziga ega asosiy stansiya va ma'lumotlarni sun'iy yo'ldosh bortiga yuklash stansiyasidan iborat. Sun'iy yo'ldoshlar bir kunda ikki marotaba nazorat punkti uzra uchib o'tadi. Kuzatish stansiyasida orbita haqida to'plangan ma'lumotlar sun'iy yo'ldosh koordinatalarini prognoz

qilishda foydalaniladi, so'ngra tegishli ma'lumotlar har bir sun'iy yo'ldosh bortiga yuklanadi.

AQShning HHQ (Harbiy havo qo'shinlari)ga tegishli Kaliforniya shtati Kolorado Springs bazasidagi bosh stansiya GPS sistemasini boshqaradi. Vozneseniya, Diego-Garsiya, Kvadjale va Gavayi orollarida joylashgan yer usti stansiyalari esa GPS sistemasini boshqarishda yordam beradi.

GLONASS sistemasining nazorat va boshqaruv segmenti Moskvada joylashgan bo'lib, u sistemani boshqarish markazi (SBM), sistemani sinxronizatsiyalash uchun yuqori aniq chastota va vaqt standartiga ega markaziy sinxronizator (MS) hamda Rossiya hududida kuzatish stansiyalari tarmog'idan tashkil topgan.

Foydalanuvchilar segmenti – GNSYS signallarini qabul qiluvchi apparaturalar bo'lib, ularning asosiy vazifasi ENSY signallarini qabul qilish va dastlabki ishlab chiqishdan iborat. Tegishli signallar qabul qilgichni qidirish va o'lchash blokiga tushadi. Qidiruvlar tugagandan so'ng signal tutib olinadi va hisoblash blokiga tushadi. Natijalar displeyda ko'rinadi.

3.2. O'lchash va ma'lumotlarni uzatish uchun radiosignallar

Sun'iy yo'ldosh apparaturasi va sun'iy yo'ldosh qabul qilgichi radiodalnomerni tashkil qiladi. Masofani o'lchashda qabul qilgich sun'iy yo'ldosh uzatadigan radiosignallarni qabul qiladi va o'zida ishlab chiqilgani bilan solishtiradi. Ushbu taqqoslash natijasida radioto'lqinlar tarqalishining vaqti, keyin esa kosmik apparatgacha bo'lgan uzoqlik aniqlanadi. GPS da tegishli sun'iy yo'ldosh va qabul qilgich 10,23 Mgs chastotali asosiy yuqori turg'un elektromagnit tebranishlar generatoriga ega. Ular orqali masofalarni fazali usulda yana ham aniqroq o'lchashga mo'ljallangan elektromagnit tebranishlar shakllanadi. Shunda masofalarni past aniqlikda o'lchashda dalnomer kodlar deb nomlanadigan kodli usulni qo'llash mumkin.

Sun'iy yo'ldosh signali – bu fazali modulyasiya turiga duch kelgan L1 va L2 chastotalarda fazoda nurlanuvchi elektromagnit tebranishlar hisoblanadi.

Fazali o'ldoshlarni bajarish hamda dalnomer kodlarni, vaqt nishonini, sun'iy yo'ldosh koordinatalari to'g'risidagi ma'lumotlarni va navigatsiya axborotida o'rin olgan boshqa ma'lumotlarni qabul qilgichga uzatish uchun tashuvchi deb nomlanadigan radioto'lqinlar generatsiyalanadi (hosil qilinadi). Radioto'lqinlarni barcha sun'iy yo'ldoshlardagi uzatgichlar L1 va L2 deb belgilanadigan ikki chastotada chiqaradi. Ushbu ikkita chastota nanosfera orqali radioto'lqinlarning o'tishida sodir bo'ladigan vaqtni sekinlatishni o'ldoshlardan chiqarib tashlash uchun kerak bo'ladi. GPSda L1 chastotasi asosiy chastotadan 154-marotaba katta bo'lib, u 1575,42 Mgs ga teng. Bunday chastotaga uzunligi 19,0 sm bo'lgan to'lqinlar to'g'ri keladi. L2 chastotasi asosiy chastotadan 120-marta katta bo'lib, u 1227, 6 Mgs ga teng. Unga uzunligi 24,4 sm bo'lgan to'lqinlar to'g'ri keladi.

GLONASS da esa asosiy chastota 5,11 Mgs ga teng. L1 va L2 chastotalarning qiymatlari har bir sun'iy yo'ldosh uchun shaxsiy bo'lib, ularning nisbati 9/7 ga teng. To'lqinlar uzunligi 18,7 sm va 24,1 sm ga yaqin.

Dalnomer kodlar chiplar deb nomlanadigan qat'iy ma'lum ketma-ketlikda almashishi bilan nurli va nursiz darajali kodlarni taqozo qiladi. Ular shartli ravishda 0 va 1 son bilan belgilanadi. Shuningdek, kod – bu davriy ravishda takrorlanadigan 0 va 1 kombinatsiyasidir. Ushbu signallarning qonuniyat asosida almashishi tasodifiy jarayon deb qabul qilinadi. Shuning uchun ular mavhum shovqinli, mavhum tasodifiy kodlar yoki mavhum tasodifiy ketma-ketliklar (MTK) deb ataladi. Kodlar ikki turda generatsiyalanadi. GPS da ular S/A va R kodlar deb nomlanadi.

S/A kodlar qo'pol (Coarse Aquisition), osonlik bilan aniqlanadigan (Clear Access), osonlik bilan topiladigan (Clear Aquisition) yoki standart (S-Standard) ko'rinishda aniqlashi mumkin. Ushbu kodlar fuqaro foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan.

Kodning belgisini takrorlash chastotasi asosiy chastotaga nisbatan o'n marotaba kam bo'lib, 1,023 Mgs ga teng. Shuning uchun chipningdavom etish muddati 1 mks. Ushbu vaqtda radiosignal 300

m ga yaqin masofadan o'tadi. 1 ms (300 km yo'lda) dan keyin kod takrorlanadi.

R kod aniq (Precision) yoki muhofazalangan (Protected) deb ifodalanadi. U harbiylar uchun mo'ljallangan. Undagi so'zlarning uzatish chastotasi 10,23 Mgs ga teng. Chipning davom etishi 0,1 mks ga yaqin. Ushbu muddatda radiosignal 30 m masofani bosib o'tadi. GPS sistemasining har bir sun'iy yo'ldoshio'zining etti sutkalik R kod fragmentiga ega. Barcha sun'iy yo'ldoshlarda fragmentlarning almashishi har hafta shanbadan yakshanbaga o'tishga qadar sodir bo'ladi.

Kodqanchalik uzun bo'lsa, foydalanuvchining unga ruxsatsiz kirishishunchalikqiyin bo'ladi. Harbiy R kodlar yaxshi muhofazalangan. Bundan tashqari, AQShning milliy xavfsizligiga xavf tug'ilishi ehtimoli paydo bo'lganida yana ikkita muhofaza rejimi joriy etilishi mumkin. Bu tanlab kirish (SA –Selective Availability) rejimi bo'lib, unda atayin o'lchamlar aniqligini pasaytirish maqsadida dalnomer kodi va sun'iy yo'ldoshlarning o'rni to'g'risida ma'lumot va shifrlashning qo'shimcha rejimi o'zgartiriladi, shunda R kod yangi Y kodga almashinadi.

Fuqarolik S/A kodining davom etish muddati 1 ms. 1 msda radioto'lqin 300 kmga yaqin masofani bosib o'tadi, bu esa qabul qilgichdan sun'iy yo'ldoshgacha bo'lgan masofadan ancha kam hisoblanadi. Shu bois o'lchashlarning *birxilqiymatga ega emaslik* muammosi paydo bo'ladi, chunki ushbu kod sun'iy yo'ldoshdan qabul qilgichgacha bo'lgan oraliqda necha marotaba takrorlanishi noma'lum. Birxilqiymatga ega emaslikni yechish uchun qo'shimcha geometrik ma'lumot kerak bo'ladi.

R kod ham L1 chastotada, ham L2 chastotada uzatiladi. Fuqarolik S/Akodi faqat L1 chastotada translyasiyalanadi. Bu shuni anglatadiki, fuqarolik kodlari orqali o'lchangan masofalar ionosferali chetlanishlardan muhofaza qilinmagan.

GLONASSda barcha sun'iy yo'ldoshlar bir xil yuqori aniq (YUA) yoki standart aniqlikdagi (SA) kodlarga ega. Standart kodli chiplarning davom etish muddati 2mks ga yaqin bo'lib, u har 1ms da takrorlanadi. GPSga ko'ra GLONASSda natijalar majburan qo'pollanadigan rejimlar yo'q. Yuqori aniq kodlar L1 va L2

chastotalarda, standart aniqlikdagi kodlar esa faqat L1 chastotada uzatiladi.

Shuningdek, GPSda barcha sun'iy yo'ldoshlar bir xil chastotalarda ishlaydi, lekin har biri o'z kodiga ega. Signallarning bo'linishi kod orqali amalga oshiriladi. GLONASSda esa har bir sun'iy yo'ldosh o'z chastotasiga ega, lekin ularning barchasi bir xil kodda ishlaydi. Signallarning bo'linishi chastotalar orqali amalga oshiriladi.

GPS sistemasida har bir sun'iy yo'ldoshning navigatsion ma'lumotlari 25 ta blok (betlar, kadrlar) dan iborat. Har bir blok 5ta blokcha (subkadr)larga bo'lingan. Blokchalarning translyasiyasi–6 sekund, blokniki– 30sekund, barcha ma'lumotni uzatishi esa 12,5 minutni tashkil qiladi.

GLONASS danavigatsion ma'lumotlar uzluksiz qatorlar ko'rinishida shakllanishi mumkin. Qatorlar davom etish muddati 2 sekund. Qatorning boshida (1,7 sekund) navigatsion ma'lumotlar uzatiladi, oxirida 0,3 sekund esa vaqtning nishoni. Shuningdek, vaqt nishoni har 2 sekundda takrorlanadi. 15 qatordan iborat guruh uzoqligi 30 sek. kadrda birlashgan. Barcha ma'lumotlar 5 ta kadrda iborat bo'lib, 2,5 minut vaqtni oladi. Uzatiladigan ma'lumot tezkor va tezkor bo'lmagan ma'lumotlarga bo'linadi. Tezkor ma'lumot (kadrda to'rtta birinchi qator) sun'iy yo'ldoshga tegishli bo'ladi. Unda vaqt shkalasining siljishi to'g'risida ma'lumot, uzatadigan chastotaning nominal chastotadan farqi, sun'iy yo'ldosh koordinatalari o'zgarishi sur'atini tavsiflovchi geotsentrik koordinatalar bilan efemeridlar va boshqalar joylashadi.

Kadrlar va navigatsion ma'lumotlar uzatadigan to'liqlarda joylashtiriladi va ular yordamida sun'iy yo'ldoshdan foydalanuvchining qabul qilgichiga o'tkaziladi.

3.3. GNSYS da qo'llaniladigan koordinatalar sistemasi

GPSva GLONASS to'g'ri burchakli fazoviy geotsentrik koordinatalar sistemasida ishlaydi. Koordinatalar boshi yer massalari markazida joylashgan. Z o'qi shartli yer qutbi (CTP – Conventional Terrestrial Pole) bo'yicha yo'nalgan bo'lib, aylanish o'qining ba'zi qayd qilingan o'rtacha holatiga mos keladi. Buni yer

aylanish o'qining vaqti-vaqti bilan yer tanasiga va yulduzlarga nisbatan joylashishi bilan izohlash mumkin. Rossiyada joylashgan shartli yer qutbi *Xalqaro shartli boshlanish* deb ataladi. X o'qi ekvatorning Grinvich meridiani bilan kesishgan Yerida yotadi. Y o'qi esa ekvator tekisligida koordinatalar sistemasini o'nggacha to'ldiradi.

Koordinatalar sistemasi yuqori aniqlikdagi o'lchashlar orqali topiladi va joyda kosmik geodezik tarmoq punktlari bilan mahkamlanadi. Koordinatalarning aniqligi va ularning vaqt o'tishi bilan o'zgarishligi, avvalo, geodezik tarmoqning sifatiga bog'liqdir. Efemerid aniqligini oshirish uchun o'lchashlar nafaqat nazorat va boshqarish stansiyasidan, balki geodezik tarmoq punktlaridan ham amalga oshiriladi. Buning uchun, avvalo, Xalqaro GPS geodinamik xizmati, ya'ni IGS (International GPS Geodynamics Service) punktlaridan foydalaniladi. Hozirgi kunda dunyo bo'yicha bunday punktlarning 200 ga yaqini mavjud bo'lib, ularda doimo GPS qabul qilgichlari bilan kuzatishlar olib borilgan.

GPS va GLONASS sistemalarining geotsentrik koordinatalar sistemasi bir-biridan mustaqil tarzda o'rnatilgan. GPS sistemasida nuqtalar o'rni WGS-84 (World Geodetic System, 1984) koordinatalar sistemasida aniqlansa, GLONASS PZ-90 (Параметры Земли, 1990) koordinatalar sistemasida ishlaydi. Har bir sistema joyda mahkamlangan kosmik geodezik tarmoq punktlari koordinatalari va o'z ellipsoidiga ega. Har ikkala sistema ellipsoidlarining parametrlari bir-biriga juda yaqindir. Buni quyidagi jadvaldan ham ko'rish mumkin:

3.1-jadval

Parametrlar	PZ-90	WGS-84
Katta yarim o'q, a , m	6378136	6378137
Siqilish koeffitsienti, α	1:298,257839	1:298,257234

Shuning uchun ham ikkala sistemada aniqlangan bitta nuqtaning koordinatalari farqlanadi. Odatda bu farq 10 m dan ko'p bo'lmaydi.

Zarur holatlarda X , Y , Z to'g'ri burchakli geotsentrik koordinatalar geodezik kenglik, uzoqlik, balandlikka va aksincha hisoblab o'tkazilishi mumkin. Biroq ushbu koordinatalar GNSY

foydalanayotgan ellipsoidga nisbatan aniqlanishini ham hisobga olish kerak, ya'ni GPS dan foydalanilayotganda WGS-84 yer ellipsoidi uchun hisoblansa, GLONASS ni qo'llaganda PZ-90 uchun hisoblanadi.

3.4. O'lchashlar aniqligi va xatoliklar manbai

GPS da o'lchashlar aniqligi bir necha santimetrdan 100 metrgacha oraliqda o'zgarishi mumkin. O'lchashlar aniqligiga nurning ionosfera va troposferalardan o'tish xatosi, qabul qilgichning xatosi, atrofdagi predmetlardan nurning qaytarilishi xatosi va boshqalar ta'sir etadi. Bundan tashqari, "geometrik omil", ya'ni yo'ldoshlarga qarab yo'nalishlar orasidagi burchaklar qiymati ham ta'sir etadi. Bu burchaklar qanchalik katta bo'lsa, kestirmalar shunchalik maqbul, demak, o'lchashlar ham aniq bo'ladi.

Ionosferaning ta'siri. Ionosfera qatlami yer sirtidan taxminan 50 dan 100km gacha balandlikda tarqalgan. Ionosferada ozod elektronlar mavjud. Radioto'lqinlar ta'siri ostida zaryadlangan zarrachalar majburiy tebranishli harakatlarga duch keladi. Shunda to'lqinning yo'li va tezligi o'zgaradi. Ushbu o'zgarishlarning tavsifi fazali va kodli o'lchashlarda geometrik uzoqliklar qiymati bo'yicha bir xil, lekin faqat qarama-qarshi ishoralargao'zgaradi. Ushbu xatolar ionosferadagi kechiktirish deb nomlanadi va u chastota tebranishining kvadratiga teskari proporsional bo'lib, radionur yo'lida elektronlar konsentratsiyasi to'planishiga bog'liq. O'z navbatida, elektronlar to'planishi sun'iy yo'ldoshning ko'tarilish burchagi, qabul qilgichning geografik o'rni va quyoshning faolligi kabi omillar orqali aniqlanadi.

Atmosfera quyi qatlamining ta'siri. Atmosferaning pastki qatlamida, xususan, troposferada radioto'lqinlarning tarqalish tezligi, shuningdek, o'lchanadigan masofalardagi xatolar meteo-sharoit – harorat, bosim va namlikka bog'liq. Troposferada kechiktirishlar uchun tuzatmalarni hisoblashda qator formulalar ishlab chiqilgan. Boshlang'ich ma'lumotlar sifatida kuzatish punktlaridagi meteorologik parametrlar qo'llaniladi. 3.2-jadvalda atmosferaning pastki qatlamida D_{atm} xatolarni baholash keltirilgan. Ular Z zenit masofalar yo'nalishlarining sun'iy yo'ldoshga qarab

1013 mb atmosfera bosimida, 150° S haroratda, 10 mb namlikda (suv bug'larining porsial bosimida) hisoblangan.

3.2-jadval

Z^0	0	20	40	60	70	80	85
$D_{amM}(M)$	2,41	2,56	3,14	4,80	7,0	13,4	24,2

100 dan kam gorizont ustidagi kosmik apparat(KA) balandliklarda (zenit masofa $Z \dots 80^\circ$) signallarning atmosfera kechiktirishlari 10m dan oshadi, shuning uchun KA 10° vaayrimlarida $15 \div 20^\circ$ bo'lganida kuzatishlar olib borilmaydi. Ushbu maqsadda sun'iy yo'ldoshning qabul qilgichida balandlik bo'yicha niqob deb ataladigan parametrlar o'rnatiladi, masalan, 15° . Ushbu o'rnatishdan keyin qabul qilgich 15° dan past gorizont ostida joylashgan sun'iy yo'ldoshlar signallarini ishlab chiqmaydi.

Geometrik omil deb sun'iy yo'ldoshlarning geometrik joylashuviga aytiladi. Umumiy xatoliklarni hisoblayotganda foydalanuvchi va sun'iy yo'ldoshlar guruhining o'zaro joylashuvini inobatga olish zarur. Buning uchun aniqlikni geometrik pasaytiruvchi maxsus koeffitsient PDOP (Position Dilution of Precision) kiritiladi, bunda yakuniy xatoni olish uchun barcha xatolar ko'paytiriladi. PDOP koeffitsientining qiymati sun'iy yo'ldosh va qabul qilgichning o'zaro joylashuviga bog'liq. U yolg'iz vektorlarni qabul qilgichdan sun'iy yo'ldoshga o'tkazishda paydo bo'ladigan shakllar hajmiga teskari proporsionaldir. Katta qiymatli PDOP sun'iy yo'ldoshning noqulay joylashganligidan va katta xatolardan darak beradi(3.6-rasm).



3.6-rasm. Sun'iy yo'ldoshlarning joylashuvi:

a– qulay; b– noqulay

3.5. Qabul qilgichlarning turlari va texnik tavsiflari

Hozirgi kunda kosmik navigatsion qabul qilgichlarning juda ko'p turlari mavjud bo'lib, ularni funksional vazifalariga ko'ra quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

- navigatsion qabul qilgichlar;
- harbiy maqsadlardagi qabul qilgichlar;
- kartografiya va GAT uchun mo'ljallangan qabul qilgichlar;
- geodezik qabul qilgichlar.

Texnik ko'rsatkichlariga ko'ra qabul qilgichlar:

- selektiv kodlar (C/A);
- selektiv kod va L1 chastotadagi signal fazasi;
- selektiv kod va L1 va L2 chastotalardagi signal fazasi;
- selektiv kod, Pkod va L1, L2 chastotalardagi signal fazasini qabul qiladigan turlarga bo'linadi.

Navigatsion qabul qilgichlar selektiv kodni qabul qilishni ta'minlaydi. Bunda obyekt koordinatalarini aniqlash xatosi 150–200 metrni tashkil qiladi.

Harbiy qabul qilgichlar Pkodni qabul qilish imkoniga ega va barcha diapazonlarda ishlashni ta'minlay oladi. Obyekt koordinatalarini aniqlash xatosi 10–20 metrga teng.

GAT qabul qilgichlari signal fazalarini odatda bitta chastotali o'lchashga mo'ljallangan va nuqtalar koordinatalarini 1–5 metr xato bilan aniqlashni ta'minlaydi.

Geodezik qabul qilgichlar signal fazasini odatda bitta chastotali o'lchashga mo'ljallangan. Bunda ular bitta chastotali signal bilan va birdaniga ikki chastotali signallar bilan ishlashi mumkin. Bu qabul qilgichlar nuqtalar koordinatalarini 1–2 santimetr xato bilan aniqlash imkonini beradi.

GPS qabul qilgichlari konstruktiv xususiyatlariga ko'ra bir kanalli, ikki va to'rt kanalli qabul qilgichlarga bo'linadi.

Bir kanalli qabul qilgichlarni oddiy masalalarni yechishda qo'llash uchun birin-ketin to'rtta sun'iy yo'ldoshlarni kuzatib, ulargacha bo'lgan masofalarni ketma-ket aniqlashga to'g'ri keladi, buning uchun 2 sekunddan 30 sekundgacha vaqt talab qilinadi. Bunday qabul qilgichlarning kamchiligi shundan iboratki, ular

o'rnatilgan obyekt harakatda bo'lgan holda sun'iy yo'ldoshni kuzatish imkoni bo'lmaydi, bu esa, o'z navbatida, o'lchash aniqligi pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari, sun'iy yo'ldoshdan ma'lumotlar berilayotganda obyekt o'rmini aniqlash imkoni bo'lmaydi, chunki bu vaqtda (30 sekund mobaynida) qabul qilgich sun'iy yo'ldoshdan olingan signalni ishlab chiqish bilan band bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida ikki kanalli qabul qilgichlardan foydalaniladi. Bunda bitta kanal qabul qilingan signallarni ishlab chiqish bilan band bo'lsa, ikkinchisi navbatdagi yo'ldosh bilan radioaloqa bog'lab o'lchashni amalga oshiradi. Birinchi kanal ma'lumotlarni ishlab chiqishni tugatib, navbatdagi yo'ldosh bilan aloqa bog'lash va o'lchashga tushadi va shu ketma-ketlikda ishlar davom etadi.

Ikki kanalli qabul qilgichlarda ularda o'rnatilgan soatlar yurishi xatoligini bartaraf etuvchi hisoblash algoritmlaridan foydalaniladi.

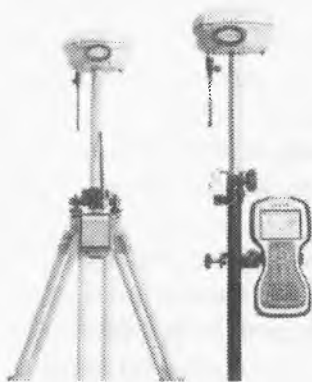
Parallel (to'xtovsiz) kuzatuvchi qabul qilgichlar birdaniga 4 ta va undan ortiq sun'iy yo'ldoshlarni kuzatishga moslashgan bo'lib, tez fursatda obyekt koordinatalari va tezligini aniqlash imkonini beradi.

GPS qabul qilgichi to'rtta asosiy modul: energiya ta'minlash bloki, boshqarish moduli, antenna moduli va qabul qilish modullarini o'z ichiga oladi.

Energiya ta'minlash bloki qabul qilgich jihozlariga kiruvchi akkumulyator batareyalaridan tashkil topadi.

Boshqarish moduli qabul qilgich rejimini belgilash va boshlang'ich parametrlarni kiritish uchun xizmat qiladi. U boshqarish pulti (ish rejimi va boshlang'ich ma'lumotlarni kiritishni ta'minlaydi) va displey (qiziqtiradigan ma'lumotlarni ko'z bilan kuzatish uchun mo'ljallangan) ni o'z ichiga oladi. Boshqarish moduli antenna va qabul qilish moduli bilan bevosita bog'langan.

Antenna moduli antenaning qaratilish diagrammasini boshqarish moslamasi va signallarni kuchaytirish moslamasidan tashkil topgan. U sun'iy yo'ldoshlar signallarini qidirib topish va qabul qilish, ularni kuchaytirish va qabul qilish moduliga uzatishni ta'minlaydi.



**3.7-rasm. Trimble R8
GNSS qabul qilgichi**

Qabul qilish moduli yoʻldosh generatori ishlashi bilan sinxronlashtirilgan kvars generatori, signallarni ishlab chiqish protsessori, mikroprotsessor va xotiradan iborat. Antennaning kuchaytiruvchisidan signallar ularni ishlab chiqish protsessoriga uzatiladi, bu yerda signallar tanilib, ularning parametrlari mikroprotsessorga uzatiladi. Mikroprotsessor “mavhum uzoqliklar”, qabul qilgich soatiga tuzatmalar va berilgan koordinatalar sistemasidagi mutlaq koordinatalarni hisoblashni

amalga oshiradi. Olingan qiymatlar qabul qilish moduli xotirasiga tushiriladi, u Yerdan boshqarish pultidan berilgan buyruq boʻyicha display ekraniga uzatiladi yoki tashqi xotira moslamasiga yoziladi.

GPS qabul qilgichining umumiy koʻrinishi 3.7-rasmda keltirilgan.

Yuqori aniq geodezik qabul qilgichlar amalda chiziqlarni $5\text{mm} + 1 \times 10^{-6} D$ aniqlikda oʻlchashni taʼminlay oladi, bu yerda D — asos (bazis) chizigʻining uzunligi (5–10 km).

Barcha yoʻldosh qabul qilgichlari amaldagi davlat qonunlari, meʼyoriy hujjatlar va qoidalarga asosan metrologik attestatsiya va sertifikatlashdan oʻtishi shart.

Sunʼiy yoʻldosh qabul qilgichlarining ichki oʻrnatilgan dasturlari ularning ish rejimlariga asoslanib turli funksiyalarni bajarishi mumkin: koordinatalar va navigatsiya parametrlarini hisoblash, koordinatalarni tuzatish, marshrut maʼlumotlarini tayyorlash, marshrut boʻyicha yurgizish, kompyuter bilan ikki tomonlama aloqa bogʻlash va boshq.

Tashqi dasturlar qabul qilgich toʻplamiga kiritiladi yoki alohida beriladi. Ular “menyu” va “sichqoncha” turidagi manipulyator sistemalari bilan boshqariladi.

Tashqi amaliy dasturlar topografik-geodezik ishlarga tegishli quyidagi vazifalarni amalga oshirishga moʻljallangan:

- rejalash ishlari;
- kerakli miqdordagi yoʻldoshlardan maʼlumotlarni yozib olish;
- differensial korreksiyalash (toʻgʻrilash) dasturi uchun fayllar tuzish;
- differensial korreksiyalash;
- maʼlumotlarni grafik tasvirlash;
- asos (bazis) chiziqlarini hisoblash;
- koordinatalarni hisoblash va ularni boshqa sistemalarga oʻzgartirish;
- oʻlchashlar aniqligini baholash;
- maʼlumotlar bazasini shakllantirish;
- geodezik tarmoqni tenglash;
- berilgan masshtabdagi plan va kartani avtomatik texnologiya asosida tuzish va chop etish.

3.6. GNSY bilan kuzatishlarni bajarish va maʼlumotlarni ishlab chiqish usullari

Er sirtidagi punktlar oʻrni (koordinatalari) GPS sistemasi yordamida avtonom va differensial rejimda aniqlanadi. Avtonom rejim navigatsion va harbiy qabul qilgichlar oʻrnini aniqlashning asosiy usuli hisoblanadi. Bunda obyekt oʻrni navigatsion yoʻldoshlar va bitta GPS qabul qilgichidan foydalanish asosida aniqlanadi.

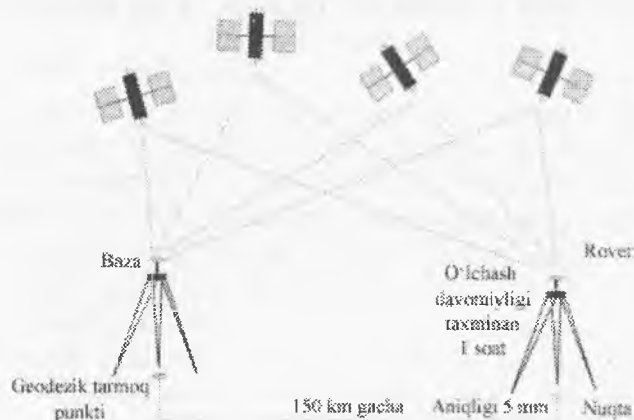
Differensial rejim (DGPS) obyekt koordinatalarini yuqori aniqlikda topishga qaratilgan. U eng kamida ikkita qabul qilgichdan foydalanishga asoslangan boʻlib, ulardan biri koordinatalari maʼlum punktda oʻrnatiladi va bazaviy stansiya deyiladi, ikkinchisi harakatdagi stansiya – rover hisoblanadi va u aniqlanadigan nuqtalarga oʻrnatiladi. Koordinatalari aniq bazaviy stansiya tuzatmalarni hisoblab, sunʼiy yoʻldosh oʻlchashlarini tuzatish (korreksiyalash) uchun efirga kombinatsiyalashgan maʼlumotlarni uzatadi. Bu maʼlumotlar harakatdagi qabul qilgich rover stansiyasi tomonidan qabul qilinib, bazaviy stansiyadan uzatilgan tuzatma hisobga olinadi. Ish bajaruvchi joyning navbatdagi nuqtasiga oʻtib GPS qabul qilgich tugmachasini bosishi bilan ushbu nuqtaning aniq koordinatalari bir daqiqada topiladi. Yuqori aniqlikni taʼminlash negizida koor-

dinatalari ma'lum punktlardan foydalanish yotadi. Bu esa yo'l-doshdan kelayotgan dalnomer signallarida kelib chiqadigan xatoliklar yig'indisini hisoblash imkonini beradi.

GPS qabul qilgichining joylashuviga qarab statik va dinamik o'lchashlar usullari qo'llaniladi. Qabul qilgich o'rnini statik usulda aniqlashda punktda uzoq muddat davomida kuzatishlar olib boriladi. Dinamik usulda kuzatishlarni olib borishda qabul qilgich harakatlanadigan transport vositasiga o'rnatiladi.

Geodezik GPS qabul qilgichlari bilan ishlashda qo'yilgan maqsadga qarab quyidagi o'lchashlar usullaridan biri qo'llanadi: statika, tezkor statika, kinematika va RTK.

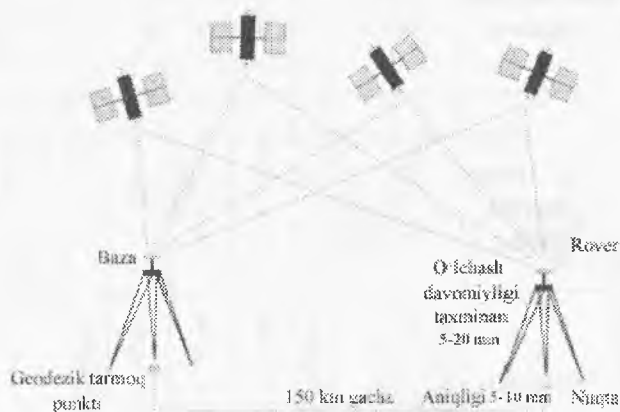
Statika usuli uzoqliklarni o'lchashda, geodezik tarmoqlarni rivojlantirishda, tektonik platformalar harakatini o'rganish va boshqalarda qo'llaniladi. Statika usuli yuqori aniqlikdagi o'lchashlarni bajarish uchun mo'ljallangan bo'lib, stansiyada kuzatishlar muddati 1 soatni tashkil qiladi (3.8-rasm).



3.8-rasm. Statika usuli

Geodezik tarmoqlarni rivojlantirishda vektorlar aniq topilishi (o'lchanishi) kerak bo'ladi. Bunda tarmoqlar qat'iy bog'langan vektorlardan rivojlantiriladi va punktlarning aniq koordinatalari tarmoqni qat'iy tenglashdan topiladi.

Tezkor statika usuli zichlash tarmoqlari va syomka tarmoqlarini rivojlantirishda qo'llanadi (3.9-rasm). Bu usul nuqtalar koordinatalarini santimetr aniqligida topishni ta'minlaydi.



3.9-rasm. Tezkor statika usuli

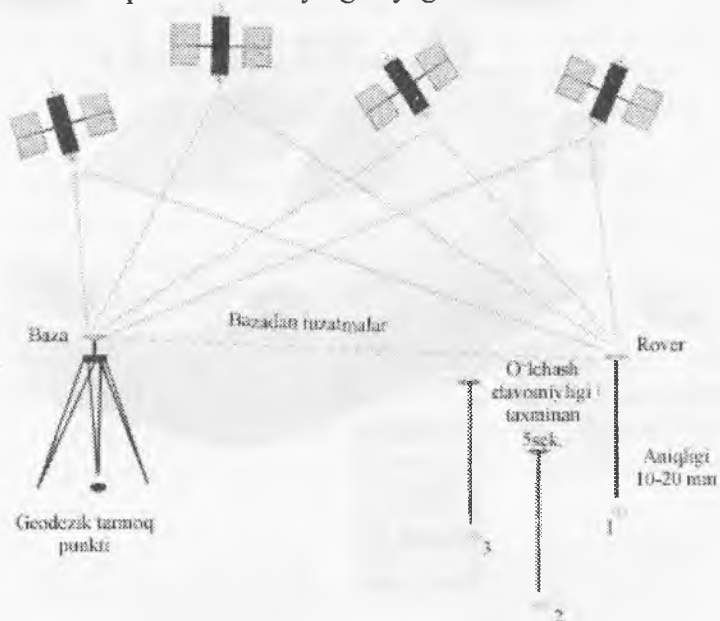
Tezkor statika usuli o'lchash davomiyligini 5 minutdan 20 minutgacha qisqartirish imkonini beradi. O'lchash vaqti qo'llanadigan qabul qilgich turi, bazaviy chiziqlarning uzunligi, ko'rinadigan sun'iy yo'ldoshlar soni va geometriyasiga bog'liqdir.

Kinematika usuli topografik syomkalarni bajarishda va katta miqdordagi nuqtalar koordinatalarini qisqa vaqt ichida aniqlashda qo'llanadi. Ta'kidlash joizki, bunda sun'iy yo'ldoshlardan kelayotgan signallar yo'lini daraxtlar, baland imoratlar va boshqalar to'sadigan bo'lsa, kuzatish vaqti oshadi, aniqligi esa pasayadi. Ushbu usulni qo'llashda bazaviy chiziqlarning uzunligini 50 km bilan chegaralash tavsiya etiladi, bu esa, o'z navbatida, 1 santimetr aniqlikni ta'minlashga asos bo'ladi.

Qabul qilgichlarning asosiy turlari va texnik tavsiflari

Asbob nomi	Firma(ning nomi (ishlab chiqaruvchi davlat)	Statik differensial rejimda o'lchash o'rta kvadratik xatosi				Boshqa tavsiflar	
		Koordinata- lar orttirma- lar, τ_d	Masofalar, τ	Nisbiy baland- liklar, τ_h	Parallel kanallar soni	Dasturiy ta'minot	
		Bitta chastotali qabul qilgichlar					
SUPER C/A	ASHTECH (AQSH)	10 + 1ppm	10 + 1ppm	20 + 1ppm	12	+	
GEOTRASER SYSTEM 2000	GEOTRONICS AB (Shvetsiya)	5 + 2ppm	5 + 1(2)ppm	20 + 2(3)ppm	12	+	
NR 10	SERSEL (Fransiya)	5 + 2ppm	5 + 1ppm	5 – 30	10	+	
4000 SE LAND SURVEYOR	TRIMBLE (AQSH)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20 + 2ppm	12	-	
RS 12	KARL ZEISS (Germaniya)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20 + 2ppm	12	+	
WILD GPS – SYSTEM 200	LEICA AQ (Shveysariya)	10 + 2ppm	10 + 2ppm	20	6	+	
Ikki chastotali qabul qilgichlar							
Z-12 FIELD SURVEYOR	ASHTEK (AQSH)	5 + 1ppm	5	17 + 2ppm	12	+	
GPS TOTAL STATION	TRIMBLE (AQSH)	5 + 1ppm	5 + 1ppm	10 + 1ppm	9(12)	-	

RTK(Real Time Kinematics) usulida real vaqt davomida o‘lchash uchun bazaviy stansiya qabul qilgan sun‘iy yo‘ldosh ma’lumotlarini harakatdagi qabul qilgichga uzatish uchun radiomodemdan foydalaniladi (3.10-rasm). Bu usul nuqtalar koordinatalarini dalada real vaqtda aniqlash imkonini beradi. Shuning uchun unda topografik syomkalarni bajarish juda samarali hisoblanadi. Lekin radiomodemda ishlash uchun bazaviy stansiya bilan harakatdagi stansiyalar o‘zaro ko‘rinishi kerak. Bu real vaqtda santimetrli aniqlikni ta’minlaydigan yagona usuldur.



3.10-rasm. RTK usuli

3.7. Kartaga olish mobil sistemasi

Kartaga olish mobil sistemasi standart transport vositalarining tom qismiga mahkam o‘rnatilgan bitta yoki bir nechta lazer skanerdan iborat modul hisoblanib, harakatdagi transport vositasidan obyektlarning fazoviy o‘rni haqidagi ma’lumotlarni to‘plash imkonini beradi (3.11-rasm). Sistemaga o‘rnatilgan lazer skanerning ko‘rish kengligi 360° ga teng. Shuningdek, mobil sistema tarkibiga

• relef, o‘simliklar va shahar qurilmalarining raqamli kartalari va uch o‘lchamli modellari (3D);

• loyihaoldi topografik syomkalari va muhandislik-qidiruv ishlarini bajarish;

• ijroviy syomkalarni bajarish;

• kommunikatsiyalar monitoringi va texnik holatini baholash;

• kadastr hujjatlarini yaratish va yuritish;

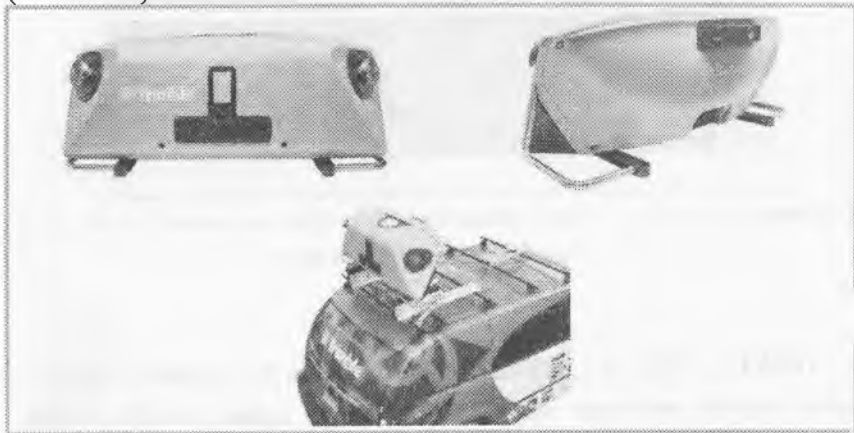
• shaharlarni modellashtirish;

• tarixiy va madaniy yodgorliklar muhofazasini ta’minlash.

Hozirgi kunda qator firmalar o‘zlarining mobil kartaga olish sistemalarini taklif qilmoqdalar. Misol tariqasida Trimble firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan MX8 sistemasini keltirib o‘tish mumkin.

Trimble MX8 fazoviy ma’lumotlarni va tasvirlarni yig‘ish orqali joyning yuqori aniqlikdagi uch o‘lchamli modelini hosil qilishga mo‘ljallangan sistemadir.

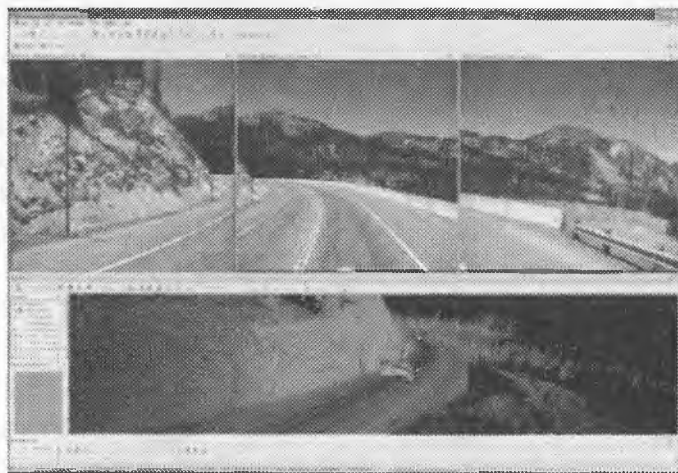
Trimble MX8 sistemasi ikkita yuqori ishchanlikka ega lazer skaner va yuqori tezlikdagi raqamli kameradan iborat bo‘lib, lazer skanerlar obyektlarni 360° kengligigacha tasvirga olish imkonini beradi. Shuningdek, Trimble MX8 tarkibiga kiruvchi pozitsirlash va orientirlashga mo‘ljallangan POS LV sistemasi yordamida obyektlarning fazoviy o‘rni haqida ishonchli ma’lumotlarni olish mumkin (3.12-rasm).



3.12-rasm. Trimble MX8 kartaga olish mobil sistemasi

Trimble MX8 sistemasi yordamida mobil fotosyomka va lazer skanerlash natijasida hosil qilingan nuqtalar to'plami (massivi) maxsus dasturiy ta'minot Trident Analyst yordamida ishlab chiqilishi mumkin. Trident Analyst yordamidasyomka ishlarini boshqarish, tasvirlar va nuqtalar to'plamini ishlab chiqish, shuningdek, obyektlarni avtomatik tanib olish (raspoznavanie) mumkin. Buning natijasida qisqa vaqt ichida mobil syomka natijalaridan fazoviy ma'lumotlarni hosil qilish imkoniyati vujudga keladi.

Trident Analyst dasturining interfeysi o'lgangan obyektlarni ishonchli pozitsirlash va ma'lumotlar qatlamini hosil qilish uchun ishlab chiqilgan bo'lib, ushbu dastur koordinatalashgan fotosyomka va lazer skanerlash natijalarini tahlil qilish uchun qulay hisoblanadi (3.13-rasm).



3.13-rasm. Trident Analyst yordamida ishlab chiqilgan mobil fotosyomka va lazer skanerlash natijalari

Asosiy tushunchalar

GNSYS, GPS, GLONASS, Galileo, sun'iy yo'ldosh signali, qabul qilgich, mavhum uzoqlik, kinematika rejimi, statika rejimi,

WGS-84, PZ-90, nazorat va boshqaruv segmenti, kosmik segment, foydalanuvchilar segmenti, kosmik apparatura (KA), mobil kartaga olish sistemasi, Trimble MX8 kartaga olish mobil sistemasi, Trident Analyst dasturiy ta'minoti.

Nazorat savollari

1. GNSYS deb nimaga aytiladi?
2. Qaysi GNSYS dan hozirgi kunda keng foydalanilmoqda?
3. GNSYS ning ishlash prinsipi qanday?
4. GNSYS da qanday segmentlar amal qiladi?
5. GPS va GLONASS sistemalarining nazorat va boshqaruv segmenti qanday vazifalarni bajaradi?
6. GNSYS signallari haqida nimalarni bilasiz?
7. S/A kod deb nimaga aytiladi?
8. R kod deb nimaga aytiladi?
9. GNSYS da qaysi omillar o'lchashlar aniqligiga ta'sir etadi?
10. Geometrik omil nima?
11. GNSYS qabul qilgichlari funksional vazifalariga ko'ra qanday turlarga bo'linadi?
12. GPS qabul qilgichlari nechta asosiy moduldan iborat?
13. GNSYS da o'lchashlar qanday usullarda bajariladi?
14. Statika usulidan qanday maqsadlarda foydalaniladi?
15. Kartaga olish mobil sistemasi nima va u qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

IV BOB. STEREOFOTOGRAMMETRIYA, ORTOFOTOTASVIRLAR VA MASOFADAN ZONDLASH ASOSIDA MA'LUMOTLAR OLISH

4.1. Fotogrammetriya asoslari

4.1.1. Suratga olishning fizik va kimyoviy jarayonlari

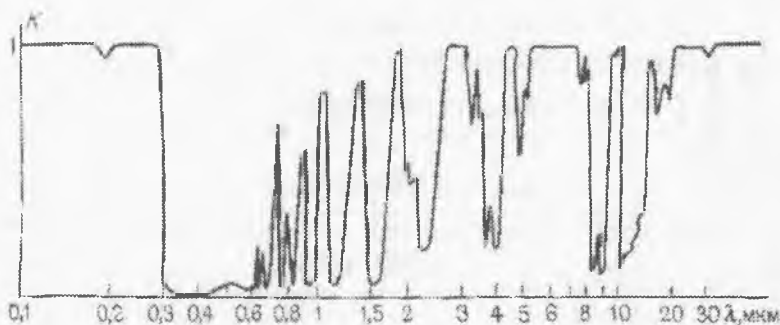
Suratga olish jarayoni obyektlardan qaytayotgan nurlanishni qayd etish hisobiga amalga oshiriladi. Aero - va kosmik syomkada turli xil uzunlikdagi elektromagnit nurlanishlardan foydalaniladi. Ular optik ($\lambda=0,01\div1000$ mkm) va ultraqisqa to'liqinli ($\lambda>1$ mm) radiodiapazonga bo'linadi. Optik diapazon, o'z navbatida, ultrabinafsha ($\lambda=0,01\div0,40$ mkm), ko'rinadigan ($\lambda=0,40\div0,75$ mkm) va infraqizil ($\lambda=0,75\div1000$ mkm) spektr bo'limlariga ajratiladi (4.1-rasm). Ultraqisqa to'liqinli radiodiapazon millimetrl, santimetrl, detsimetrl va metrli diapazonlarga bo'linadi.

Passiv syomkalarda qo'llaniladigan optik diapazonda asosiy nurlanish manbai Quyosh hisoblanadi. Quyoshdan nurlar dastasi ko'rinishida kelayotgan nurlar Yerga radiatsiya sifatida tushadi. Quyoshdan yer yuzasiga kelayotgan yorug'lik energiyasining deyarli barchasi (99,9%) to'liqin uzunligi $\lambda=0,3\div4,0$ mkm ga teng bo'lgan spektral intervalga to'g'ri keladi. Yer Quyosh energiyasini yutib, $\lambda=4,0\div40$ mkm uzunlikdagi to'liqinlarni tarqatuvchi nurlanish manbaiga aylanadi.

Atmosfera o'z tarkibidagi molekulalari, suv bug'i va qattiq elementlar hisobiga nurlanishni sezilarli darajada kuchsizlantiradi, tarqatib yoki yutib yuboradi. Bu ko'rsatkichning intensivligi atmosferadagi elementlar, atmosferaning optik qalinligi va nurlanish to'liqini uzunligiga bevosita bog'liq bo'ladi(4.2-rasm).

Suratga olish va Yerni masofadan zondlashda qoʻllaniladigan elektromagnit nurlanishlar				
Optik diapazon $\lambda = 0.01 \div 1000 \text{ mkm}$			Ultrazisqa toʻliqini radiodiapazon $\lambda > 1 \text{ mm}$	
Ultrabinafsa $\lambda = 0.01 \div 0.40 \text{ mkm}$		Koʻrinadigan $\lambda = 0.40 \div 0.75 \text{ mkm}$	Infraqizil $\lambda = 0.75 \div 1000 \text{ mkm}$	
Uzoq ultrabinafsa $\lambda = 0.01 \div 0.20 \text{ mkm}$	Yaqin ultrabinafsa $\lambda = 0.30 \div 0.40 \text{ mkm}$		Yaqin infraqizil $\lambda > 3.0 \text{ mkm}$	
Oʻrta ultrabinafsa $\lambda = 0.20 \div 0.30 \text{ mkm}$		Binafsa $\lambda = 0.40 \div 0.45 \text{ mkm}$	Koʻk $\lambda = 0.45 \div 0.48 \text{ mkm}$	Uzoq infraqizil $\lambda = 0.75 \div 1.3 \text{ mkm}$
		Havorang $\lambda = 0.48 \div 0.50 \text{ mkm}$	Yashil $\lambda = 0.50 \div 0.58 \text{ mkm}$	Oʻrta infraqizil $\lambda = 1.3 \div 3.0 \text{ mkm}$
		Sariq $\lambda = 0.58 \div 0.59 \text{ mkm}$	Toʻq sariq $\lambda = 0.59 \div 0.60 \text{ mkm}$	
		Qizil $\lambda = 0.60 \div 0.75 \text{ mkm}$		
				Millimetrlil
				Santimetrlil
				Detsimetrlil
				Metrlil

4.1-rasm. Suratga olish va Yerni masofadan zondlashda qo'llaniladigan elektromagnit nurlanishning bo'linish sxemasi



4.2-rasm. Atmosferaning to'liqlarni yutish grafigi

Ultrabinafsha, binafsha, ko'k va havorang nurlar ko'proq tarqalishga (sochilishga) uchraydi. Quyosh nurlarini yutuvchi elementlar suv bug'i, vodorod ikki oksidi va azon hisoblanadi.

Quyoshdan kelayotgan nurlanish atmosferada to'siqlarga uchrashi bilan birga Yerga etib kelgan nurlarga turli obyektlar turlicha ta'sir ko'rsatadi, ya'ni qisman yutiladi va sochiladi, obyektдан o'tib ketadi hamda bir qismi qaytariladi. Ana shu qaytgan nurlargina joyning fotosuratini hosil qilishda muhim o'rin egallaydi. Boshqacha qilib aytganda, yer yuzasidagi obyektlarni o'rganishda asosan yer yuzasidan qaytarilgan nurlanish muhim ahamiyat kasb etadi. Yer yuzasidagi obyektlarning optik ko'rsatkichlarini o'rganish bilan tabiiy obyektlarni bir-biridan ajratish mumkin.

Obyektlarning optik xususiyatlarini o'rganishda quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

1. Umumiy yorug'lik koeffitsienti.
2. Ikki obyekt yorug'liklarining farqi.
3. Turli yo'nalishdagi obyektlarning yorug'lik ko'rsatkichi—nur qaytarish indikatrasi.
4. Turli uzunlikdagi elektromagnit to'liqlarni qaytarish xususiyatini o'lchash uchun spektr yorug'lik koeffitsienti.

Obyektning yorug'ligi undan qaytarilgan yoki u sochgan nurlanish oqimlariga bog'liq bo'lib, Quyoshning balandligi va yuzaning sifatiga qarab o'zgarib turadi (4.1-jadval).

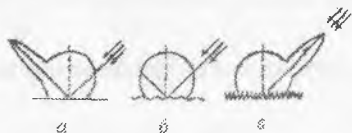
**Ayrim obyektlarning umumiy yorug'lik ko'effitsientlari
(ko'rinarli diapazonda o'lgan)**

Obyektning nomi	Umumiy yorug'lik ko'effitsienti
Yangi yoqqan qor	1,0
Daryo muzi	0,30
Suv sathi	0,07
Kvars qumlar	0,20
Qora tuproq	0,03
Boshqa tuproqlar	0,15
Donli ekinlar	0,10
Pichan	0,15
Shaharlar	0,20
Shosse	0,30

Obyektga biror yo'nalish bo'yicha kelib urilgan yorug'lik kuchiga nisbatan obyektidan qaytgan nurlarning miqdori umumiy yorug'lik ko'effitsienti deyiladi.

Obyektlarning optik xususiyatlarini o'rganishda ikki obyekt yorug'ligi orasidagi farq, ya'ni yorug'lik kontrastini ajratish lozim (masalan, qor bilan suv sathi yorug'liklarining farqi). Suratlarda ular bir-biridan keskin ajralib turadi.

Obyektlar yuzasining tuzilishi nur qaytarish xususiyatlariga ta'sir qilib, nurni turli yo'nalishda va har xil kuch bilan tarqatadi (4.3-rasm). Bu ko'rsatkich yorug'lik qaytarish indikatrasi deyiladi.



4.3-rasm. Turli yuzalardan qaytgan nurlanishning indikatrasi:

a— silliq yuzadan; b— barcha yo'nalishlarda nurlanishning yorug'ligi bir xil bo'lgan tekisliklar; v— o'yib ishlangan yuzalar

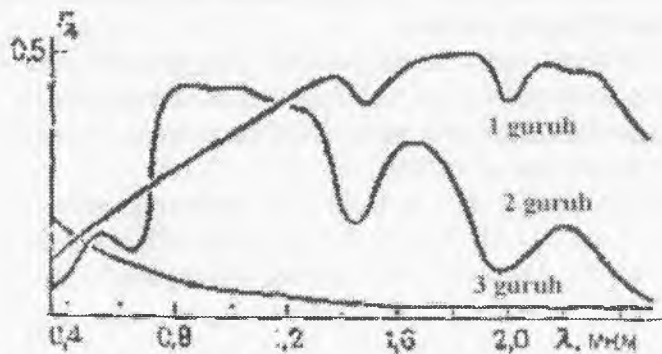
Yer yuzasida ko'p tarqalgan obyektlar xromatik, ya'ni ma'lum rangda bo'ladi. Xromatik obyektlarning yorug'ligi har xil spektral

zonalarda bir xil bo'lmagan, spektr yorug'lik koeffitsienti bilan o'lchanadi. Bu ko'rsatkich tajriba yo'li bilan obyektlardan qaytgan nurlarni taqqoslash orqali aniqlanadi va grafik ko'rinishda tasvirlanadi. Spektr yorug'lik koeffitsientini grafiklarning turli-tumanligiga qaramasdan umumlashtirib, 3 ta asosiy guruhga bo'lish mumkin(4.4-rasm).

1-guruh to'liq uzunligi ortgan sari doimiy ko'tarilib boradigan egri grafikdir. Bu guruh grafigi tuproq, tog' jinslari, sun'iy obyektlar (yo'llar, binolar) ning spektr yorug'lik koeffitsientiga tegishlidir. Ular asosan ko'tarilishlarning qiyaligi va darajasiga qarab farqlanadi.

2-guruh 0,55–0,56 mkm (spektrning yashil zonasi) da ko'tariladigan, 0,66 mkm (spektrning qizil zonasi)da pasayadigan va spektrning infraqizil qismining boshlanishida keskin ko'tariladigan egriga birlashtiradi. Ular asosan o'simlik dunyosiga tegishlidir.

3-guruh to'liq uzunligi oshgan sari doimiy silliq pasayib boruvchi egridan iborat obyektlarning spektr yorug'lik koeffitsientidir. Ular suv sathi, qor, muz kabi obyektlarga xosdir.



4.4-rasm. Tabiiy obyektlarning spektr yorug'lik koeffitsienti

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda suratga olishda oq-qora, spektrozonal va rangli aerofotoplyonkalardan foydalaniladi.

Obyektlardan qaytgan nurlanish aerofotoplyonkalarning yorug'lik sezgir qatlamida (qatlam bromli kumushdan iborat) qayd qilinadi. Aerosyomka ishlari tugagandan so'ng aerofotoplyonka

proyavka qilinib yuviladi, fiksatsiya qilinadi va qayta yuvilib quritiladi. Negativ jarayon deb nomlangan ushbu kompleks ishlar natijasida aerofotonegativ tayyorlanadi. Unda joyning negativ tasviri hosil bo'ladi, tasvir yorug'lik sezgir qatlamdagi galoid kumush ionlarining metalli kumush ionlariga aylanishi natijasida hosil bo'ladi. Obyektlardan qaytgan nurlanish turli uzunlikda bo'lganligi uchun kumush ionlariga turlicha ta'sir qiladi. Nurlanishning kuchiga qarab tasvir och yoki to'q rangli bo'ladi. 4.2-jadvalda aerofotografik qatlamlarning tasnifi keltirilgan.

Rangli spektrozonal qatlamlar haqiqiy ranglarni ko'rsatmaydi, lekin ular obyektlarning ranglari orasidagi farqlarni kuchaytirib beradi. Suratda ranglari bilan bir-biridan keskin ajralib turadigan obyektlar boshqa qatlamlarda olingan suratlarga qaraganda ko'proq. Pozitiv jarayon negativdan teskari fotografik tasvirni olishdir. Ushbu jarayon negativ jarayonga o'xshash quyidagi ishlarni o'z ichiga oladi: fotoqog'ozni eksponyasiya qilish (fotoplyonka orqali ma'lum vaqt nur o'tkazib fotoqog'ozga tushirish), proyavka qilish, oraliq yuvish, fiksatsiya qilish, yakuniy yuvish va quritish. Pozitiv jarayon natijasida joyning fotoqog'ozdagi haqiqiy tasviri hosil bo'ladi.

4.2-jadval

Aerofotoplyonka qatlamlarining tasnifi

Emulsion qatlamning turi	Qayd qilingan zonasi, nm	Qatlamning aniqligi (1mm dagi chiziqlar soni)
Oq-qora qatlamlar		
Panxrom	360-680	60-85
Izopanxrom	360-720	85
Izohrom	360-680	65
Infraxrom	740	60-80
Rangli negativli qatlamlar		
Ortoxrom	350-500	40-60
Panxrom	560-700	
Rangli spektrozonal qatlamlar		
Infraxrom	720-800	70-90
Panxrom	520-700	
Ortoxrom	490-590	75-80

4.1.2. Aerokosmik syomkada qo'llaniladigan fotoapparatlar

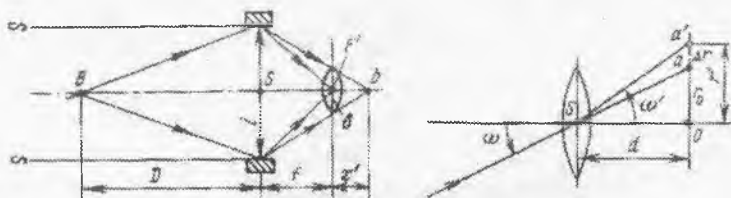
Aerofotosuratlarni olishda ishlatiladigan fotoapparatlar suratlar orqali geometrik va fotogrammetrik o'lchashlarni olib borish imkonini berishi kerak. Aerosyomkalarda suratga olishda ishlatiladigan vositalar ichida aerofotoapparatlar (AFA) markaziy o'rinni egallab turadi.

Zamonaviy AFA murakkab va yuqori aniqlikdagi optik qurilmadir. Ular o'zining turlari va vazifasiga ko'ra har xil bo'lishiga qaramasdan ko'plab umumiy jihatlarga ega.

Aerofotoapparat optik-elektromexanik qurilma bo'lib, turli xil uchish apparatlaridan turib yer yuzasini suratga olish uchun mo'ljallangan.

Aerofotoapparatlar maqsadiga qarab topografik va notopografik turlarga bo'linadi. Topografik aerofotoapparatlar kartografik va o'lchash ishlari olib borish maqsadlarida suratga olishda qo'llaniladi. Buning uchun topografik aerofotoapparatlar og'ir aerofotosyomka sharoitlarida (tebranish, silkinish, havo temperaturasi tebranishi va h.k.) obyektivning optik xususiyatlarini saqlagan holda ishonchli ishlashni ta'minlovchi konstruksiyaga ega. Notopografik aerofotoapparatlar yuqori geometrik aniqlikka ega bo'lgan suratlar olish imkonini bermaydi. Shuning uchun ular yordamida olingan suratlar joyni umumiy o'rganish maqsadlarida va yuqori aniqlikni talab qilmaydigan ishlarda qo'llaniladi.

Aerofotoapparatlarning asosiy tavsiflariga fokus masofasi, ko'rish maydoni burchagi, ko'rish maydoni bo'yicha yorug'likning taqsimlanishi, fotogrammetrik distorsiya va ruxsat etish qobiliyati kiradi (4.5-rasm).



4.5-rasm. Ko'rish maydoni va distorsiya vujudga kelishi

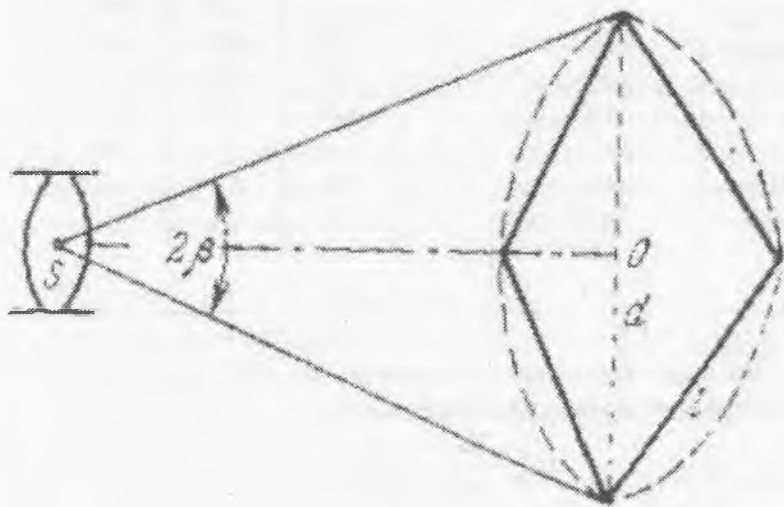
Aerofotoapparatning fokus masofasi 0,01 mm aniqlikda aniqlanib, aerofotoapparatning formulyariga va obyektning attestatiga yozib qo'yiladi. Fokus masofasiga ko'ra aerofotoobyektivlar qisqa fokusli, o'rta va uzun fokusli turlarga ajratiladi. Fokus masofasiga qarab aerosurat masshtabi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\frac{1}{M} = \frac{f}{H}, \quad (4.1)$$

bu yerda N – suratga olish balandligi; f – fokus masofasi, M – masshtab.

Aerofotoapparatning fokus masofasi, suratning o'lchami va ko'rish maydoni burchagi bir-biriga bog'liq (4.3-jadval).

Aerofotoobyektivdan chiqqan nurlar tekislikda yorug'ligi markazdan chetga kamayib boradigan aylanani hosil qiladi. Aerofotoapparat ramkasi joylashgan ushbu aylananing markaziy qismi ko'rish maydoni deyiladi, obyektivdan shu ramka chetlariga tushayotgan nur burchagi ko'rish maydoni burchagi deyiladi (4.6-rasm).



4.6-rasm. Aerofotoapparat obyektivining ko'rish burchagi va maydoni

**Aerofotoobyektivning fokus masofasi, kadr formati va ko'rish
maydoni burchagi orasidagi bog'liqlik**

Obyek- tiv turi	Kadr formati $l_x \times l_y (\text{sm})$	13x18	18x18	18x24	24x24	30x30
	Kadr diagonali $\sqrt{l_x^2 + l_y^2}$ (mm)	212	254	300	340	424
	Ko'rish maydoni burchagi $2\beta (^{\circ})$	Fokus masofasi, $f (\text{mm})$				
Uzun fokusli	24	500	-	-	800	1000
	29	-	500	600	-	-
	32	-	-	500	600	750
	40	300	350	-	-	600
	46	250	300	350	400	500
	56	200	240	-	-	400
O'rta fokusli	59	-	-	270	300	-
	65	170	200	240	270	-
	93	100	120	152	-	200
Qisqa fokusli	104	-	100	120	135	-
	122	-	70	-	100	120
	133	-	55	65	75	-
	137	-	50	-	-	-
	140	-	46	-	-	-
	147	-	38	-	-	-

Rasmga ko'ra aerofotoapparat ko'rish maydoni burchagi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2f} = \frac{l}{f\sqrt{2}}, \quad (4.2)$$

bu yerda d – kadr diagonal; l – kvadrat kadr tomoni.

Ko'rish maydoni burchagi bo'yicha aerofotoapparatlar tor burchakli (15° dan kichik), normal (15° – 60°) va keng burchakli (60° dan katta) turlarga ajratiladi. Tor burchakli aerofotoapparatlarda obyektivdan chiqayotgan yorug'lik kadrning chetiga borib kamayadi, ko'rish maydoni keng burchakli aerofotoapparatlarda esa aksincha, markazga borgan sari yorug'lik kamayib boradi.

Yorug'likni kadrning barcha qismlarida teng taqsimlash uchun mayda metall zarrachalari bilan qoplangan shisha plastinkalar aerofoto- obyektivlarga o'rnatiladi.

Topografik aerofotoapparatlarning muhim tavsiflaridan biri fotogrammetrik distorsiya, ya'ni tasvirdagi xatodir. Obyektivdan ma'lum burchak ostida chiqqan nur predmetdan aynan shu burchak ostida qaytmaydi. Natijada joydagi nuqta kadrda biroz siljigan holatda tushadi va shakl xatoligini yuzaga keltiradi. Aerofoto-obyektivlarning distorsiyasini yo'q qilib bo'lmaydi, uning 0,005–0,002 mm oraliqda bo'lishi normal holat hisoblanadi.

Aerofotoobyektivning yana bir xususiyati uningruxsat etish qobiliyati bilan aniqlanadi. Ruxsat etish qobiliyati obyektivning mayda detallarni hosil bo'layotgan tasvirda qanchalik yaqin, aniq va ajratib ko'rsatishi bilan ifodalanadi.

Aerofotoapparatlar 18x18, 23x23, 30x30sm o'lchamdagi kadrlarni olishi mumkin. Buning uchun ularga kassetalar o'rnatiladi. 300 dona 18x18 sm li aeronegativ olish uchun kasseta eni 19 sm, uzunligi 60 m bo'lgan aerofotoplyonka ruloni bilan jihozlanadi. Aerofotoapparatlar tebranish ta'sirini kamaytirish maqsadida girostabilizatorlar yordamida samolyotga o'rnatiladi.

4.1.3. Aerofotosyomka turlari

Aerofotosyomka murakkab kompleks texnologik jarayonlarni o'z ichiga oladi. Ularga tayyorgarlik, suratga olish, olingan materiallarni dastlabki fotolaboratoriyada va fotogrammetrik qayta ishlash jarayonlari kiradi.

Aerofotosyomka maqsadi, masshtabi, tasvirni hosil qilish usuli. aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi. fotosuratning soni va joylashishiga qarab turlarga ajratiladi.

Maqsadi bo'yicha aerofotosyomka topografik va maxsus turlarga bo'linadi. Topografik aerofotosyomka materiallari asosida yer tuzish tashkilotlari, xalq xo'jaligining turli sohalariga zarur bo'lgan topografik va maxsus plan, kartalar tuziladi. Maxsus aerofotosyomka esa yer yuzasi va unda joylashgan obyektlar, turli xil jarayonlar, voqea-hodisalarning dinamikasi to'g'risida sistematik yoki operativ ma'lumot olish maqsadida bajariladi.



4.7-rasm. Bitta marshrutli aerofotosyomka

Suratning masshtabi bo'yicha yirik masshtabli ($\frac{1}{m} \geq \frac{1}{10000}$), o'rta masshtabli ($\frac{1}{30000} < \frac{1}{m} < \frac{1}{10000}$) va mayda masshtabli ($\frac{1}{m} < \frac{1}{30000}$) aerofotosyomka turlari mavjud.

Aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagiga ko'ra planli va perspektiv aerofotosyomka turlari ajratiladi.

Planli aerofotosyomkada optik o'qning vertikalga nisbatan og'ish burchagi 3° dan oshmaydi. Girostabilizatorlarni ishlatish natijasida bu ko'rsatkich 20–40' ga keltirilgan. Planli aerofotosyomka topografik plan va kartalarni tuzishda, turli xil tadqiqotlar va muhandislik-loyihalash ishlarini olib borishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Perspektiv aerofotosyomkada optik o'qning vertikalga nisbatan og'ish burchagi syomkaning maqsadi va birgalikda qo'llanilayotgan aerofotoapparatlarning soniga bog'liq holda belgilab berilishi mumkin.

Aerofotosuratlarining soni va joylashishi bo'yicha yakka kadrli, bitta marshrutli va ko'p marshrutli aerofotosyomka turlari ajratiladi.

Yakka kadrli aerofotosyomkada joy bir-biriga bog'lanmagan alohida-alohida suratlar tarzida olinadi. Bu aerofotosyomka suratlar orqali stereoskopik kuzatuvlar zaruriyati bo'lmaganda amalga oshiriladi.

Bitta marshrutli aerofotosyomkada joy uchish yo'nalishi bo'yicha suratga olinadi. Suratga olinayotgan obyektning turiga qarab aerofotosyomka marshruti yo'nalishi to'g'ri, siniq yoki egri chiziq (masalan, daryolarni syomka qilishda) shaklida bo'lishi mumkin (4.7-rasm).

Bitta marshrutli aerofotosyomkada ketma-ket olingan suratlar bir-birini bo'ylamasiga qoplab boradi. Ushbu qoplanish miqdori quyidagi ifoda yordamida topiladi:

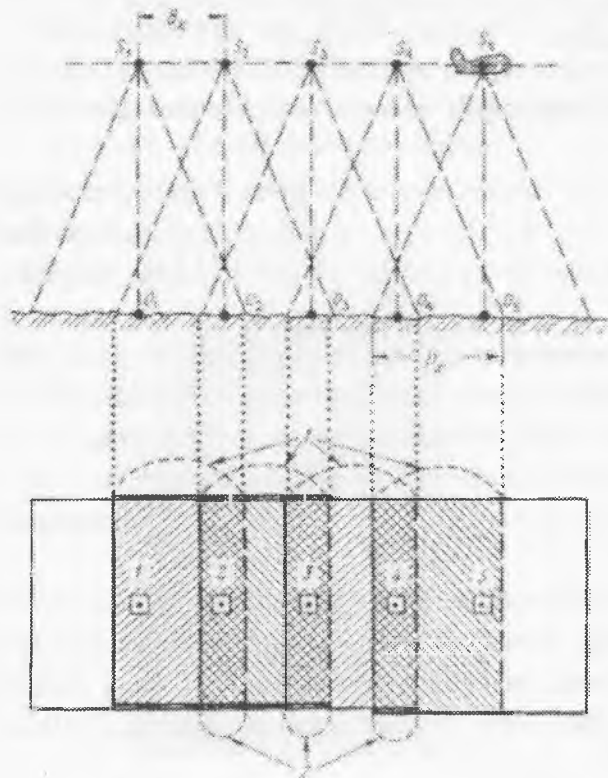
$$q_x \% = \frac{P_x}{l_x} 100\% , \quad (4.3)$$

bu yerda l_x – uchish yo'nalishi bo'yicha aerosuratning o'lchami;

R_x – shu yo'nalish bo'yicha suratning qoplangan qismi o'lchami.

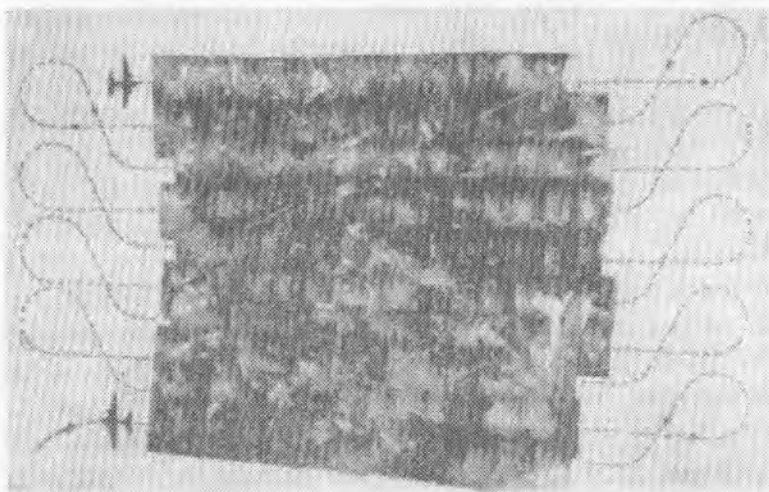
Odatda, bo'ylama qoplanish 60% dan 80% gacha bo'ladi, bo'ylama qoplanishning eng kichik qiymati 56% ni, eng katta

qiymati 85% ni tashkil qiladi. Ketma-ket olingan 2 ta surat markaziy nuqtalari orasidagi masofa suratga olish bazisi deyiladi (4.8-rasm).



4.8-rasm. Bitta marshrutli aerofotosyomka va suratga olish bazisi

Bitta marshrut yordamida suratga olish imkoni bo'lmagan obyektlar bir nechta parallel marshrutlar, ya'ni ko'p marshrutli aerofotosyomka yordamida amalga oshiriladi (4.9-rasm). Ko'p marshrutli aerofotosyomkada bir marshrutdagi suratlar ikkinchi marshrutdagi suratlar bilan ko'ndalangiga qoplanadi.



4.9-rasm. Ko‘p marshrutli aerofotosyomka

Suratlarning ko‘ndalang qoplanishi joydagi nuqtalarning suratga olish uchastkasi o‘rtacha tekisligi o‘rtasidagi nisbiy balandlik (h) va suratga olish balandligi (N) ga bog‘liq holda aerofotosyomka oldidan 1:25 000 masshtab uchun (4.4), 1: 10 000 va undan yirik masshtab uchun esa (4.5) formula yordamida topilgan qiymat bilan belgilab beriladi:

$$q_y = 30 + 70(h/H), \quad (4.4)$$

$$q_y = 40 + 60(h/H), \quad (4.5)$$

bu yerda q_y – aerosuratning ko‘ndalang qoplanish qiymati; H – suratga olish balandligi; h – joyning o‘rtacha nisbiy balandligi.

Bo‘ylama va ko‘ndalang qoplanishlar orqali suratning ishchi maydoni chegarasi aniqlanadi. Ikki marta bo‘ylama va ko‘ndalang qoplanishlar o‘rtasidan o‘tuvchi chiziq bilan chegaralangan maydon suratning ishchi maydoni deyiladi. Ishchi maydon chegarasi absissa o‘qi bo‘yicha (4.6), ordinata o‘qi bo‘yicha esa (4.7) formula yordamida topiladi:

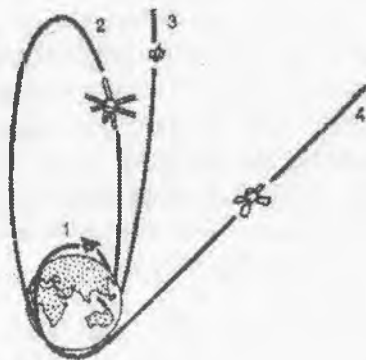
$$b_x = l(100 - q_x)/100, \quad (4.6)$$

$$b_y = l(100 - q_y)/100, \quad (4.7)$$

bu yerda b_x – suratga olish bazisi; q_x – aerosuratning bo‘ylama qoplanish qiymati; l – uchish yo‘nalishi bo‘yicha aerosuratning o‘lchami.

Yuqoridagi formulalar yordamida topilgan ishchi maydon nazariy hisob-kitoblarni olib borishda ishlatiladi. Amalda esa fotogrammetrik ishlar uchun suratlarning markaziy qismini tashkil qiluvchi va aniq konturli nuqtalar bilan chegaralangan ishchi maydondan foydalaniladi.

Bundan tashqari, fotogrammetriyada Yerni masofadan zondlash, ya'ni yer yuzasini turli xil syomka apparatlari bilan jihozlangan aviatsiya va kosmik uchish apparatlari yordamida kuzatish materiallaridan ham foydalaniladi. Yer sirti kosmik kema va Yerning sun'iy yo'ldoshlaridan turib ham suratga olinadi. Suratga olish balandligi 100 km dan 40000 km gacha bo'lib, uchish vositalari asosan 4 ta (doiraviy, elliptik, parabolik va giperbolik) orbitalar bo'yicha harakatlanadi (4.10-rasm).



4.10-rasm. Sun'iy yo'ldosh orbitalarining turlari

Er yuzasini o'rganish uchun suratlar doiraviy va elliptik orbitadan turib olinadi, qolgan 2 ta orbita boshqa sayyoralarni va Yerni sayyora sifatida o'rganishda suratga olish uchun foydalaniladi.

Syomka apparatlarida qo'llaniladigan to'liq uzunliklarining ishchi diapazoni mikrometrdan (optik diapazon) metrgacha (radiodiapazon) bo'lishi mumkin. Yerni masofadan zondlash passiv va aktiv usullarda olib boriladi.

Passiv usul quyosh nurlanishiga asoslangan holda yer yuzasidagi obyektlardan tabiiy qaytgan yoki ikkilamchi issiqlik nurlanishini qayd etish hisobiga, aktiv usul esa sun'iy manba yordamida obyektlarni majburiy nurlantirish hisobiga amalga oshiriladi.

Erni masofadan zondlash materiallari sifati atmosferaning shaffofligi bilan bevosita bog'liq. Shuning uchun asbob tashuvchi uchish vositalari turli diapazonlardagi elektromagnit nurlanishni qayd eta oladigan passiv va aktiv turdagi ko'p kanalli masofadan zondlash apparatlari bilan jihozlangan.

Kosmik kemalar osmon mexanikasi qonun-qoidalariga asosan o'z traektoriyasini hosil qilganligi uchun suratga olish yo'nalishini oldindan belgilab bo'lmaydi. 1960–1970-yillarda uchirilgan birinchi kosmik kemalarga o'rnatilgan masofadan zondlash apparatlari trassa tipida bo'lib, syomka proyeksiyasi yer yuzasiga chiziqli shaklida tushgan. Keyinchalik syomka proyeksiyasi yer yuzasiga yo'lak shaklida tushadigan panorama tipidagi masofadan zondlash apparatlari (skanerlar) vujudga keldi va keng qo'llanilmoqda. Hozirgi kunda ular yordamida olingan suratlarining ruxsat etish qobiliyati 0,6 m ni tashkil qiladi.

Erni masofadan zondlash kosmik kemalaridan asosan Yerning tabiiy resurslarini o'rganish va meteorologiya masalalarini yechishda foydalaniladi.

4.1.4. Aerofotosuratlardagi xatoliklar

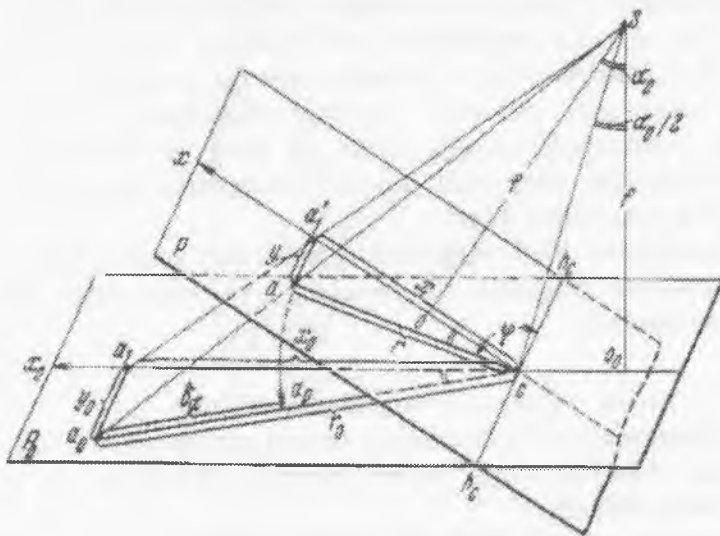
Aerofotosuratlardan foydalanishda undagi xatoliklarni e'tiborga olish kerak. Aerofotosuratda asosan quyidagi sabablarga ko'ra xatoliklar kelib chiqadi:

- aerofotoapparatning og'ish burchagi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar;
- joy reliefi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar;
- suratga olish balandligining o'zgarishi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar.

Aerofotoapparatning og'ish burchagi ta'sirida aerofotosuratda tasvirning chiziqli va burchakli xatolari uchraydi.

Chiziqli xatolar. Aerofotosurat gorizontal bo'lgan holatda nuqta egallagan o'rniga nisbatan shu nuqtaning aerofotosuratdagi siljishiga chiziqli xatolar deyiladi. Chiziqli xatolar qiymatini topish uchun og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi nuqtaning o'rnini gorizontal aerofotosuratdagi aynan shu nuqta holati bilan taqqoslanadi. Buning uchun bir proyeksiya markazidan hosil qilingan 2 ta – gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratni tasvirlovchi chizmadan foydalanamiz (4.11-rasm).

Chiziqli xatolar qiymatini topish uchun og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi nuqtaning o'rnini gorizontal aerofotosuratdagi aynan shu nuqta holati bilan taqqoslanadi. Buning uchun bir proyeksiya markazidan hosil qilingan 2 ta – gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratni tasvirlovchi chizmadan foydalanamiz (4.11-rasm).



4.11-rasm. Gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosurat orqali chiziqli xatoliklarni aniqlash

Gorizontal aerofotosuratda x_0, y_0 koordinatalari mavjud a_0 nuqta berilgan. Ushbu nuqtaning og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi proyeksiyasi x, y koordinatalari bo'lgan a nuqta hisoblanadi.

Gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda koordinata boshi sifatida ushbu 2 ta tekislikning kesishish chizig'ida yotuvchi nol xatolismuqta (tochka nulevix iskajeniy) olingan. s nuqtadan gorizontal aerofotosuratdagi a_0 va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi a nuqtagacha bo'lgan masofa r_0 va r ga teng. Og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi a'_{1sa} va gorizontal aerofotosuratdagi a_{1sa0} burchaklari bir-biriga teng, chunki ularning uchlari nol xatoli s nuqtada joylashgan. Shuning uchun, agar og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratni h_ch_c chizig'i atrofida gorizontal aerofotosurat bilan ustma-ust tushguncha aylantirsak, a nuqta a_0s chizig'iga tushadi, ya'ni a_r holatni egallaydi. Ko'rinib turibdiki, nuqtaning og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi holati gorizontal aerofotosuratdagiga nisbatan farq qiladi, chunki nuqta s nuqtadan turli xil uzoqlikda yotibdi. Chizmadan ko'rinib turibdiki, a_r nuqtasi og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda shu nuqtaning gorizontal aerofotosuratdagi holati a_0 ga nisbatan s nuqta yo'nalishi bo'yicha $\delta_\alpha = r_0 - r$ qiymatga siljiydi.

4.11-rasmdan $\frac{r_0}{r} = \frac{y_0}{y}$ ekanligi ma'lum.

$$y_0 = \frac{f_y}{f - x \sin \alpha_0} \quad (4.8)$$

formuladan foydalanib,

$$\frac{r_0}{r} = \frac{f}{f - x \sin \alpha_0} \quad (4.9)$$

ni hosil qilamiz. (4.9) ga ko'ra quyidagilar hosil qilinadi:

$$\frac{r_0 - r}{r} = \frac{x \sin \alpha_0}{f - x \sin \alpha_0}, \quad (4.10)$$

$$\delta_\alpha = r_0 - r = \frac{rx \sin \alpha_0}{f - x \sin \alpha_0}. \quad (4.11)$$

4.11-rasmga ko'ra $x = r \cos(\varphi - 90^\circ) = r \sin \varphi$, u holda

$$\delta_\alpha = \frac{r^2 \sin \alpha_0 \sin \varphi}{f - r \sin \alpha_0 \sin \varphi}. \quad (4.12)$$

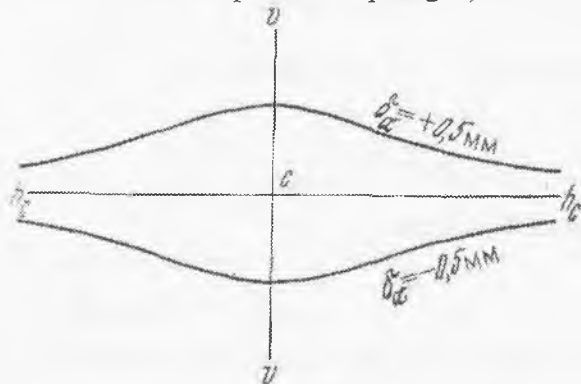
Chiziqli xatolar δ_a quyidagi xususiyatlarga ega:

1. r qanchalik katta bo'lsa, ya'ni berilgan nuqta nol xatoli nuqtadan qanchalik uzoq bo'lsa, δ_a qiymati shunchalik katta bo'ladi. s nuqta uchun $\delta_a = 0$, chunki $r = 0$, ya'ni nol xatoli nuqtada aerofotosuratning og'ishi hisobiga chiziqli xatolar yo'q.

2. δ_a qiymati $\sin\varphi = 1$, ya'ni nuqta bosh vertikalda joylashganda maksimal qiymatga ega bo'ladi. Agar nuqta xatosiz masshtab chizig'ida yotsa, u holda $\sin\varphi = 0$ va bunga muvofiq $\delta_a = 0$.

3. f qanchalik kichik bo'lsa, δ_a shunchalik katta bo'ladi.

4. δ_a qiymati $\sin\varphi$ ning ishorasiga bog'liq holda musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. $h_c h_c$ chizig'idan yuqorida joylashgan nuqta uchun (haqiqiy gorizont chizig'i tomonda) $0 < \varphi < 180^\circ$ — $\sin\varphi$ musbat va bunga bog'liq holda δ_a ham musbat (nuqta og'gan aerofotosuratda s nuqtaga yaqinlashgan). $h_c h_c$ chizig'idan pastda joylashgan nuqtalar uchun $180^\circ < \varphi < 360^\circ$, shuning uchun $\sin\varphi$ manfiy va o'z navbatida, δ_a ham manfiy (nuqta og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda s nuqtadan uzoqlashgan).

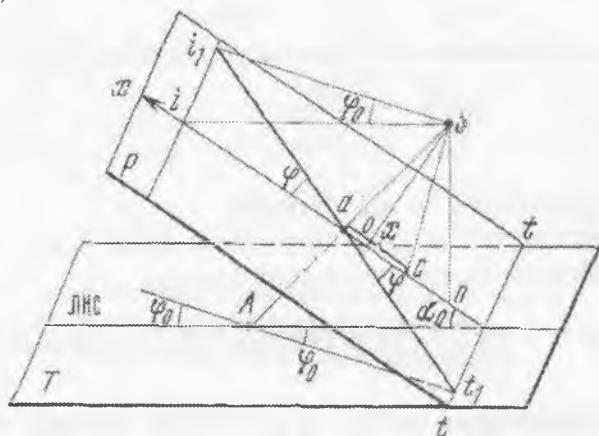


4.12-rasm. Bir xil qiymatga ega bo'lgan chiziqli xatoliklar orqali o'tkazilgan egri chiziq

5. Planli aerofotosuratlar uchun hisob ishlarini osonlashtirish maqsadida (4.12) formulani soddalashtirish, ya'ni $r \sin \alpha_0 \sin \varphi$ $\alpha \leq 3^\circ$ dagi f ga nisbatan kichik bo'lgani uchun hisobga olinmaydi va uni quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$\delta_a = \frac{r^2 \sin \alpha_0 \sin \varphi}{f}. \quad (4.13)$$

6. $\delta_{\alpha_{\max}}$ va φ berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula bo'yicha nuqtalarning s nuqtadan uzoqlik masofasini aniqlab, ushbu nuqtalarni aerofotosuratga qo'yish va ularni birlashtirib, egri chiziqlar hosil qilish mumkin. Bu egri chiziq δ_a xatoligi teng chiziq deyiladi (4.12-rasm).



4.13-rasm. Aerofotosuratda og'ish burchagi ta'sirida yo'nalish va burchaklarning xatolikka uchrashi

Burchakli xatolar. Aerofotosuratda og'ish burchagi ta'sirida yo'nalishlar va burchaklarning xatolarga uchrashini aniqlash uchun joydagi burchakning gorizonttal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi proyeksiyasi orasidagi bog'liqlikni aniqlash kerak. Burchaklarning bog'liqlik formulasini chiqarish uchun 4.13-rasmdan foydalanamiz. T predmet tekisligida uchish yo'nalishi chizig'i bilan φ_0 burchak hosil qiluvchi At_1 ixtiyoriy to'g'ri chiziq o'tkazilgan. Kartina tekisligida ushbu to'g'ri chiziqning proyeksiyasi ai_1 hosil qilingan.

ai_1 to'g'ri chizig'i bosh vertikal bilan kesishib, φ_0 burchakning proyeksiyasi φ burchakni hosil qiladi. Bu yerda x – nol xatoli nuqtalardan aerofotosuratdagi burchakning yuqorisigacha bo'lgan masofa.

φ va φ_0 burchak orasidagi bog'liqlikni ularning tangens munosabatlaridan aniqlaymiz:

$$\frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{iS} = \frac{i_1}{iS}; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{i_1}{ia}; \quad \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \varphi_0} = \frac{iS}{ia}. \quad (4.14)$$

Oldingi hosil qilingan formulalardan ma'lumki,

$$iS = \frac{f}{\sin \alpha_0}; \quad ia = ic - x = \frac{f}{\sin \alpha_0} - x. \quad (4.15)$$

iS va ia qiymatlarini (4.14) ga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{1 - \frac{x}{f} \sin \alpha_0}. \quad (4.16)$$

(4.16) formuladan ko'rinib turibdiki:

1) agar $x=0$ bo'lsa, $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0$, ya'ni og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratlarida burchak xatoligi bo'lmaydi;

2) agar $x = f \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}$, ya'ni burchak uchi aerofotosuratning bosh

nuqtasida joylashgan bo'lsa, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\cos \alpha_0}$ bo'ladi. Bu holda

aerofotosuratdagi burchak joydagi burchakdan katta, chunki $\cos \alpha_0 < 1$;

3) agar $x = -\frac{f}{\cos \alpha_0} \operatorname{tg} \frac{\alpha_0}{2}$, ya'ni burchak uchi aerofotosuratdagi

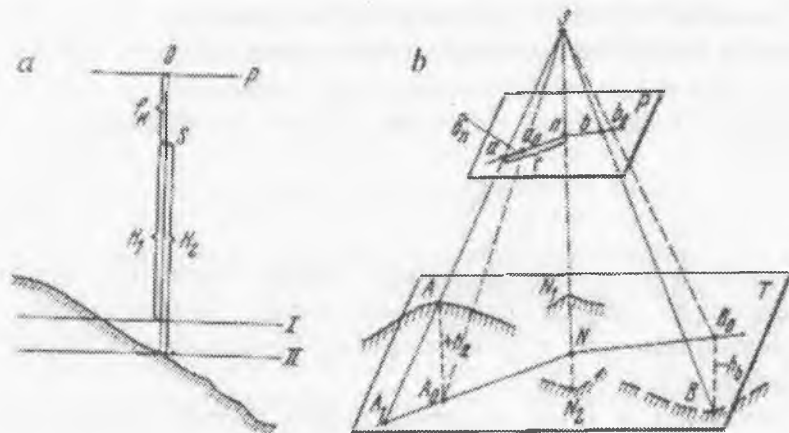
nadir nuqtasida joylashsa, $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varphi_0 \cos \alpha_0$ bo'ladi. U holda aerofotosuratdagi burchak joydagi burchakdan kichik.

Aerofotosuratdagi va joydagi burchaklar farqi $\Delta \varphi_a = \varphi_0 - \varphi$ ifoda yordamida topiladi. Hisoblashlarni osonlashtirish maqsadida $\Delta \varphi_a$ quyidagi keltirib chiqarilgan formula yordamida topiladi:

$$\Delta \varphi_a = -\frac{x \alpha_0}{2f} \sin 2\varphi. \quad (4.17)$$

Relef ta'sirida yuzaga keladigan xatolar. Joy relefi aerofotosurat masshtabiga ta'sir qiladi, aerofotosurat masshtabi esa suratga

olish balandligiga bog'liq. Joy relefidan kelib chiqqan holda suratga olish balandligi turli nuqtalarda turlicha bo'ladi (4.14-rasm, *a*).



4.14-rasm. Relief ta'sirida yuzaga keladigan xatolar:

***a*– suratga olish balandligining turli nuqtalarda turlicha bo'lishi; *b*– joy relefi ta'sirida suratda nuqtaning siljishi**

Rasmdan ko'rinib turibdiki, joy relefiga bog'liq holda suratga olish balandligi turli nuqtalarda turlicha bo'ladi, joy relefidagi barcha tepaliklar aerofotosuratda yirik masshtabda, pastliklar esa ularga nisbatan mayda masshtabda tasvirlanadi. Demak, joy relefi ta'sirida aerofotosuratda masshtab turlicha bo'ladi.

Joy relefi ta'sirida aerofotosuratda chiziqli xatolar ham kelib chiqadi, ya'ni nuqtalarning siljishi sodir bo'ladi. Agar nuqta joyda qandaydir tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lsa, u aerofotosuratda o'sha tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lmagan holda tasvirlanadi.

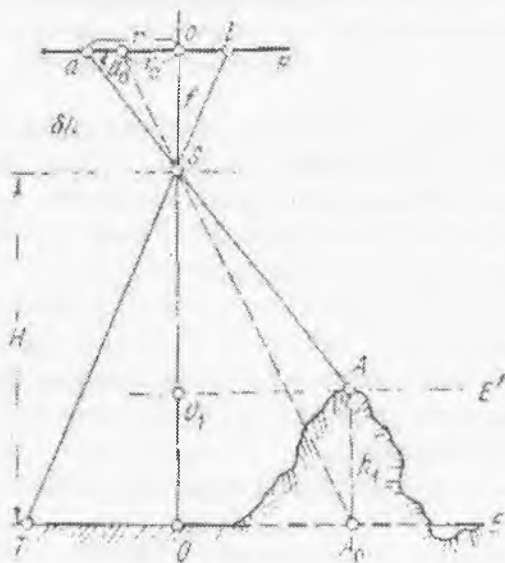
4.14-rasm, *b* da *T* gorizontal tekislikka nisbatan ($+h$ va $-h$) nisbiy balandlikka ega bo'lgan joydagi *A* va *V* hamda ularning aerofotosuratdagi proyeksiyalari *a* va *b* berilgan. Agar joydagi *A* va *V* nuqtalar *T* gorizontal tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lmay, tekislikda *A*₀ va *V*₀ holatni egallasa, u holda ular aerofotosuratda *a*₀ va *b*₀ nuqta ko'rinishida tasvirlanadi. Nisbiy balandlik ta'sirida nuqtalar aerofotosuratda *aa*₀ va *bb*₀ masofaga siljiydi.

Nisbiy balandlik ta'sirida aerofotosuratda nuqtalarning siljishi nadir nuqtasidan o'tuvchi yo'nalish bo'yicha sodir bo'ladi, chunki aa_0 va bb_0 kesmalar AA_0 va VV_0 kesmalarining perspektivalari hisoblanadi. Rasmdan foydalanib gorizontaal aerofotosuratda ixtiyoriy tanlangan nuqta uchun joy relefi ta'siridayuzaga keladigan chiziqli xato qiymatini ifodalaydigan formulani $SN=H$, $Sn=f$ holatda hosil qilamiz:

$$\frac{\delta_h}{A_0 A_1} = \frac{f}{H}; \delta_h = A_0 A_1 \frac{f}{H}; \frac{A_0 A_1}{h} = \frac{r}{f}; A_0 A_1 = \frac{rh}{f}; \delta_h = \frac{rh}{H}, \quad (4.18)$$

bu yerda h – nuqtaning joydagi istalgan tekislikka nisbatan balandligi; N – shu tekislikka nisbatan suratga olish balandligi; r – aerofotosuratda nadir nuqtasidan xatoligi topilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Joy relefi ta'sirida nuqtaning siljishi qiymati musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin (4.15-rasm).



4.15-rasm. Joy relefi ta'sirida aerofotosuratda nuqtaning siljishi

(4.18) formula tahlili asosida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Gorizontaal aerofotosuratda joy reliefi ta'sirida chiziqli xatolar joydagi nuqtaning nisbiy balandligiga hamda shu nuqtadan nadir nuqtasigacha bo'lgan masofaga to'g'ri proporsional, ya'ni aerofotosuratda δ_h qiymati nadir nuqtasidan uzoqlashgan sari ortib boradi.

2. δ_h ning qiymati musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Musbat ishorada nuqta aerofotosuratda nadir nuqtasidan uzoqlashgan, manfiy ishorada esa nadir nuqtasiga yaqinlashgan bo'ladi.

3. δ_h ning qiymati suratga olish balandligiga teskari proporsional bo'ladi. Agar uzun fokusli aerofotoapparatlar qo'llanilsa, berilgan masshtabdagi aerofotosyomkani katta balandlikdan turib amalga oshirish kerak bo'ladi, chunki $H = fm$. Shunga bog'liq holda uzun fokusli aerofotoapparatning qo'llanilishi joy reliefi hisobiga hosil bo'ladigan aerofotosuratdagi xatolarni kamaytiradi.

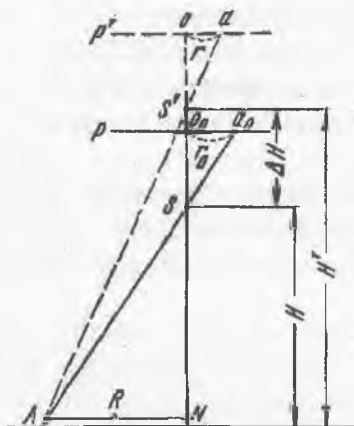
4. Nadir nuqtasida relief ta'sirida nuqtaning siljishi nolga teng, chunki nadir nuqtasi uchun $r = 0$.

5. Agar formulaga aerofotosuratdagi nuqta siljishining yo'l qo'yilgan qiymatini qo'ysak va r masofani hisoblasak, joy reliefi ta'sirida yuzaga keladigan xatolarning chekli qiymati joylashgan maydon radiusini topamiz. Masalan, agar $f = 100\text{mm}$, $N = 1200\text{m}$, $h_{\max} = 20\text{m}$, $\delta_{h(\text{chekli})} = 0,5\text{mm}$ bo'lsa, $r = 30\text{mm}$.

Suratga olish balandligi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar.

Suratga olish balandligi o'zgarganda aerofotosurat masshtabi va bunga bog'liq holda aerofotosuratdagi har qanday kesmaning uzunligi ham o'zgaradi. Suratga olish balandligi o'zgarishi natijasida tasvirdagi shakl o'xshashligi buzilmaydi, ya'ni shaklning bur-chaklari xatoga uchramaydi. Masshtab o'zgarishi natijasida aerofotosuratdagi barcha nuqtalar birgalikda boshqa balandlikda turib amalga oshirilgan aerofotosuratda egallagan holatga nisbatan siljiydi. Bu yerda faqat chiziqli xatolar kelib chiqadi.

4.16-rasmda joydagi A nuqtaning berilgan N balandlikdan olingan aerofotosuratdagi a_0 proyeksiyasi va shu nuqtaning boshqa N' balandlikdan olingan aerofotosuratdagi a proyeksiyasi tasvirlangan. Kesmalarning farqi $r_0 - r = \delta_{\Delta H}$ nuqtaning suratga olish balandligi o'zgarishi natijasida siljish qiymatini aniqlaydi.



4.16-rasm. Suratga olish balandligi o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan xatolar

4.16-rasmdan ko'rinib turibdiki,

$$r_0 = \frac{Rf}{H}; \quad r = \frac{Rf}{H'}; \quad \delta_h = \frac{Rf}{H} - \frac{Rf}{H'} = \frac{Rf(H' - H)}{H'H} \quad (4.19)$$

Suratga olish balandligi farqi $N-N'$ ni ΔH bilan belgilab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\delta_{\Delta H} = -\frac{r\Delta H}{H}, \quad (4.20)$$

bu yerda r – aerofotosurat bosh nuqtasidan siljish miqdori aniqlanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Formuladan kelib chiqadiki, r qiymati katta (ya'ni aerofotosurat chetidagi) bo'lgan nuqtalar ko'proq siljishga uchraydi va ularda xatolar katta bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan xatolarni tahlil qilib shunday xulosaga kelish mumkinki, nuqta aerofotosuratning markazidan uzoqlashgan sari uning xatoligi ortib boradi, aerofotosurat bosh nuqtasi atrofida yo'l qo'yilgan xatolar chegarasi aerofotosuratning ishchi maydonini belgilab beradi.

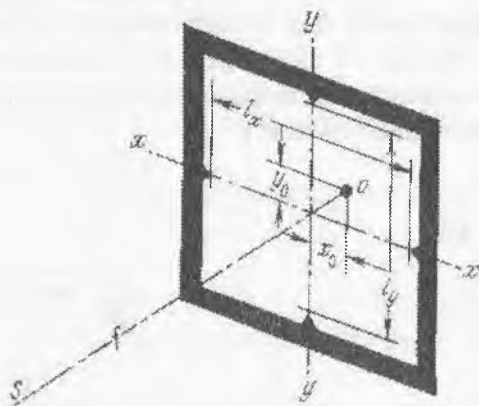
4.2. Aerofotosuratni orientirlash elementlari

Aerofotosurat orqali karta tuzish uchun suratga olish vaqtida aerofotosuratning fazoda qanday holatda bo'lganligini bilish zarur. Suratga olish vaqtida aerofotosuratning fazodagi holatini aniqlaydigan kattaliklarga aerofotosuratni orientirlash elementlari deyiladi. Aerofotosuratni orientirlash elementlarining 3 turi ajratiladi: aerofotosuratni ichki orientirlash elementlari, aerofotosuratni tashqi orientirlash elementlari va aerofotosuratlar juftini o'zaro orientirlash elementlari.

4.2.1. Ichki orientirlash elementlari

Fotosuratga nisbatan proyeksiyalash markazining joylashgan o'rni aniqlovchi kattaliklarga aerofotosuratning ichki orientirlash elementlari deyiladi.

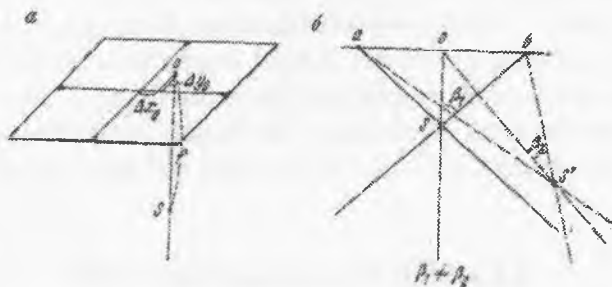
Ularga aerofotosuratning bosh nuqtasi koordinatalari x_0 , u_0 va aerofotoapparat obyektivining fokus masofasi f kiradi (4.17-rasm). Suratning bosh nuqtasi koordinatalari nuqtaning yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida joylashgan o'rni aniqlaydi. Bu yerda koordinatalar boshi sifatida koordinatalar belgilarini tutash-tiruvchi to'g'ri chiziqning kesishishidan hosil bo'lgan nuqta olinadi.



4.17-rasm. Aerofotosuratning ichki orientirlash elementlari

Agar bosh nuqta to'g'ri chiziqning kesishgan nuqtasiga mos kelsa, u holda uning koordinatalari Δx_0 , Δu_0 nolga teng bo'ladi

(4.18-rasm, *a*). Aks holda aerofotoapparat pasportida Δx_0 , Δu_0 koordinatalari va f fokus masofasi yozib qo'yiladi.

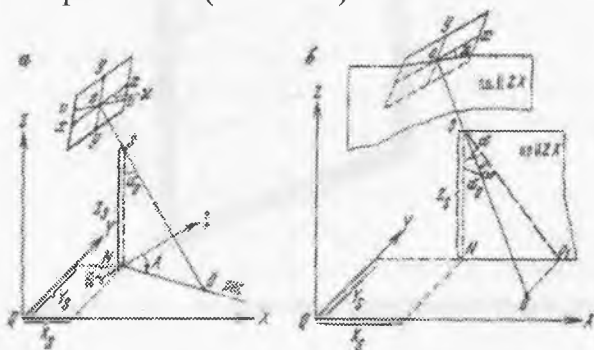


4.18-rasm. *a*—bosh nuqtaning o'rnini aniqlash; *b*—suratga olish vaqtida mavjud bo'lgan loyihalash nurlarini qayta tiklash

Ichki orientirlash elementlari suratga olish vaqtida mavjud bo'lgan loyihalash nurlarining bog'liqliklarini qayta tiklash imkonini beradi (4.18-rasm, *b*).

4.2.2. Tashqi orientirlash elementlari

Joydagi koordinatalar sistemasiga nisbatan suratning va proyeksiyalash markazining joylashishini aniqlovchi kattaliklarga aerofotosuratning tashqi orientirlash elementlari deyiladi. Aerofotosuratning tashqi orientirlash elementlariga 6 ta kattalik kiradi, ularning 3 tasi chiziqli, 3 tasi burchakli kattalikdir. Fotogrammetriyada yakka aerofotosurat tashqi orientirlash elementlarining 2 ta sistemasini qo'llaniladi (4.19-rasm).



4.19-rasm. Tashqi orientirlash elementlari:
a—kombinatsiyalashgan syomkada; *b*—stereotopografik syomkada

Ulardan biri kombinatsiyalashgan syomkada, ikkinchisi esa stereotopografik syomkada qo'llaniladi. Birinchi sistema tashqi orientirlash elementlariga X_S , Y_S , Z_S , α_0 , A , η kattaliklar kiradi (4.19-rasm, a):

$QXYZ$ – joydagi to'g'ri burchakli fazoviy koordinata sistemasi (QX va QY o'qlari gorizontal tekislikda, QZ o'qi shovun tekisligida joylashgan);

X_S , Y_S , Z_S – S nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalari ($Z_S = H$ – suratga olish balandligi);

α_0 – aerofotosuratning gorizontal tekislikka nisbatan og'ish burchagi yoki aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi;

A – aerofotosyomka yo'nalishi azimuti;

η – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi (bosh nuqta atrofida) – bu fotosuratdagi abssissa o'qi va bosh vertikal orasidagi burchak.

Ikkinchi sistema aerofotosuratni tashqi orientirlash elementlariga X_S , Y_S , Z_S , α , ω , η kattaliklar kiradi (4.19-rasm, b):

X_S , Y_S , Z_S – proyeksiyalash markazining uchta to'g'ri burchakli koordinatalari;

α – aerofotosuratning bo'ylama og'ish burchagi, ya'ni abssissa o'qi yo'nalishidagi og'ish burchagi. Bu burchak QXZ koordinata tekisligiga parallel, shovun tekisligiga to'g'ri bo'lgan tekislikka optik o'qning proyeksiyasi natijasida hosil bo'ladi. α burchagi shovun chizig'idan abssissa o'qining musbat yo'nalishi tomoniga tushsa musbat bo'ladi;

ω – aerofotosuratning ko'ndalang og'ish burchagi, ya'ni ordinata o'qi yo'nalishidagi og'ish burchagi. Bu burchak QXZ tekisligiga parallel bo'lgan tekislikda optik o'q va uning proyeksiyasi orasida hosil bo'ladi. ω burchagi optik o'q proyeksiyasidan ordinata o'qining manfiy yo'nalishi tomoniga tushsa musbat hisoblanadi;

η – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi – bu fotosuratdagi abssissa o'qi va QXZ koordinata tekisligiga parallel tekislik bilan suratning kesishishidan hosil bo'lgan chiziq orasidagi burchak.

4.2.3. Aerofotosuratlarni o'zaro orientirlash elementlari

Aerosuratlar bo'yicha topografik kartalarni tuzishda suratga olish vaqtida aerosuratlar bir-biriga hamda joyga nisbatan qanday holatda joylashganini bilish kerak. Suratga olish vaqtida juft fotosuratlarning o'zaro holatini aniqlash qiymatlari fotosuratlarning o'zaro orientirlash elementlari deb ataladi. Ular 5 ta elementdan iborat.

Fotogrammetriyada aerofotosuratlar juftini o'zaro orientirlash elementlarining ikki turi qo'llaniladi:

1. To'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidagi o'zaro orientirlash elementlari.

2. Bazis sistemadagi o'zaro orientirlash elementlari.

Birinchi turdagi elementlar suratga olish bazisi holatini va aerosuratlardan birining ikkinchisiga nisbatan holatini aniqlashga imkon beradi.

Ikkinchi turdagi elementlar orqali aerosuratlardan har birini suratga olib, bazisga nisbatan holatini aniqlash mumkin.

Bazis holati va masalan, chapdagi suratga nisbatan o'ngdagi surat holatini aniqlash uchun chapdagi surat bilan bog'liq fazoviy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qo'llaniladi. Ushbu sistemada koordinatalar boshiga chap suratning proyeksiyalash markazi qabul qilinadi, shunda z o'qi uchun chap suratni hosil qilish vaqtida AFA ning bosh optik o'qi, x va u o'qlari uchun esa chap suratning x va u o'qlariga (4.20-rasm) parallel chiziqlar (chap suratning tekisligiga parallel T tekislikda yotgan x va u o'qlar) qabul qilinadi.

$S_2S_{20} = B_z$ kesma T tekislikka perpendikulyar bo'lib, u orqali bazis o'ng uchining chap uchiga nisbatan balandligi aniqlanadi va T tekislikka nisbatan bazis qiyaligi ifodalanadi, chunki

$$\sin \nu = \frac{B_z}{B}, \quad (4.21)$$

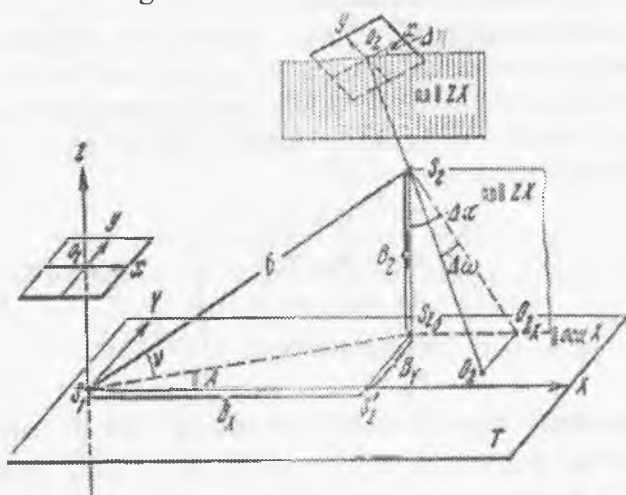
bu yerda ν – bazisning qiyalik burchagi.

$S_{20}S_2^1 = B_y$ kesmasi X o'qiga perpendikulyar bo'lib, u orqali bazisning yo'nalishi aniqlanadi. Bazisning X o'qidan chetlanish A burchagi V_u ga bog'liq bo'ladi. V_z va V_u kesmalar Z va U o'qlariga bazisning ortogonal proyeksiyasi hisoblanadi.

X o'qiga bazisning ortogonal proyeksiyasi bo'lmish V_x kesmasi bazis holati aniqlanmasdan uning uzunligi tavsiflanadi, shuning uchun u o'zaro orientirlash elementlariga kirmaydi. V_x , V_u va V_z orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}. \quad (4.22)$$

Suratlar bilan ishlashda bazis qaysi masshtabda o'rnatilgan bo'lsa, V_x , V_u va V_z qiymatlari o'sha masshtabda o'rnatiladi. Masshtabda ifodalangan bazis b harfibilan, uning proyeksiyalari esa b_x , b_u , b_z bilan belgilanadi.



4.20-rasm. Aerosuratlar juftini o'zaro orientirlash elementlari

4.20-rasmdagi S_2O_2 to'g'ri kesma o'ng aerofotosurat uchun AFA ning bosh optik o'qi, S_2O_2 esa S_2 nuqtadan o'tuvchi va Z hamda X o'qlarga parallel S_2O_2 bosh optik o'qining tekislikka ortogonal proyeksiyasi hisoblanadi.

$\Delta\alpha$ va $\Delta\omega$ burchaklari chapdagi aerofotosuratning bosh optik o'qi holatidan o'ng aerosurat bosh optik o'qining chetlanishini yoki o'ng aerosuratning chapiga nisbatan og'ishini aniqlashga imkon beradi.

$\Delta\alpha$ —aerosuratlar juftining o‘zaro bo‘ylama qiyalik burchagi deb aytiladi. U o‘ng aerosuratning abssissa o‘qiga nisbatan chapining og‘ishini ko‘rsatadi.

Δw —aerosuratlar juftining o‘zaro ko‘ndalang qiyalik burchagi deb ataladi. U ordinata o‘qi yo‘nalishida o‘ng aerosuratning chapiga nisbatan og‘ishini ko‘rsatadi.

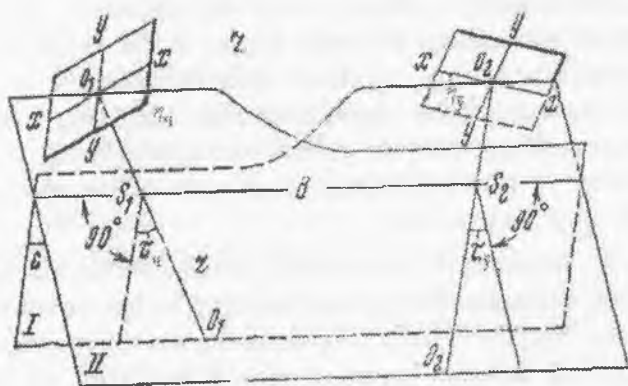
$\Delta\eta$ —o‘ng aerofotosuratning abssissa o‘qi uning bosh nuqtasidan o‘tuvchi va Z hamda X o‘qlariga parallel Q tekislik bilan suratni kesadigan chiziqli orasida tashkil topgan burchak ikki aerosuratning o‘zaro burilish burchagi hisoblanadi.

Ikki aerofotosuratning o‘zaro orientirlash elementlari va ularning tashqi orientirlash elementlari orasida ma’lum bog‘lanish mavjud. Planli aerofotosyomka uchun (aerofotosuratlarining qiyalik burchaklari kichik bo‘lganda) ushbu bog‘lanishni taxminiy formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= \alpha_o' - \alpha, \\ \Delta w &= w_o' - w_{ch}, \\ \Delta\eta &= \eta_o' - \eta_2, \\ V_z &= Z_{So'} - Z_{Sch}, \\ V_u &= U_{So'} - U_{Sch}, \end{aligned} \right\} \quad (4.23)$$

Marshrutdagi birinchi aerofotosuratning tashqi orientirlash elementlari va barcha qo‘shni suratlarining o‘zaro orientirlash elementlarini bilib, (4.23) formulalar bo‘yicha marshrutdagi barcha aerofotosuratlarining tashqi orientirlash elementlarini hisoblash mumkin.

Bazis sistemadagi aerofotosuratlarining o‘zaro orientirlash elementlariga beshta burchak kiradi: τ_{ch} , τ_o , ε , η_u va η_y (4.21-rasm). Rasmda I va II bilan bosh bazis tekisliklari ko‘rsatilgan. Bosh bazis tekisligi deb suratga olish bazisi va ushbu aerofotosurat uchun AFA ning bosh optik o‘qi yotgan bazis tekisligiga aytiladi.



4.21-rasm. Bosh bazis tekisliklari

τ_{ch} — chap aerofotosurat bosh optik o'qining bazisga perpendikulyarlikdan og'ish burchagi bo'lib, u chapdagi aerofotosuratning bosh bazis tekisligida yotadi.

τ_o — o'ng aerofotosurat bosh optik o'qining bazisga perpendikulyarlikdan og'ish burchagi bo'lib, u o'ngdagi aerofotosuratning bosh bazis tekisligida yotadi. Optik o'q perpendikulyarlikdan o'ngga og'sa τ burchak musbat, chapga og'sa manfiy hisoblanadi.

ϵ — qo'shni aerofotosuratlarining ikki bosh bazis tekisliklari orasidagi burchak hisoblanadi. Agar o'ng aerofotosuratning bosh bazis tekisligi ordinata o'qining manfiy tomoniga chetlansa, u musbat hisoblanadi. Har bir aerofotosuratning o'z tekisligidagi burilish burchaklari bo'ladi.

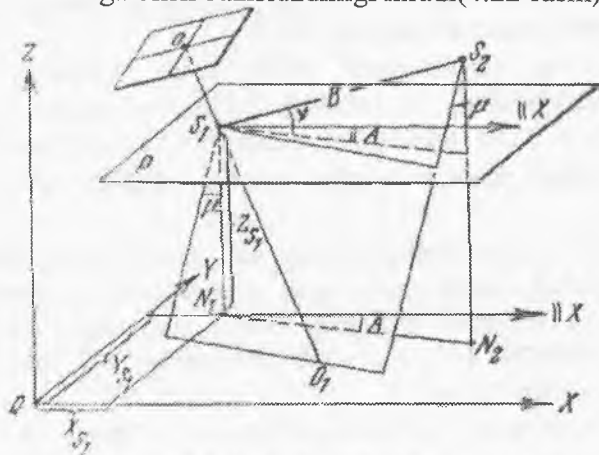
Bazis sistemada aerofotosuratlarining o'zaro orientirlash elementlari va to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi orasida bog'lanish mavjud bo'lib, uni planli aerofotosyomkada taxminiyl formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= \tau_o - \tau_{ch} \\ \Delta w &= \epsilon \\ \Delta\eta &= \eta_y - \eta_u \end{aligned} \right\} \quad (4.24)$$

Joyda tanlangan koordinatalar sistemasiga nisbatan aerofotosuratlar juftining holati tashqi orientirlash elementlari orqali

aniqlanadi. Aerofotosuratlar juftining tashqi orientirlash elementlari o'zaro orientirlash elementlari kabi ikki turdan iborat. Agar o'zaro orientirlash elementlari to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida qo'llanadigan bo'lsa, unda aerofotosuratlar juftining tashqi orientirlash elementlariga birinchi aerofotosuratning tashqi orientirlash elementlari va suratga olish bazis qiymati kiradi, ya'ni X_{S1} , U_{S1} , Z_{S1} , α_1 , W , η , B_x (4.22- rasm).

Agar o'zaro orientirlash elementlari bazis sistemasida qo'llanadigan bo'lsa, unda aerofotosuratlar juftining tashqi orientirlash elementlariga X_{S1} , U_{S1} , Z_{S1} – bazis chap uchining koordinatalari, V – gorizont tekislikka nisbatan bazisning qiyalik burchagi, A – bazis azimuti yoki X o'qidan bazisning chetlanish burchagi, μ – birinchi aerosuratning bosh bazis tekisligi va tik bazis tekisligi orasidagi burchak, V – suratga olish bazisiuzunligi kiradi(4.22-rasm).



4.22-rasm. Tashqi orientirlash elementlari

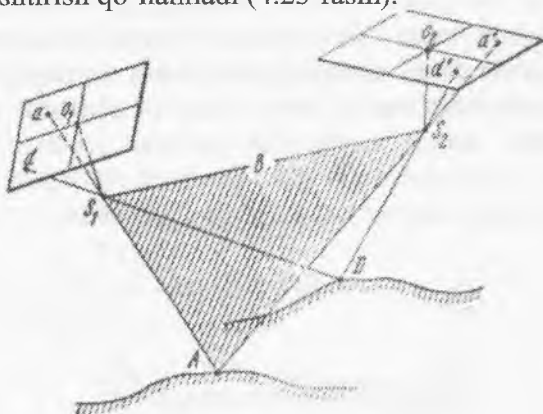
4.3. Aerosuratlar jufti (stereojuft) to'g'risida umumiy ma'lumotlar

4.3.1. Stereojuftlarning geometrik mohiyati

Yakka aerosuratni qo'llab unda tasvirlangan nuqtaning faqat planli o'rnini aniqlash mumkin. Joydagi nuqtalar balandligini aniqlash uchun berilgan uchastkaning ikkita nuqtasidan yoki suratga

olish bazisining ikki uchlaridan olingan ikkita aerosurati bo'lishi kerak. Bunday ikki aerosurat aerosuratlarining stereoskopik jufti yoki qisqacha stereojuft deb ataladi.

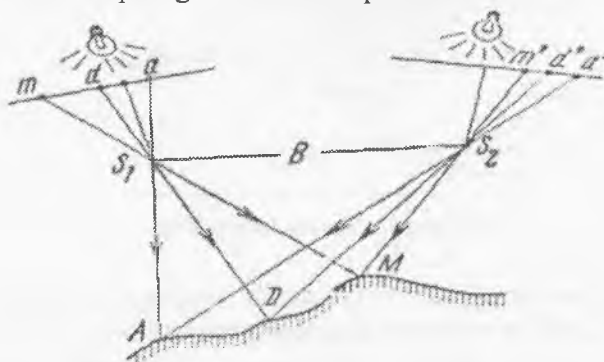
Aerosuratlarining stereojufti bo'yicha fotogrammetrik masalani yechish asosida fazoviy kesishtirish prinsipi qabul qilingan. Joydagi har qanday nuqtaning X , U , Z koordinatalarini aerosuratlar jufti bo'yicha aniqlash uchun suratga olish paytida paydo bo'ladigan fazoviy kesishtirish qo'llaniladi (4.23-rasm).



4.23-rasm. Fazoviy kesishtirish

Joydagi har bir nuqta ikki qo'shni aerosuratga proyeksiyalanadi va shuning uchun u ikki proyeksiyalanuvchi nurlarning kesishishida joylashgan bo'lib, suratga olish bazisi bilan birga kesishtirish uchburchagini tashkil qiladi. Ikki nur bir bazis tekisligida yotgan bo'ladi. Bazis tekisligi deb suratga olish bazisi yotgan tekislikka aytiladi. Aerosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini aniqlash uchun fotogrammetrik masalani turli usul va turli asboblarda yechish mumkin. Masalan, aerosuratlar bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini analitik usulda aniqlash mumkin, ya'ni aerosuratlarining stereojuftida o'lchangan nuqtalar koordinatalari hisoblanadi. Ushbu usul murakkab formulalar bo'yicha katta hajmda hisoblash ishlarini talab qiladi, shuning uchun uni EHM lardan foydalanish sharti bilan qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Joydagi nuqtalar koordinatalarini aerofotosuratlar bo'yicha aniqlashning boshqa usulining mohiyati shundaki, aerofotosuratlar bo'yicha syomka jarayonidagiga o'xshash fazoviy kesishtirishlar bajariladi va keyin kesishtirishlar bilan barpo etilgan joyning geometrik modeli o'lchanadi. Bunday usul o'xshashlik (analog) deb nomlanadi. Suratlar bo'yicha fazoviy kesishtirishlarni bajarish imkonini beruvchi asbob analog asboblari deb ataladi. Agar aerofotosuratlar bo'yicha syomka paytidagiga o'xshash kesish-tirishlar yaratilsa, unda bir nomdagi proyeksiyalovchi nurlar kesishishida joyni suratga olishdagiga o'xshash sirt paydo bo'ladi va ungajoyning geometrik modeli deb aytiladi (4.24-rasm). Geometrik modelni o'lchab, uning har qanday nuqtasi uchun X , U va Z koordinatalar qiymatlarini joyda geodezik o'lchashlar orqali koordinatalarni aniqlashga o'xshab aniqlash mumkin.



4.24-rasm. Joyning geometrik modeli

Fazoviy kesishtirish prinsipida aerofotosuratlar jufti bo'yicha nuqtalar koordinatalarini aniqlash universal va differensial usullarda bajarilishi mumkin. Universal usulda nuqtaning har uchala koordinatalari birdaniga aniqlanadi. Shunda aerosuratlar jufti orqali plani tuzish ishlari bitta bajaruvchi tomonidan bitta universal asbobda bajarilishi mumkin. Barcha analog asboblari universal asboblari hisoblanadi.

Differensial usulda aerosuratlar ishlab chiqilib, nuqtalar plani koordinatalari va balandliklari alohida-alohida aniqlanadi va suratlar bo'yicha kartalar tuzishga doir barcha ishlar alohida jarayonlarga bo'linib, har xil bajaruvchilar va turli asboblarda bajariladi. Diffe-

rensial usul asboblari, masalan, fototransformatorlar, aerosuratlarda relefni chizish uchun qo'llaniladigan topografik stereometr, oddiy stereoskoplar va boshqalarni kiritish mumkin.

Differensial usulga ko'ra universal usul ma'lum afzallikka ega. Aerosuratlar jufti bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini aniqlash masalasi universal usulda qat'iy hal qilinadi, vaholanki differensial usulda ishlarning soddalashtirilgan usullari qo'llanilib, taxminiy formulalar ishlatiladi. Shu sababli aerofotosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini topish aniqligi universal usulda differensial usulga nisbatan yuqori. Joydagi katta nisbiy balandliklar va aerosuratlardagi katta qiyalik burchaklarining mavjudligi universal usulda aerosuratlarni ishlab chiqishda qiyinchilik tug'dirmaydi va differensial usuldagigao'xshash darajada ishlar aniqligini pasaytirmaydi. Bundan tashqari, universal usul hozirgi zamon fan va texnika yutuqlarini qo'llash asosida ishlarni avtomatlashtirish uchun katta imkoniyat tug'diradi. Shuning uchun ushbu usul ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda.

4.3.2. Stereoskopiya asoslari

Fotogrammetrik o'lchashlarda ko'rish (ko'z bilan) katta rol o'ynaydi. Bir ko'z bilan qarash monokulyar ko'rish deb ataladi. Monokulyar ko'rish ma'lum yechim qobiliyati yoki o'tkirlikka ega. Monokulyar ko'rinishning o'tkirligi — bu ko'zning kuzatish obyektni batafsil, mayda elementlarga ajrata olish qobiliyatini ifodalaydi. Ko'zning o'tkirligi insonlarda har xil bo'lib, har bir odamda yorug'lik, kontrast sharoitlar va predmetlar ranglari, ko'zning charchashiga qarab o'zgaradi. O'rtacha monokulyar ko'rish o'tkirligi 60" ni tashkil qiladi.

Ikki ko'z bilan qarash binokulyar ko'rish deyiladi. Binokulyar ko'rishga monokulyar ko'rishning barcha xossalari tegishli bo'lib, ulardan tashqari konvergensiya xossasiga ham ega. Konvergensiya xossaning mohiyati shundan iboratki, ikki ko'z bilan predmetni ko'rishda ko'z o'qlari ushbu predmetning bir nuqtasida uchrashadi (4.25-rasm). Ikki ko'zning ko'rish o'qlari orqali topilgan burchakka konvergensiya burchagi deyiladi.

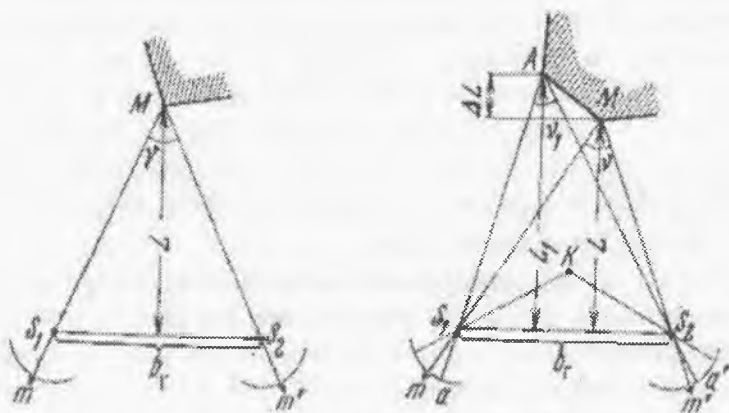
4.25-rasmda S_1 va S_2 – ikki ko‘z gavharining markazi, γ – konvergensiya burchagi, b_g – ko‘z bazisi, ya‘ni gavharlar(xrustalik) markazi orasidagi masofa, L – ko‘z bazisidan kuzatish nuqtasigacha bo‘lgan masofa, m va m' – ikki ko‘zning to‘rchasida M nuqtaning tasviri. Ko‘zning bazis qiymati har xil odamlarda har xil bo‘lib, o‘rtacha 65mm ga teng.

Konvergensiya burchagi qiymati uncha katta bo‘lmaganda ushbu burchak bilan ko‘z bazisidan kuzatish nuqtasigacha bo‘lgan masofa orasidagi bog‘lanishni taxminiy formula orqali ifodalash mumkin:

$$\gamma = \frac{b_k}{L} \rho \text{ yoki } L = \frac{b_k}{\gamma} \rho, \quad (4.25)$$

bu yerda ρ – radian qiymati, gradus o‘lchamida.

Binokulyar ko‘rish stereoskopik xossaga ega, ya‘ni ikki ko‘z bilan qarash orqali predmetning relefligini va uning fazoda chuqurligi bo‘yicha joylashganligini tasavvur qilish mumkin. Stereoskopik ko‘rish qobiliyatini shunday tushunish mumkinki, ikki ko‘z bilan relefli predmetni qarashda ko‘zning to‘rchasida fiziologik parallakslar hosil bo‘ladi va uni kuzatuvchi sezadi.



4.25-rasm. Konvergensiya burchagi

Predmetning relefligini ko'rish qobiliyatiga stereoskopik ko'rish o'tkirligi deb aytiladi. Unda parallaktik burchaklar $\Delta v_{\min}$ ning minimal hajmliligi seziladi, ya'ni ko'zning to'rchasida sezilarli fiziologik parallaks hosil bo'ladi. Stereoko'rishning o'tkirligi kuzatiladigan predmetlarning shakliga bog'liq.

Ma'lumki, kuzatiladigan nuqtalargacha masofani oshirish bilan parallaktik burchaklarning qiymati kamayadi, unda masofa etarlicha katta bo'lganda parallaktik burchaklar shunchalik kichik bo'ladiki, ular orasidagi farq $\Delta v_{\min}$ dan katta bo'lmaydi va fiziologik parallaks sezilmaydi. Shuning uchun ikki ko'z bilan uzoqdagi predmetlarni ko'rishda ularning stereoskopik sezilishi noaniq. Eng katta oraliqni uning hududida stereoskopik tarzda ko'rish mumkinligi stereoko'rish radiusi deb aytiladi. Oddiy ikki ko'z bilan 0,5 km gachamasofada stereoskopik tarzda ko'rish mumkin. Shuni aytish lozimki, agar ko'z bazisikattalashtirilsa yoki stereoko'rish o'tkirligi oshirilsa, stereoko'rish radiusini oshirish mumkin. Ko'z bazisini kattalashtirish uchun oynalar yoki prizmalar sistemasini, stereoko'rish o'tkirligini oshirish uchun esa predmet tasvirini kattalashtiradigan linzalar sistemasini qo'llash mumkin. Bunday optik sistemalar dala binokllarida, stereotrubalarda va boshqalarda qo'llaniladi.

Ikki fotosuratni ikki ko'z bilan kuzatishda suratlardagi mavjud bo'ylama parallakslarning farqi ko'z to'rchasida fiziologik parallaksqa aylanadi va biz predmet relefligini tasavvur qilamiz.

Ikkita fotosuratni ko'rishda predmet relefligini ko'z bilan tasavvur qilishga stereoskopik yoki stereoeffekt deb aytiladi. Ikki fotosuratni kuzatishda hosil bo'ladigan predmetning relefli tasviriga stereoskopik model yoki stereomodel deyiladi.

Fotosuratlar bo'yicha stereoeffektni hosil qilish uchun quyidagi shartlarni bajarish kerak:

- 1) ikkita har xil nuqtalardan yoki bazisning ikki uchlaridan olingan predmetning ikkita fotosurati, ya'ni stereojuftning mavjudligi;

- 2) ikki ko'z bilan, faqat alohida fotosuratlarni shunday kuzatish kerakki, har bir ko'z ikki suratdan birini ko'rsin;

3) fotosuratlar turli masshtabligini 11% dan ko'p yo'l qo'y-maslik (masshtablilik katta bo'lganda stereoeffekt qiyinchilik bilan hosil qilinadi, masshtablilik 15% dan ko'p bo'lganda esa stereoeffekt hosil bo'lmaydi);

4) fotosuratlar rangi minimal turda bo'lishi kerak, chunki u stereoeffektni hosil qilishni mushkullashtiradi;

5) suratlarni bir xil yorug'lik bilan ta'minlash, ya'ni syomka paytida oftob qaysi tomonda bo'lsa, yorug'lik manbasini o'sha tomondan joylashtirish kerak, chunki bu stereoeffekt hosil qilishni osonlashtiradi.

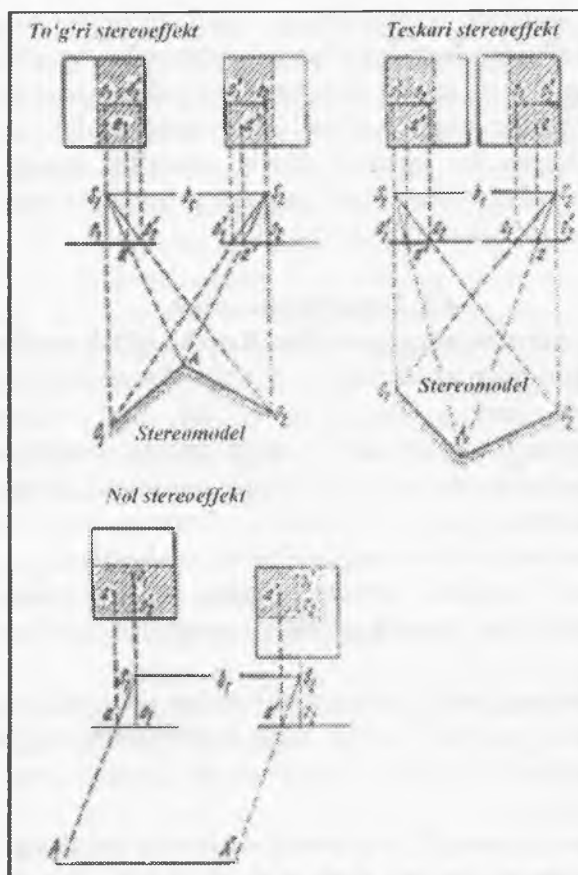
Suratlar bo'yicha turli ko'rinishdagi stereoeffektlarni kuzatish mumkin: to'g'ri, teskari va nol.

To'g'ri stereoeffektni hosil qilish uchun suratlarni shunday joylashtirish kerakki, ularni qoplashzonalari suratlarining ichki chetlarida bo'lsin va boshlang'ich yo'nalishi ko'z bazisiga taxminan parallel to'g'ri chiziqda yotsin (4.26-rasm, *a*). To'g'ri stereoeffektda stereomodelning relefi joydagi relefga to'g'ri keladi.

Teskari stereoeffektni hosil qilish uchun suratlar shunday joylashtirilishi kerakki, qoplashlar suratlarining tashqi chetlarida bo'lsin, boshlang'ich yo'nalishi esa ko'z bazisiga parallel to'g'ri chiziqda yotsin (4.26-rasm, *b*). Teskari stereoeffektda stereomodelning relefi joydagi relefga teskari tarzda qabul qilinadi, ya'ni tepalik chuqurlik, chuqurlik esa tepalik bo'libko'rinadi.

Nol stereoeffektni hosil qilish uchun suratlar shunday joylashtirilishi kerakki, boshlang'ich yo'nalishlar ko'z bazisiga perpendikulyar, ikki suratdagi bir xil nomli nuqtalarni bir-lashtiruvchi chiziqlar esa unga taxminan parallel bo'lsin (4.26-rasm, *v*). Nol stereoeffektda ikki suratning tasviri bir deb tasavvur qilinadi, lekin stereomodel tekis bo'ladi (26-rasm, *b*).

Fotosuratlar bo'yicha stereoeffektni hosil qilishning asosiy sharti ularni alohida kuzatish hisoblanadi, shunda har bir ko'z ikki suratdan birini ko'radi. Suratlarni stereoskopik kuzatishlarni osonlashtirish uchun optik binokulyar kuzatish sistemalari yoki anaglifik, polyaroid hamda rasmlı usullar qo'llaniladi.



4.26-rasm. Aerofotosuratlar bo'yicha hosil qilingan stereoeffekt

Stereofotogrammetrik asboblarda ko'pincha optik binokulyar sistemalar yordamida fotosuratlar kuzatiladi. Bunday sistemalarda qo'llaniladigan oynalar, linzalar va prizmalar shunday o'rnatilganki, kuzatuvchining har bir ko'zi ikki suratdan bitta surat tasvirini ko'rishi mumkin.

Turli fotogrammetrik asboblarda tuzilishi bo'yicha turli stereoskopik kuzatish sistemalari qo'llaniladi. Fotogrammetriya va geodeziyada eng ko'p tarqalgan usuloptik usul bo'lib, u stereoskop asbobda tatbiq qilingan. Stereoskopning optik sistemasi fotosuratdagi tasvirni kuzatuvchining ko'ziga muvofiq yo'naltiradi.

Bundan tashqari, stereoeffektni hosil qilishda anaglifik va polyaroid usullaridan ham foydalanib kelinmoqda. Anaglifik usulda stereojuftning tasviri teskari ranglarda bo'yaladi va oynalari turli rangli ko'zoynaklar orqali ko'riladi. Polyaroid usulida silliq alyuminiydan qilingan bir ekranga tasvir yorug'lik teskari polyarizatsiyalangan polyaroidlar orqali proyeksiyalanadi va tasvir teskari polyaroidli ko'zoynak orqali kuzatiladi.

4.4. Deshifrovka qilish

4.4.1. Aerofotosuratlarni deshifrovka qilish usullari

Vaqt o'tishi bilan joyda turli xil o'zgarishlar sodir bo'ladi: yangi aholi punktlari, yangi yo'llar paydo bo'ladi, relef va gidrografiya o'zgaradi. Joydagi o'zgarishlar hisobiga kartalar eskirib boradi va ushbu kartalardan foydalanish qiyinchilik tug'diradi, ayrim hollarda esa foydalanishning imkoni bo'lmaydi. Shuning uchun topografik kartalarni sistematik tarzda yangilab borish talab etiladi.

Kartalarni yangilash joyini bevosita ko'rib chiqish, ya'ni aerofotosyomka yoki kosmik syomka materiallari hisobiga amalga oshiriladi.

Kartalarni yangilashda tayyorgarlik ishlari quyidagicha bo'ladi:

- kartalarni yangilash uchun zarur materiallarni yig'ish va bir sistemaga keltirish, ulardan foydalanish darajasi va tartibini aniqlash;

- joydagi o'zgarishlar va ularning xarakterini aniqlash;
- kartani yangilashning texnik loyihagini ishlab chiqish.

Yig'ilgan materiallar ichida eng asosiysi aerofotosyomka materiallari, qolganlari esa yordamchi materiallar hisoblanadi. Transformatsiya qilingan aerofotosuratlarida stereofotogrammetrik usul yordamida joydagi o'zgarishlar aniqlanadi va kartaga ko'chiriladi yoki aerofotosuratlardan tuzilgan fotoplanlarda barcha obyektlar deshifrovka qilinadi.

Suratlarni deshifrovka qilish joyning fotosuratidagi obyektlarni topish, ularning tavsiflarini aniqlash va mohiyatini ochib berishdan iborat. Suratlarni deshifrovka qilish kartalar tuzish va yangilashdagi eng muhim va eng murakkab jarayonlardan biridir. Deshifrovka qilishaniqligi tuzilgan kartaning sifatiga qarab baholanadi. Suratlarni

deshifrovka qilish bir necha bosqichdan iborat: dala ishlariga tayyorgarlik, dala ishlari, deshifrovka qilish, suratlardagi obyektlarni chizish, xatolarni to'g'rilash va tayyor mahsulotni topshirish.

Suratlarni deshifrovka qilish joyda obyektlarning fazoviy tarqalish qonuniyatlari bilan birga fotosuratlarining optik va geometrik xususiyatlarini qanchalik chuqur bilishga bog'liq. Bunda deshifrovka qilishning asosini tashkil qilgan 2 ta omilni hisobga olish kerak: 1) fizik-matematik – tasvirning optik va geometrik xususiyatlari; 2) geografik – obyektlarning fazoviy joylashishi. Deshifrovka qilish uchun geodeziya, geografiya, aerofotografiya, kartografiya, geomorfologiya fanlari bo'yicha etarlicha jiddiy bilim va tayyorgarlik talab qilinadi. Bundan tashqari, maxsus fanlar (qishloq xo'jaligi, o'rmon xo'jaligi, geologiya) ni ham bilish kerak.

Qo'yilgan maqsad va vazifaga qarab deshifrovka qilish 2 turga bo'linadi:

1. Umumgeografik.
2. Tarmoqli (mavzuli, maxsus).

Umumgeografik deshifrovka qilish yer yuzasi to'g'risida umumlashtirilgan axborot olish, ya'ni yer yuzasini regional va tipologik rayonlashtirish, aloqa yo'llari, aholi punktlari, o'simliklar va ular orasidagi bog'liqliklarni aniqlash hamda topografik kartalarni tuzish va yangilash uchun amalga oshiriladi. U, o'z navbatida, 2 xil deshifrovka-topografik va landshaftli deshifrovka qilishga bo'linadi.

Suratlarni topografik deshifrovka qilish topografik kartada tasvirlanishi lozim bo'lgan obyektlarni anglash, ular orasidagi bog'liqlik va tavsiflarni aniqlash maqsadida olib boriladi. Topografik deshifrovka qilish kartalarni yaratish va yangilashda asosiy jarayonlardan biridir.

Landshaftli deshifrovka qilish maxsus texnik vazifalarni yechish va yer yuzasini o'rganish uchun joyni regional va tipologik rayonlashtirish maqsadida amalga oshiriladi.

Tarmoqli deshifrovka qilishning ko'p turlarini ajratish mumkin. U asosan yer yuzasi va atmosferada joylashgan obyektlarning alohida xususiyatlari va qonuniyatlarni aniqlash va shu bilan bog'liq bo'lgan vazifalarni yechish maqsadida olib boriladi.

Deshifrovka qilish turlari bir-biridan keskin farq qilmaydi. Xususan, bu deshifrovka qilishning barcha turlarida qo'llaniladigan usullarning va ishni bajarish yo'llarining birxilligida ko'rinadi. Ishni tashkillashtirish va uni bajarish sharoitiga ko'ra quyidagi deshifrovka qilish usullari ajratiladi:

1. Deshifrovka qilishning dala usulisuratda anglash mumkin bo'lmagan va mufassal tekshirilishi lozim bo'lgan obyektlarnibevosita joyning o'zida o'rganishni nazarda tutadi. Bu usulning asosiy kamchiligi ishning mashaqqatliligi va ko'p xarajatlar talab qilishidir. Bundan tashqari, dalada deshifrovka qilishni tashkillashtirish ham birmuncha murakkabdir. Lekin bu usulda tuzilgan kartalarning aniqligi yuqori bo'ladi.

2. Deshifrovka qilishning aerovizual usuli mohiyati obyektlarning tasvirini samolyot yoki vertolyotdan turib aniqlashdan iborat. Bu usul ish unumdorligini oshirish bilan birga sarfxarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga suratlarni deshifrovka qilishning bu usuli obyektlarni qisqa vaqt ichida tez orientirlash, anglash va topish bo'yicha operatorlardan maxsus tayyorgarlikni talab qiladi.

3. Kameral usul obyektlarni anglash, topish va ularning tavsiflarini aniqlashni dalaga chiqmasdan fototasvir xususiyatlarini o'rganish hisobiga amalga oshirishni nazarda tutadi. Suratlarni kameral deshifrovka qilishda bir yechimga kelish uchun suratda aniq qiyofada tasvirlangan obyektlarning belgilari asos bo'lib xizmat qiladi.

4. Suratlarni deshifrovka qilishning kombinatsiyalashgan usulida obyektlarni anglash, topish va tavsiflarini aniqlash bilan bog'liq ishlarning asosiy qismi kameral sharoitda bajariladi. Dalada yoki uchish vaqtida (aerovizual) esa kameral sharoitda aniqlash imkoni bo'lmagan obyektlarni, ularning tavsiflarini anglash va aniqlash ishlari olib boriladi.

Aerofotosuratlarni deshifrovka qilish mexanizatsiyalashganlik darajasiga qarab vizual, avtomatikva kombinatsiyalashgan (inson va mashina) usullarda amalga oshiriladi.

Vizual usul hozirgi kunda suratlarni deshifrovka qilishning asosiy usuli hisoblanadi. Avtomatik usullar rivojlangani bilan dala

va aerovizual usullardagi ishlarni amalga oshirishda vizual usul ko'proq qo'llanilmoqda. Vizual deshifrovka qilishda insonning ko'zi va miyasi suratdagi axborotni qabul qilish va qayta ishlash vazifasini amalga oshiradi. Agar ko'z qurollanmagan bo'lsa, bevosita vizual deshifrovka qilish amalga oshiriladi. Lekin odatda inson ko'zining imkoniyatlarini kengaytiradigan texnik vositalardan foydalanadi. Bunday paytda instrumental vizual deshifrovka qilish amalga oshiriladi. Deshifrovka qilish masalalarini muvaffaqiyatli yechish uchun ko'pincha berilgan rayon bo'yicha deshifrovka qilish namunasi ko'rsatilgan suratlardan foydalaniladi. Bu suratlar etalon suratlar deyiladi. Ulardan foydalanishga asoslangan deshifrovka qilish usuli esa etalonlar bo'yicha vizual deshifrovka qilishdeb yuritiladi.

Suratlarni mashina yordamida deshifrovka qilish usuli deshifrovka qilishning barcha bosqichlarini maxsus qurilmalar yordamida amalga oshirishni nazarda tutadi. Bu usulning rivojlanishi ish unumdorligini oshirish bilan birga inson mehnatini engillashtirish imkonini beradi. Bu usulning mikrofotogrammetrik, fotoelektron, fazoviy filtratsiya va kombinatsiyalashgan turlari ajratiladi.

Mikrofotogrammetrik usul obyektlarning fototasviri asosida uning xususiyatlari va statistik tavsiflari orasidagi korrelyasion bog'liqlikdan foydalanish asosida amalga oshiriladi. Bunda fototasvirning fotogrammetrik (o'rtacha zichlik, optik zichlikning korrelyasion funksiyalari), geometrik (o'rtacha kattalik, qiyalik) va boshqa tavsiflaridan foydalaniladi.

Fotoelektron usul mikrofotogrammetrik usulga o'xshash bo'lib, bu yerda ma'lumotlar vaqtning o'zida olinadi va parallel ravishda qayta ishlanadi. Bu ishlar "perseptron" tipidagi qurilmalar yordamida bajariladi.

Fazoviy filtratsiya usuli obyekt xususiyatlari va uning tasvirdagi fazoviy chastotadagi spektrlar orasidagi korrelyasion bog'liqlik asosida amalga oshiriladi.

Deshifrovka qilishning kombinatsiyalashgan usulida operator-deshifrovkachi bilan avtomatik sistemalar orasidagi bog'liqlik muhim o'rin tutadi. Inson avtomatik sistemalarga nisbatan deshifrovka qilish jarayonini tez va ishonchli bajarishga qodir. Avtomatik sistemalar esa insonga ma'lumot olish va bir yechimga

kelish uchun asosli ma'lumotlarni berishi kerak. Shundagina bu ikki usul birlashib, nisbatan mukammal deshifrovka qilishusuli yaratiladi.

Deshifrovka qilish nazariyasi va amaliyotida, u qanaqa usulda bajarilmasin, aniqlanadigan obyektlar tasnifi muhim ahamiyat kasb etadi (4.4-jadval).

Suratlarni deshifrovka qilish to'g'ri va to'ldiruvchi deshifrovka qilish belgilari asosida amalga oshiriladi. To'g'ri belgilar bu obyektning tabiatdagi tavsiflari – shakli, o'lchami, rangi, soyasi, tarkibi. To'ldiruvchi belgilar – obyektlar orasidagi bog'liqliklar, bir-biriga nisbatan joylashishi harakat izlari va h.k.

To'g'ri deshifrovka qilish belgilari. To'g'ri deshifrovka qilish belgilari deb suratda deshifrovkachi shaxs bevosita ko'rishi mumkin bo'lgan obyektlarning xususiyatlariga aytiladi. Unga shakl, o'lcham, rang, tarkib, tasvirlangan obyektning soyasi kiradi.

Tasvirning shakli – bu obyekt va uning xususiyatlarini ang-lashdagi to'g'ri deshifrovka qilish belgisidir. Deshifrovkachi ko'z bilan kuzatganda birinchi navbatda predmetlarning shaklini ajratadi. Aerokosmik suratlarda obyektlarning shakli tabiatda qanday bo'lsa, shundayligicha tasvirlanadi, faqatgina suratning chetlarida bu qonuniyat buzilishi mumkin. Masalan, baland binolar, fabrika trubalari og'gan holda ko'rinadi va bu xatolar transformatsiya orqali yo'q qilinadi.

Geometrik shakllarning aniq va noaniq turlari ajratiladi. Aniq shakllar ishonchli deshifrovka qilish belgilari sifatida xizmat qilib, asosan sun'iy inshootlarga tegishlidir. Masalan, aholi punktlari, yo'llar, aerodrom. Noaniq shakllar asosan maydon bo'yicha cho'zil-gan tabiiy obyektlarga tegishli bo'lib, u deshifrovka qilishda aniq deshifrovka belgilari sifatida namoyon bo'lmaydi (o'tloq, o'rmonlar).

Tasvir o'lchami – kam aniqlikdagi deshifrovka qilish belgisidir. Tasviro'lchami suratning masshtabiga bog'liq. Obyektning haqiqiy o'lchami masshtab orqali $L = lm$ ifoda yoki boshqa aniq obyektlar bilan taqqoslash orqali quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$L = \frac{L'l}{l'}, \quad (4.26)$$

bu yerda L – aniqlanayotgan obyektning haqiqiy uzunligi; L' – aniq obyektning haqiqiy uzunligi; l – aniqlanayotgan obyektning suratdagi uzunligi; l' – aniq obyektning suratdagi uzunligi; m – suratning masshtabi.

4.4-jadval

Deshifrovka qilish jarayonida obyektlarning tasnifi

Obyektlarni tasniflash prinsiplari	Obyektlarning tasnif guruhlari	Misollar
Aerofotosuratlarini deshifrovka qilishturlari bo'yicha	Topografik	Aholi punktlari, gidrografiya, o'simlik, yo'llar, muhandislik inshootlari
	Landshaft	Tekislik, tog', cho'l
	Geologik obyektlar	Er yuzasidagi yoriqlar, relef strukturasi
Obyektlarning kelib chiqishi bo'yicha	Tabiiy	O'rmon, ko'l, botqoqlik
	Sun'iy	Aholi punktlari, yo'llar, ko'priklar
Absolyut ko'rsatkichlari va chiziqli o'lchamlari bo'yicha	Kompakt (ixcham)	Uy, alohida daraxt
	Chiziqli	Yo'llar, daryo, irmoqlar
	Maydonli	Shahar, o'rmon, aerodrom
Obyektlarning tarkibi bo'yicha	Oddiy	Alohida uy, daraxt, ko'priklar
	Murakkab	Aholi punktlari, o'rmon, aerodrom
Quyosh nurini qaytarishi bo'yicha	Kam kontrastli	Botqoqliklar, haydalma Yerlar
	Kontrastli	Aholi punktlari, o'rmonlar
	Yuqori kontrastli	Sun'iy qoplamali yo'llar, suv obyektlari
Obyektlarning mavjudligi bo'yicha	Dinamik	Dengiz muzliklari, bulutlar
	Statsionar	Gidrografiya, aholi punktlari, aloqa yo'llari

Tasvir kontrastligi – inson ko‘zi oq-qora tasvirning 25 xil darajasini ajratadi. Tasvirning bu belgisi obyektning quyosh nurini qaytarishiga bog‘liq.

Tasvir rangi – rangli suratlarda obyektlarning tabiatdagi ranglari tasvirlanadi, bu ham asosiy deshifrovka belgilariga kiradi.

Obyektning soyasi – bu belgi ijobiy yoki salbiy bo‘lishi mumkin. Ijobiy bo‘lganda obyektlar soyasi obyektlar yoki ularning tavsiflarini aniqlashga imkon beradi. Salbiy bo‘lganida esa soya boshqa obyekt va ularning elementlarini yopib qo‘yadi. Obyektning soyasi orqali ularning balandliklarini aniqlash mumkin. Bunda suratning masshtabi yoki aniq obyektlar asosida quyidagi formula orqali obyektning balandligi aniqlanadi:

$$h = \frac{h'l}{l'}, \quad (4.27)$$

bu yerda h – aniqlanayotgan obyektning balandligi.

To‘ldiruvchi belgilar.

1. Odam yashaydigan inshootlar boshqa inshootlarga nisbatan yo‘llarga yaqinroq quriladi.

2. So‘qmoq yo‘llar, buloq yoki ular daryoga borgan bo‘lsa, kechuv joyi borligini bildiradi.

3. Obyektning rangi – qishloq xo‘jaligi Yerlari sug‘orilganda boshqa rangda bo‘ladi.

Aholi punktlarini deshifrovka qilish. Suratdan turli aholi punktlarini deshifrovka qilish murakkab jarayondir. Yakka inshootlar, shuningdek, zich joylashgan aholi punktlari suratlarda boshqa obyektlarga qaraganda tezroq ko‘zga tashlanadi.

Aholi punktlari aholi soni va ma‘muriy-hududiy ahamiyatiga ko‘ra bo‘linadi. Aholi punktlarini deshifrovka qilishdala tekshiruv ishlari yoki alohida yo‘nalishlar bo‘yicha amalga oshiriladi. Bunda deshifrovka qilinayotgan ko‘cha binoning tabiatdagi holati bilan solishtiriladi va suratga tushuntirish xati yoziladi (ko‘chaning nomi, binoning qanaqa materialdan qurilganligi, aholi yashash-yashamasligi). Suratda aholi punktlari deshifrovka qilib bo‘linganidan keyin ular atrofidagi o‘simlik va daraxt, tomorqalar shartli belgilar asosida tushiriladi. Shubilan birga aholi punktlarini deshifrovka

qilishda zavod, fabrika, inshootlar ham deshifrovka qilinadi. Deshifrovka qilinayotgan aholi punktlari, inshootlarining tavsiflari:

1. Shahar tipidagi inshootlar – uylar odatda kvartallarning 4 tomonida joylashgan, ko‘chalar to‘r shaklida bir-biriga perpendikulyar holatda bo‘ladi. Ayrim joylarda inshootlarning zichligidan uylar bir-biriga qo‘shilib ketadi. Qishloq tipidagi inshootlar– uncha katta bo‘lmagan, odatda 1 qavatli uylar ko‘pincha ko‘cha bo‘ylab joylashadi. Uy atrofida aholi yashamaydigan inshootlar mavjud bo‘ladi. Ko‘chalar to‘g‘ri va egri bo‘lishi mumkin.

2. Dala-hovli – bino odatda daraxtzor yoki o‘simliklar oralig‘ida bo‘ladi. Bu uylarning atrofida tomorqa yoki boshqa inshootlar yo‘q.

3. Ma‘lum tartibsiz inshootlar – aholi punktlaridagi binolar zich, lekin tartibsiz joylashgan. Bunga tog‘ va tog‘oldi joylaridagi qishloqlarni misol qilish mumkin.

4. Hovli – uy atrofini o‘rab turgan qaytarilgan maydon. Aerosuratlarda hovlilar yaxshi ko‘rinadi (tomorqa, ayvon, mevali daraxtlar).

5. Sanoat inshootlari – odatda suvga yaqin joyda quriladi. Yirik inshootlar planli qurilgan bo‘lib, atrofi o‘ralgan. Berk temir yo‘llar, avtomobil yo‘llari, yonilg‘i ombori sanoat inshootlarining belgilari bo‘lishi mumkin. Bu inshootlar 10–70 m gacha quvurlarga egaligi bilan xarakterlanadi. Suratda truba va uning soyasi yaqqol ko‘rinadi.

6. Karerlar – ochiq usulda foydali qazilmalar olinadigan joy. Suratda chuqurlik, o‘yilgan shaklda ko‘rinadi.

Aloqa yo‘llarini deshifrovka qilish. Temir yo‘llar – ularni deshifrovka qilishunchalik qiyinchilik tug‘dirmaydi. Temir yo‘llar o‘zining tekisligi, ensizligi, o‘rmon, o‘simliklar orasidan o‘tishi bilan xarakterlanadi. Elektrlashgan temir yo‘llar elektr tayanch moslamalari, elektr to‘rlari bilan ajralib turadi. Temir yo‘llar ensizligi va keskin burilishlarning yo‘qligi bilan avtomobil yo‘llaridan ajralib turadi. Ishonchli deshifrovka qilish belgilaridan yana biri bu temir yo‘l yonida vokzal, stansiya, raz‘ezdlarning mavjudligidir.

Avtostradalar – eni 14 m dan kam bo‘lmagan, har qanday avtotransport 120 km/s tezlikda harakatlanadigan asfalt yoki temir-beton qoplamali magistrallardir. Birlamchi deshifrovka belgisi

bu uning tenglamasidir (umumiy kengligi 23 m), ularning orasi bo'lingan bo'ladi.

Shosselar – eni 12 m (qatnov qismi 6–7m), transport 80–100 km/s bilan harakatlana oladigan asfalt, beton bilan qoplangan yo'llar. Bu yo'llar suratda yuqori kontrastlilik bilan ajralib turadi.

O'rmon yo'llari – relefga bog'langan holda o'zining egriligi bilan ajralib turadi. Qalin daraxtzorlarda bu yo'llar yo'qolib, o'rmondan keyin yana davom etib ketadi.

Grunt yo'llari – qoplamasiz tabiiy yo'llar hisoblanadi.

Gidrografiyaning deshifrovka qilish. Hidrografiyaning deshifrovka qilishda barcha suv obyektlarining chegaralari ko'rsatilishi shart. Ularning qirg'oq chegaralari quyidagi guruhlariga bo'linadi:

1. Doimiy va aniq – yil davomida suvga ega bo'lgan suv sathi chegaralari aniq bo'lgan qirg'oqlar.

2. Noaniq – yil davomida suvga ega bo'lgan, lekin suv sathi chegaralari o'zgarib turadigan qirg'oqlar.

3. Vaqtinchalik – suvga faqat yog'ingarchilik oylarida ega bo'ladigan, boshqa payt qurib qoluvchi suv obyektlari qirg'oqlari.

Suratlardan ochiq suv havzalarini topish va aniqlash qiyin emas, chunki ular yuqori kontrastlilik va aniq chegarasi bilan boshqa obyektlardan ajralib turadi.

Deshifrovka qilish paytida qurib qoluvchi suv havzalarini jarliklar bilan adashtirmaslik kerak. Ular suratda qirg'oq chiziqlari aniqligi va pastki qismi ko'pincha to'q rangda bo'lishi bilan ajralib turadi. Daryolarning oqim yo'nalishi quyidagi belgilarga: orol-larning o'tkir qismi daryo oqim yo'nalishiga teskari holda joy-lashishi, irmoqlar kelib quyilgan burchak o'tmas bo'lishi hamda irmoqlarning kelib qo'shilishiga qarab aniqlanadi. Zarur bo'lganda suv obyektlarining sifati to'g'risida ma'lumot olish uchun dala ishlari olib boriladi. Barcha suv obyektlari suratga belgilangan shartli belgilar ostida tushiriladi. Bundan tashqari, deshifrovka qilish paytida to'ldiruvchi belgilarga ko'ra buloqlar, to'g'onlar, suv taqsimlagich qurilmalari aniqlanadi.

Relefning deshifrovka qilish. Topokartalarda relef gorizontallar bilan tasvirlanadi. Deshifrovka vaqtida relefni to'ldirib turadigan va chegara bo'lib xizmat qiladigan relef shakllarini bilish lozim. Aholi

punktlari, oʻrmonlar, tekisliklar relef tasvirini chegaralab turadi. Relif tashqi koʻrinishiga qarab salbiy va ijobiy guruhga boʻlinadi.

Ijobiy relef shakllariga qavariq shakllar – adir, togʻ, plato, togʻ tizmasi, yassi togʻlik va h.k kiradi.

Salbiy relef shakllariga botiq, choʻkkan shakllar, jarliklar, vodiya va h.k. kiradi.

Relif shakllari asosan maxsus stereofotogrammetrik asboblarda deshifrovka qilinadi.

Qishloq xoʻjaligini deshifrovka qilish. Havodan va koinotdan olingan suratlar orqali qishloq xoʻjaligini oʻrganish tez rivojlanib bormoqda. Eng muhimi bu suratlar joyni iqtisodiy-geografik oʻrganishda, uning qishloq xoʻjaligi xususiyatlarini tekshirishda yordam beradi. Shu bilan birga qishloq xoʻjaligi ekinlarining holati, Yerdan foydalanish yoʻllari, unumdorligi va monitoring vazifalarini yechishda suratlar muhim manba boʻlib xizmat qilmoqda (4.27-rasm).



4.27-rasm. Qiyalikda joylashgan oʻtloqning tasviri

Qishloq xo'jaligini suratlar orqali o'rganish yo'llari nihoyatda ko'p va ular asosan 2 xil vazifani yechish uchun mo'ljallanganligini ham ko'rsatish kerak. Birinchi vazifa monitoring qilish, bu vazifa yechilganida ekin maydonlari, ekinlarning holati, agrotexnik va meliorativ tadbirlar, Yerlarning holati kuzatiladi. Shu asosda turli xil ko'rsatkichlar baholanadi va oldindan aytib beriladi. Masalan, hosildorlik, yalpi hosil miqdori. Ko'rinib turibdiki, bu guruhdagi vazifalar asosan xususiy vazifalarni yechishga qaratilgan. Ikkinchi asosiy vazifa – geografik va qishloq xo'jalikmulkini hisobga olish masalalarini yechishdir. Boshqacha aytganda, bu umumiy masalalar bo'lib, yerlar fondini o'rganib, qishloq xo'jaligini hududiy tashkil qilish elementlarini tekshirish, qishloq xo'jaligi rayonlarini ajratish, ekin maydonlarining tarkibi va holatini o'rganib, dehqonchilik unumdorligi va samaradorligini baholash kabi masalalardir. Shular qatorda turli xil Yerlar va ulardan foydalanish kartalarini tuzish, qishloq xo'jaligini rayonlashtirish loyihalarini barpo etish ishlari bajariladi. Qishloq xo'jalik obyektlarining xususiyatlari ularni suratda o'rganish ishlariga katta ta'sir qiladi. O'simlik qoplami faslga oid o'zgarib turadi va uning nur qaytarish xususiyatlarida aks etadi. Natijada turli faslda olingan suratlardagi qishloq xo'jaligi obyektlarining tashqi ko'rinishi o'zgaruvchan bo'ladi. Bir tomondan, bu o'simliklarni bir-biridan aniqroq ajratishga katta yordam beradi, chunki turli xil ekinlar nur qaytarish qobiliyati kabi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ularning o'zgarib turish qonun-qoidalarini bilib turib, turli masalalarni hal qilish mumkin. Demak, har bir o'simlikning suratdagi tasviri uning fenologik rivojlanishiga bog'liq.

Grunt qoplamini deshifrovka qilish. Qumlar – topografiyada qumlar relef shakllariga qarab tasniflanadi va ular tekis, dyunali, gryadali, barxan qumlarga bo'linadi.

Tekis qumlar relef shakllariga ega emas. Ular asosan daryo, ko'l, suv ombori qirg'oqlarida plyajlar ko'rinishida uchraydi. Namlangan qumlar suratlarda qora rangda bo'ladi.

Dyunali qumlar – zanjirsimon shaklda shamol yo'nalishi bo'yicha asimmetrik joylashadi. Ularning o'rtacha kattaligi 5–30m gacha bo'ladi, qiyalik burchagi 40–30° ni tashkil qiladi.

Gryadali qumlar – deyarli parallel ravishda to‘plangan qumlar bo‘lib, shamol yo‘nalishi bo‘yicha cho‘zilgan. Uning qoyalari odatda simmetrik bo‘lib, suratlardan birinchi belgilariga ko‘ra topiladi. Ularning qumi tushib turgan tomonlari och kulrang, soya tomoni esa qora rangda bo‘ladi. Balandligi 70m gacha bo‘lishi mumkin.

Barxan qumlari – yarim oy shaklidagi o‘simlik bilan mustahkamlanmagan qumlardir. Bu qumlar ham birlamchi belgilariga ko‘ra deshifrovka qilinadi. Ularning xarakterli tomoni shundaki, suratga tushgan barxanlar ma‘lum bir davrdan keyin yo‘q bo‘lishi mumkin, chunki ular mavsumiy shamollar ta‘sirida ko‘chib yuradi.

Botqoqliklar – yuqori darajada namlangan va 30 sm qalinlikdagi torf mavjud bo‘lgan, suv o‘simliklari bilan qoplangan hududlar hisoblanadi. Ular o‘tib bo‘ladigan, o‘tib bo‘lmaydigan, qiyin o‘tib bo‘ladigan hamda o‘simlik qoplami bo‘yicha o‘rmonli, butali, qamishli, o‘tli guruhlariga bo‘linadi. Botqoqliklardan o‘tish yoki o‘tib bo‘lmalik bevosita joyning o‘zida aniqlanadi. O‘tib bo‘ladigan botqoqliklar asosan issiq oylarda birmuncha quriydi.

4.4.2. Deshifrovka ishlarida zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash

Hozirgi kunda fotogrammetrik ishlarni avtomatlashtirilgan holda yuritishda jahondagi yetakchi kompaniyalarning dasturlari keng qo‘llaniladi. Jumladan, respublikamizda Integrgraph, Leica Geosystems, MapInfo, PhotoMod, Panorama dasturlaridan turli xil tashkilotlarda foydalanilmoqda. Bu dasturlarda natijalarning aniqligi va ishonchlilikini ta‘minlash maqsadida qizil, yashil, havorang va infraqizilga yaqin spektr zonalarida olingan LandSAT 7, Ikonos, Google sistemasidagi kosmik va aerofotosuratlar ishlatiladi.

Fotogrammetriyada zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash an‘-anaviy usullarga qaraganda bir qancha ustunliklarga ega, jumladan:

- qo‘llanilayotgan an‘anaviy usulga nisbatan tezkorligi;
- solishtirish imkoniyatining mavjudligi;
- iqtisodiy jihatdan afzalligi;
- umumdavlat miqyosidagi loyihalarni amalga oshirish.

4.5. Raqamli fotogrammetriya. PHOTOMOD va uning modullari

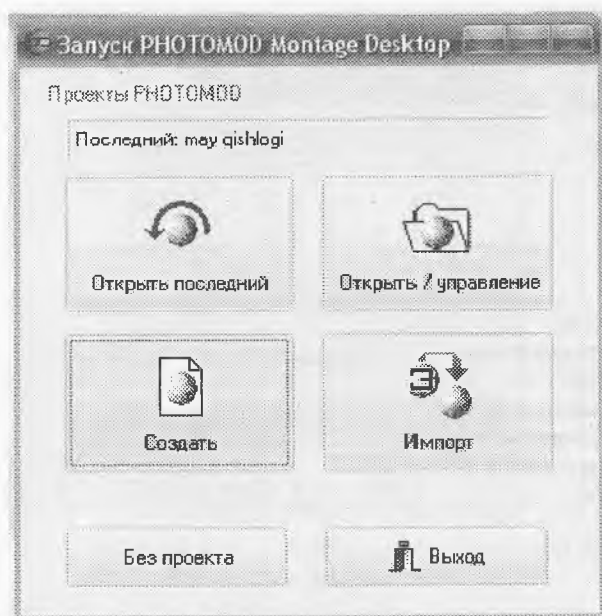
Raqamli fotogrammetriya kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog'liq fotogrammetrik tadqiqotlarning zamonaviy rivojlanish bosqichi hisoblanadi. Raqamli fotogrammetriyada bajariladigan jarayonlar kompyuter yordamida amalga oshirilib, raqamli formatdagi tasvirlardan foydalaniladi. Tahliliy fotogrammetrik qurilmalarda ishlashdan raqamli fotogrammetriyaga o'tilganda fotogrammetrik jarayonlarni avtomatlashtirishni ta'minlab beruvchi ko'plab dasturiy va texnik mahsulotlar majmuasi talab qilinadi.

Raqamli fotogrammetriyaning texnik vositalariga raqamli metrik fotokameralar, fotometrik skanerlar, stereomonitorlar va fotogrammetrik ishlovchi stansiyalarni misol qilib keltirish mumkin. Dasturiy fotogrammetriya vositalariga esa «Talka», «Delta», «Photomod» kabilarni misol qilib o'tish mumkin.

PHOTOMOD raqamli fotogrammetriya sistemasi fototriangulyasiya tarmog'ida tenglashtirish masalalaridan tortib relef modelini yaratishgacha va shuningdek, joyning raqamli kartasini tuzish va ortofotoplanlarni yaratish bilan bog'liq bo'lgan ishlar majmuasini o'z ichiga oladi.

PHOTOMOD sistemasi turli xil sensorlar yordamida (IKONOS, QuickBird, SPOT, ASTER, IRS, FORMOSAT, CARTOSAT) olingan raqamli hamda skanerlangan aerokosmik tasvirlarni qayta ishlash qurollarini o'z ichiga oladi. Ushbu sistemahar bir guruhdagi ishlarni bajarish uchun alohida modul sistemasiga ega.

PHOTOMOD System Monitor moduli PHOTOMOD raqamli fotogrammetriya sistemasining PHOTOMOD Montage Desktop qobiq dasturini ishga tushirish uchun qo'llaniladi. PHOTOMOD Montage Desktop moduli orqali turli xil modullarni ishga tushirish va loyihalarni yaratish mumkin. PHOTOMOD sistemasida ishlashda har doim PHOTOMOD Montage Desktop modulini yoqishdan ish boshlanadi, bunda foydalanuvchiga ma'lumotlarni qayta ishlashda bosqichma-bosqich tarzda tasvirlar, raqamli tarzda kartalar yoki ortoplanlar kiritib boriladi (4.28-rasm).

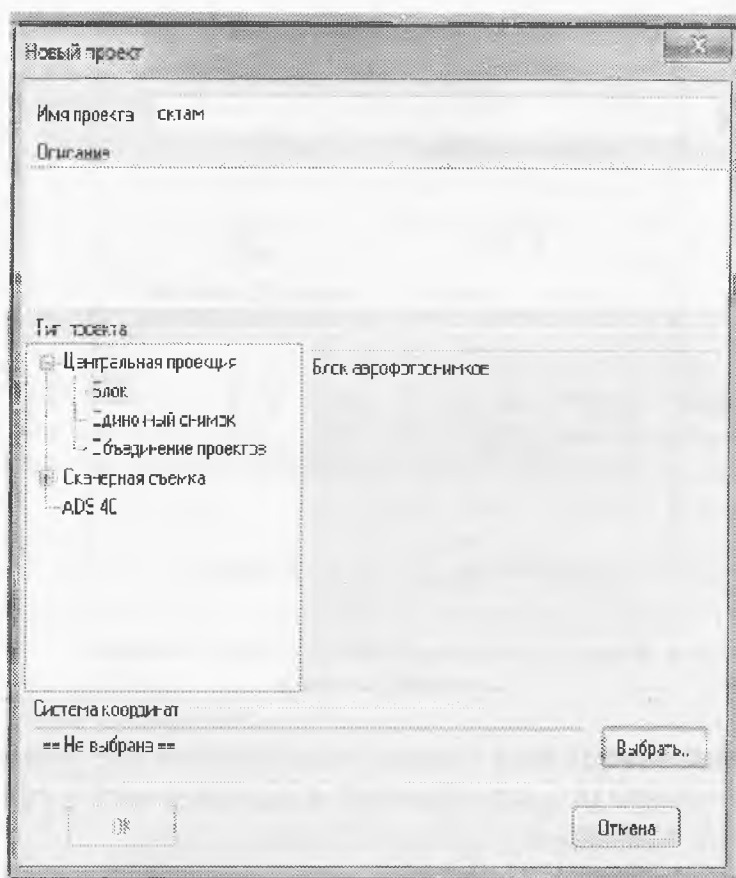


4.28-*расм.* «PHOTOMOD Montage Desktop» muloqot oynasining ko‘rinishi

PHOTOMOD Scan Correct moduli planshet yoki poligrafik skaner yordamida grafik materialni skanerlashda yo‘l qo‘yilgan geometrik buzilishlarni to‘g‘rilash uchun mo‘ljallangan.

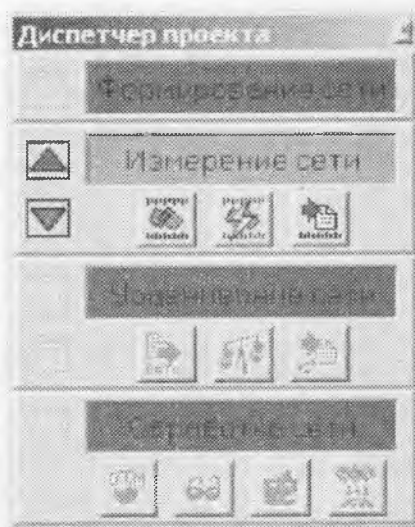
PHOTOMOD Mosaic moduli dastlabki tasvirlar bloki bo‘yicha *ortoplan (ortomozaika)*ni yaratish uchun qo‘llaniladi. Ortofototransformatsiyalash jarayonida (tasvirni ortogonal proyeksiyaga o‘zgartirishda) fotokameraning optik o‘qi burchagi, uning distorsiyasi va boshqalar yordamida joyning relefi bilan bog‘liq bo‘lgan xatoliklar to‘g‘rilanadi.

PHOTOMOD Montage Desktop moduli yordamida loyiha yaratish, koordinata sistemasini tanlash, loyihaga marshrut va suratlarni qo‘shish ishlari bajariladi. Keyingi bosqichga o‘tishda ushbu loyiha uchun tarmoq shakllantiriladi.

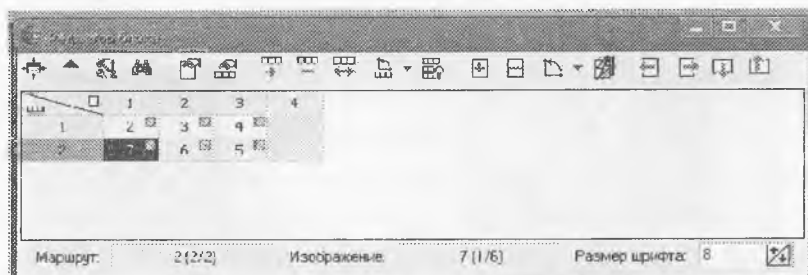


4.29-рasm. Yangi loyihani yaratish uchun muloqot oynasining umumiy ko‘rinishi

PHOTOMOD AT dasturiy moduli marshrutlarni va fazoviy triangulyasiya bloklari tarmoqlarini tuzish maqsadlari uchun mo‘ljallangan. PHOTOMOD AT modulida dastlabki ma’lumotlarni qayta ishlash jarayoni tasvirlarni ichki, tashqi va o‘zaro orientirlash, koordinatalarni kiritish va tayanch nuqtalarni o‘lchash, ko‘ndalang va bo‘ylama kesishish sohalarida bog‘lovchi nuqtalarni o‘lchashlarni o‘z tarkibiga oladi.

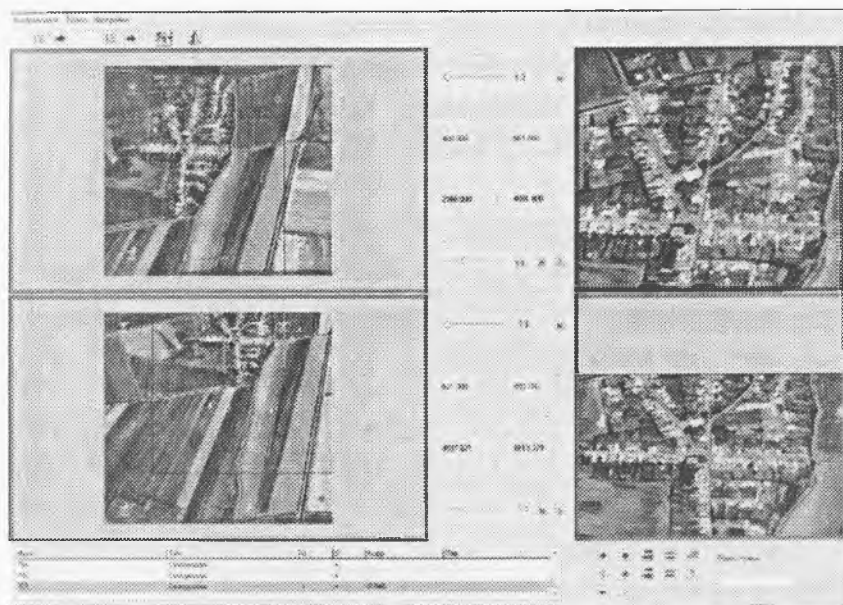


4.30-рasm. «Blok muharriri» (Redaktor bloka) muloqot oynasining ko‘rinishi



4.31-рasm. “Blok muharriri” (Редактор блоке) muloqot oynasining ko‘rinishi

Bu yerda barcha ishlar qat’iy ketma-ketlikda bajariladi. Bundan tashqari, ushbu modulda stereojuft suratlar bo‘ylama va ko‘ndalang marshrutlar bo‘yicha koordinatalar yordamida bog‘lanadi. Natijada joyning yaxlit orientirlangan fotografik tasviri hosil bo‘ladi. Barcha kerakli dastlabki ma’lumotlarni yig‘ib olgandan keyin PHOTOMOD Solver modulida fototriangulyasiya blokini tenglashtirish amalga oshiriladi (4.32-rasm).



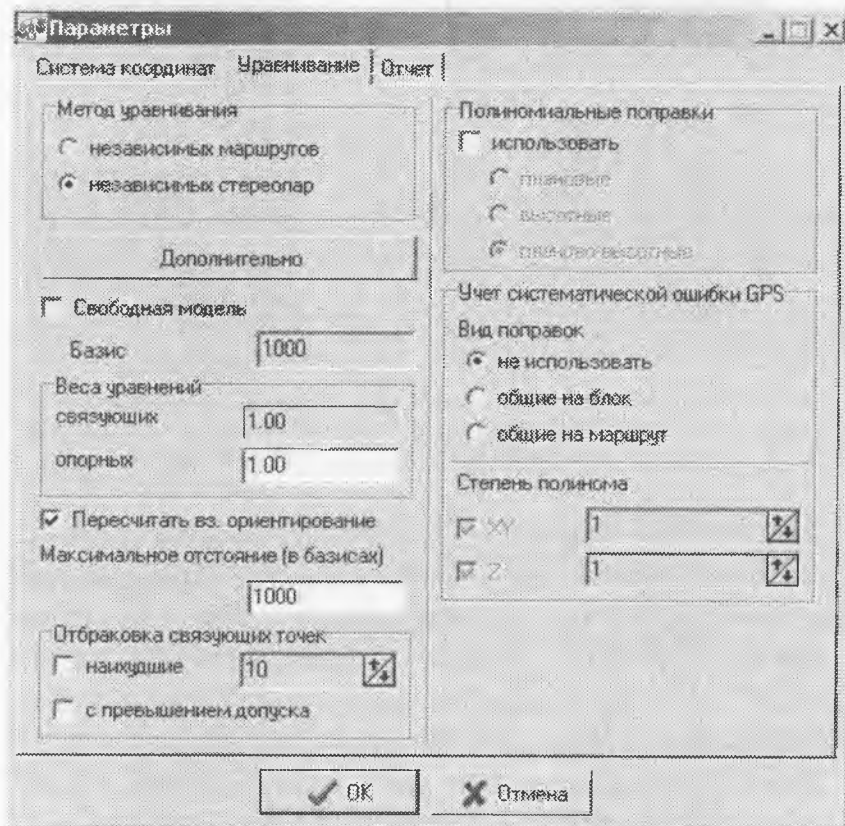
4.34-rasm. Marshrutlarda bog‘lanuvchi nuqtalarni o‘lchash uchun ishchi oynaning ko‘rinishi

PHOTOMOD Solver moduli marshrut va blokli fototriangulyasiya tarmoqlarini tenglashtirish uchun ishlatiladi. Buning uchun dastlabki tasvirlar bloki PHOTOMOD AT modulida qayta ishlangan bo‘lishi kerak.

PHOTOMOD Solver modulida tasvirlar blokini tenglashtirish 3 ta usulda amalga oshiriladi.

Mustaqil tarzdagi marshrutlar usuli – asosan qo‘pol xatolarni aniqlash uchun ishlatiladi, shuningdek, noto‘g‘ri berilgan tayanch nuqtalari koordinatalari, bog‘lanish nuqtalarining joylashish holatlari va boshqalarni aniqlash maqsadlarida qo‘llaniladi. Ushbu usulda tenglashtirishning aniqligi uzun marshrutlar mavjud bo‘lgan holatda (10 ta tasvirdan ortiq) boshqa usullarda tenglashtirishga nisbatan o‘n marotaba yomon natijalar beradi.

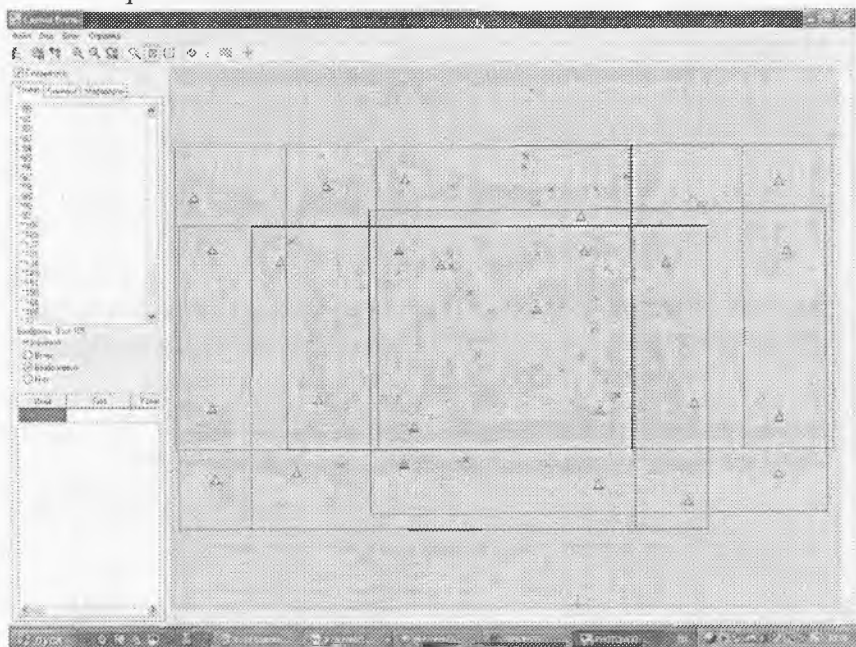
Mustaqil stereojuftlar usuli – birinchi usulda tenglashtirishda erishilgan natijalarning aniqligini oshirish uchun qo‘llaniladi, bunda nisbatan kichik, lekin hisoblashlarga bevosita ta’sir qiladigan xatoliklar aniqlanadi va yakuniy tenglashtirishlar natijalari olinadi.



4.35-рasm. Tarmoqni tenglashtirish oynasining ko‘rinishi

Bog‘lama usuli – blokni yakuniy tarzda tenglashtirish uchun qo‘llaniladi.

Ko‘pincha kichik xatoliklarni qidirib topish va tuzatishda maqsadga muvofiq holatda mustaqil stereojuftlar va bog‘lama usullari bir xilda qo‘llaniladi.



4.36-rasm. Blokni tenglashtirish ishchi oynasining ko‘rinishi

Agar tenglashtirish natijalari qoniqarli darajada bo‘lmasa va bir qator «shubhali» nuqtalar hosil bo‘lsa, bu holatda xatolik vektorlar tarzida aks etadi. Bu yerda birorta tasvirdagi nuqtalarni o‘zgartirish qo‘lda yoki korrelyator yordamida avtomatik tarzda bajariladi.

Agar tenglashtirish jarayonida qoniqarli natijalar olingan bo‘lsa, natijalarni saqlash amalga oshiriladi. Bunda natija quyidagi jadvalda berilgan qiymatlardan ortib ketmasligi kerak:

Quyidagi jadvalda umumiy o‘rtacha ko‘rsatkichlar berilgan bo‘lib, analogli yoki raqamli aerofotoapparatlarda olingan suratlardan foydalanilganda ularning qiymati farq qiladi.

4.5-jadval

Tayanch va nazorat nuqtalarida yo'l qo'yiladigan o'rtacha xatoliklar qiymatlari

Masshtab	h	Yo'l qo'yiladigan qiymat (mm)			
		Tayanch		Nazorat	
		Plan	Balandlik	Plan	Balandlik
1:2000	1	0,4	0,15	0,6	0,2
1:10000	2,5	2	0,38	3	0,625
1:25000	5	5	0,75	7,5	0,75

4.6-jadval

Analogik 23x23 sm formatdagi tasvirlar bo'yicha ortofotoplan tuzish jarayonida tayanch va nazorat nuqtalarida yo'l qo'yiladigan tenglashtirish o'rtacha xatoliklar qiymatlari

Masshtab	f (mm)	Yo'l qo'yiladigan qiymat (mm)			
		Tayanch		Nazorat	
		Plan	Balandlik	Plan	Balandlik
1:2000	90		0,18		0,18
	150	0,4	0,30	0,6	0,30
	300		0,60		0,60
1:10000	90		0,90		0,90
	150	2	1,50	3	1,50
	300		3,00		3,00
1:25000	90		2,25		2,25
	150	5	3,75	7,5	3,75
	300		7,50		7,50

Ushbu bosqich muvaffaqiyatli yakunlanganidan so'ng keyingi bosqichga o'tiladi.

PHOTOMOD DTM moduli stereorejimda releflarning raqamli modelini (RRM) va gorizontallarni yaratish hamda tahrirlash maqsadlarida qo'llaniladi. PHOTOMOD DTM sistemasida RRM ning aks ettirilish asosiy formati fazoviy triangulyasiyalangan nomuntazam tarmoqdan (TNT) tashkil topgan.

Raqamli tasvirlar bo'yicha ortofotoplan tuzish jarayonida tayanch va nazorat nuqtalarida yo'l qo'yiladigan tenglashtirish o'rtacha xatoliklar qiymatlari

Masshtab	Kamera	Yo'l qo'yiladigan qiymat(mm)			
		Tayanch		Nazorat	
		Plan	Balandlik	Plan	Balandlik
1:2000	DMC	0,4	0,27	0,6	0,16
	DSS		0,51		0,31
	UltraCamD		0,36		0,22
	UltraCamX		0,36		0,22
1:10000	DMC	2	1,37	3	1,03
	DSS		2,57		1,93
	UltraCamD		1,82		1,37
	UltraCamX		1,8		1,35
1:25000	DMC	5	3,43	7,5	3,6
	DSS		6,42		6,74
	UltraCamD		4,56		4,79
	UltraCamX		4,5		4,73

Bunda TNT ma'lumotlari qat'iy tartibdagi relief modeli bo'lgan balandlik matritsasiga (DEM – Digital Elevation Model) konvertatsiyalanishi mumkin. Relief modeliga aniqlik kiritish maqsadlarida tuzilmaviy chiziqlar – uch o'lchamli (3D) vektor chiziqlardan ham foydalanish mumkin, bu holat tizmalar va qavariq ko'rinishdagi relief shakllarini ifodalashda qo'llaniladi. TNT relief modeli 3D nuqtalar yig'indisidan (piketlar) va tuzilmaviy chiziqlardan iborat ko'rinishga ega bo'lib, tahrirlash jarayonida bu holat sistemaning samaradorligini oshiradi. Sistema tarkibi TNT, tuzilmaviy chiziqlar va gorizontallarni tahrirlash uchun qo'llaniladigan uskunalar majmuasiga ega.

PHOTOMOD sistemasi TNTlar, gorizontallar, tuzilmaviy chiziqlar va boshqa tipdagi obyektlarni maxsus fayllarda – resurslarda saqlaydi.

Gorizontallarni hosil qilishda quyidagi ko'rsatkichlarni tanlash talab qilinadi:

- gorizontallarning dastlabki darajasi – relefni qurishda relef bo'yicha minimal qiymatlar;
- qadam – relef kesim balandligi(metrda);
- balandliklarning minimal soni – gorizontallarning uncha katta bo'lmagan miqdordagi balandliklar bilan ajratilishi qiymati;
- qalin gorizontallar mavjudligi qadamlar bo'ylab dastlabki balandliklarni kiritish imkonini beradi.



4.37-rasm. PHOTOMODDTM moduli ishchi oynasining ko'rinishi

Raqamli relef modeli (RRM) Z o'qi bo'yicha xatolikka ega bo'lishi bilan xarakterlanadi, bu xatolikning chekli qiymati fotogrammetrik qayta ishlash natijasida olinadigan yakuniy mahsulotga bog'liq hisoblanadi. Quyida ortofotoplan masshtablari va ko'r-satkichlariga bog'liq holda yo'l qo'yiladigan xatolik qiymatlari keltirilgan.

RRM Dh_{RRM} yo'l qo'yiladigan o'rtacha xatoligi qiymati tuzilayotgan ortofotoplan uchun quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$Dh_{RRM} = 0,3f M/r , \quad (4.28)$$

bu yerda 0,3 – topografik kartada (plan) grafik aniqlik, mm hisobida;

f – tasvirga olish kamerasining fokus masofasi, mm;

M – tuzilayotgan karta masshtabining maxraji;

r – nadir nuqtasidan tasvirning maksimal chetlashishi (mm), bu qiymat ishchi sohaning diagonalini yarmisiga teng.

Analogik 23x23 sm formatdagi va 60% bo'ylama qoplanishga ega tasvirlar uchun bu sohaning o'lchami 13,8x23 sm ni tashkil qiladi.

Ushbu ko'rinishda radius r taxminan 100 mm ga teng bo'ladi.

4.8-jadval

$r = 100$ mm bo'lgan analogik tasvirlar uchun RRM Dh_{RRM} yo'l qo'yiladigan o'rta xatoliklar qiymatlari

Masshtab	Fokus masofasi (mm)		
	90	150	300
1:2000	0,54	0,9	1,8
1:10000	2,7	4,5	9
1:25000	6,75	11,25	22,5

4.9-jadval

60% bo'ylama qoplanishga ega raqamli tasvirlarda ishchi sohaning radiusi

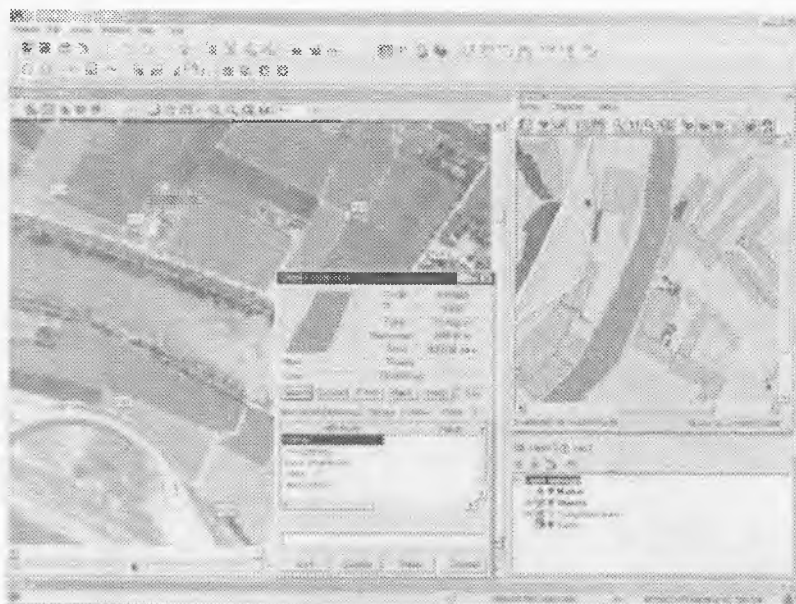
Kamera	Kadr formati (piks/mm)	Asos (mm)	Ishchi sohaning radiusi (mm)
DMC	7680x13824 92,2x165,9	55,3	87
DSS	4092x4077 36,8x36,7	22,1	21
UltraCamD	7500x11500 67,5x103,5	40,5	55
UltraCamX	9420x14430 67,8x103,9	40,7	55

**Turli kameralar bilan olingan 60% qoplanishga ega bo'lgan
raqamli tasvirlarda ortofotoplan masshtabiga bog'liq RRM
Dh_{RRM} yo'l qo'yiladigano'rtacha xatoliklar qiymatlari**

Masshtab	Kamera			
	DMC	DSS	UltraCamD	UltraCamX
1:2000	0,82	1,54	1,09	1,08
1:10000	4,12	7,7	5,47	5,4
1:25000	10,29	19,26	13,69	13,51

Ushbu bosqich muvaffaqiyatli yakunlanganidan so'ng raqamli vektor kartani yaratish va vektorlashtirish bo'yicha ishlar bajariladi.

PHOTOMOD Stereo Draw moduli stereorejimda uch o'lchamli vektor obyektlar yaratish va tahrirlash uchun mo'ljallangan. Uch o'lchamli vektor obyektlar (3D) kelgusida raqamli kartalar tuzishda ishlatiladi. 3D vektorlar PHOTOMOD StereoDraw modulida bevosita tuziladi va boshqa keng qo'llaniladigan formatlarga eksport qilish imkoniyatiga ega. PHOTOMOD StereoDraw foydalanuvchi uchun 3D vektorlarni tahrirlashda bir qator uskunalar majmuasiga ega bo'lib, topologik moslik, mavzuga oid qavatlarga bo'lish, atributlar va kodli jadvallarni yozish kabilarni amalga oshiradi. PHOTOMOD sistemasi o'z tarkibida 3D vektorlarni maxsus fayllarda – resurslarda saqlaydi, shuningdek, boshqa ko'pgina tipdagi obyektlarni saqlash xususiyatiga ega.



**4.39-rasm. PHOTOMOD StereoVector
ishchi oynasining ko‘rinishi**

Qayd qilish kerakki, stereo oynada obyektlarni yaratish va tahrirlash jarayoni mono oynada parallel tarzda shartli belgilar yordamida qarab chiqilishi mumkin. Kerak bo‘lgan holatlarda obyektlar mono oynada tahrirlanadi, obyekt tiplari belgilar yordamida o‘zgartiriladi. PHOTOMOD Vector sistemasida tahrirlangan kartalar avtomatik tarzda saqlanadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda PHOTOMOD dasturida bajariladigan fotogrammetrik ishlar majmuasini uchta asosiy bosqichga ajratib ko‘rsatish mumkin:

1. Dastlabki bosqich o‘z ichiga quyida bajariladigan ishlar ketma-ketligini oladi:

– maishiy planshetli skanerlar bilan ishlab, tasvirlarni skanerlash va ularni PHOTOMOD ScanCorrect dasturida tahrirlash. Agar maxsus professional fotogrammetrik skanerlardan foydalanilsa, PHOTOMOD ScanCorrect dasturidan foydalanish bilan bog‘liq ishlar tushirib qoldiriladi;

- PHOTOMOD Montage Desktop modulida loyihani yaratish;
- tasvirga olishda ishlatilgan kameraning parametrlarini kiritib kamera yaratish (Kamera muharriri– Redaktor kamer) yoki bazada mavjud kameralardan tanlash;
- loyihaning nomini kiritish, uning tipi, qisqacha tavsifi va koordinatalar sistemasini tanlash;
- marshrutlarni va ularga mos keluvchi tasvirlarni kiritib, blok hosil qilish.

2. Fototriangulyasiya tarmog'ini yaratish bosqichi o'z ichiga quyidagi bajariladigan ishlar ketma-ketligini oladi:

- kameralarni tanlash, tasvirlarni ichki, tashqi va o'zaro orientirlashni bajarish, tayanch nuqtalarni kiritish va o'lchash, bitta marshrutdagi va qo'shni marshrutlardagi qoplanuvchi tasvirlar bo'yicha tayanch va bog'lovchi nuqtalarni o'lchash imkonini beruvchi PHOTOMOD AT modulida tasvirlar blokini qayta ishlash;

- PHOTOMOD AT modulida tasvirlar blokida bog'lovchi nuqtalarni tahrirlash va filtrlash, avtomatik qidirish, undan PHOTOMOD Solver tenglashtirish moduliga avtomatik o'tishni amalga oshirish imkoniyati ham mavjud;

- PHOTOMOD Solver modulida blokni tenglashtirish va tashqi orientirlash elementlarini hisoblash;

- tenglashtirishda qoniqarli natijalar olinganidan keyin «Tarmoqni qayta ishlash» bosqichiga o'tish, aks holda PHOTOMOD AT modulida o'lchashlarni tekshirish va tahrirlashni amalga oshirish jarayoniga qaytish;

- tasvirlarning epipolyar transformatsiyasini amalga oshirish.

3. Modellarni qurish va olingan natijalarni uzatish bosqichi quyidagi bajariladigan ishlar ketma-ketligini o'z ichiga oladi:

- vektor obyektlarni (PHOTOMOD StereoDraw) yoki PHOTOMOD Vector formatidagi karta obyektlarini 3D stereovektorlashtirish;

- 3D vektorlarni tashqi formatga yoki PHOTOMOD Vector moduliga uzatish;

- PHOTOMOD DTM modulida TNT relef modelini tuzish va tahrirlash;

- gorizontallarni tuzish va tahrirlash;

- turli xil stereojuftlar bo'yicha tuzilgan gorizontal va relef modellarini birlashtirish va tekshirish;
- TNT va 3D vektor obyektlarni tashqi formatga yoki PHOTOMOD Vector moduliga eksport qilish;
- tashqi formatga yoki PHOTOMOD Vector karta moduliga eksport qilish imkoniyati mavjudligi bilan birga PHOTOMOD Montage Desktop modulida barcha blokda qat'iy relef modeli (balandlik matritsalarini) yaratish;
- tashqi formatda yoki PHOTOMOD Vector karta modulida saqlash bilan PHOTOMOD Mosaic modulida sahifalarni kesish imkoniyati mavjudligini ta'minlagan holda barcha tasvirlar blokining ortofotoplanini tuzib chiqish;
- DEM, TIN, vektor obyektlar va gorizontallarni tashqi formatga yoki PHOTOMOD Vector kartasiga eksport qilish;
- PHOTOMOD Vector modulida qo'yilgan ortofotoplan bo'yicha monorejimda qo'shimcha vektorlashtirishni amalga oshirish;
- raqamli kartalar va ortofotoplanni tuzish, standart sahifalarda kesish, komponovka, matematik elementlar asosida rasmiylashtirish, jihozlash, nashrga tayyorlash hamda nashr qilish.

Asosiy tushunchalar

Fotogrammetrik sensorlar, aerofototriangulyasiya, raqamli ortofoto, deshifrovka, raqamli fotogrammetriya, fotogrammetrik ishchi stansiya, orientirlash elementlari, anagliflik ko'rish, stereo - ko'rish, stereojuft, Yerning raqamli modeli, sensor sistemalari, fazoviy ruxsat etish qobiliyati, spektral ruxsat etish qobiliyati, LiDAR suratga olish.

Nazorat savollari

1. Aerokosmik syomkani amalga oshirishda atmosferaning ta'siri doimiy bo'la oladimi?

2. Tabiiy obyektlarning optik xususiyatlarini doimiy deb hisoblasa bo'ladimi?

3. Syomka sistemasini tasniflashda qanday omillar asosiy?

4. Aerofotosuratning sifati qaysi parametrlari bo'yicha baholanadi?

5. Syomka paytida kosmik kemalar qanday orbitada harakatlanadi?

6. Aero- va kosmik syomka bir-biridan qanday farqlanadi?

7. Stereoskopik ko'rish o'tkirligini kuchaytirish mumkinmi?

8. Stereojuftlarni o'zaro orientirlashda nazorat nuqtalari kerakmi?

9. Fotogrammetrik stereomodel hosil qilish uchun qanday shart talab qilinadi?

10. Nima uchun fotogrammetrik stereomodelni tashqi orientirlashda nazorat nuqtalarini suratlarning o'zaro qoplanish zonasiga joylashtirish kerak?

11. To'g'ri deshifrovka belgilari nima?

12. To'ldiruvchi deshifrovka belgilari nima?

13. Avtomatik deshifrovka orqali aniq muammolarni hal qilsa bo'ladimi?

14. Fazoviy, spektral va radiometrik ruxsat etish qobiliyati nima?

15. Joyning raqamli modelini tuzish va undan foydalanish yo'llarini ko'rsating.

V BOB. MA'LUMOTLAR INTEGRATSIYASI

5.1. Karta ma'lumotlar manbai sifatida

5.1.1. Kartalarni kompyuter xotirasiga kiritish yo'llari

Hozirgi paytda kartalarni kompyuter xotirasiga kiritish uchun skanerlar va digitayzerlardan foydalaniladi.

Skaner orqali olingan ma'lumotlar o'ziga xos xususiyatlarga ega. Skanerning ruxsat etish qobiliyati ma'lumotlar sifatiga ta'sir etadi va uoshgan sari hosil bo'lgan ma'lumotlarning batafsilligi ham oshadi. Skanerlar shu ko'rsatkichi tufayli bir-biridan farqlanadi. Yuqori ruxsat etish qobiliyatini ta'minlaydigan skanerlar murakkab texnik vosita bo'lib, kartografik korxonalarda va ishlab chiqarish sohaslarida ishlatiladi.

Skanerdan foydalanib ma'lumotni olish uchun kartaning ortiqcha chiziqlarsiz buklanmagan holatda bo'lishi talab qilinadi. Ishlab chiqarishda kartaning o'rniga uning shaffof qog'oz (xostafan) dagi asosi ishlatiladi. Skaner ishlab turgan paytida tasvir qatorma-qator kuzatiladi va ma'lumot olinadi.

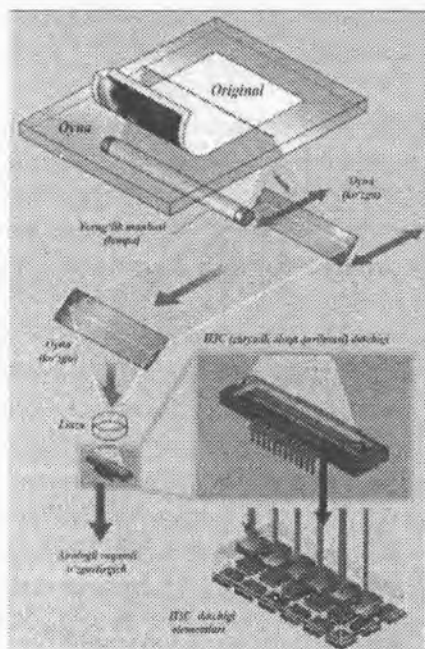
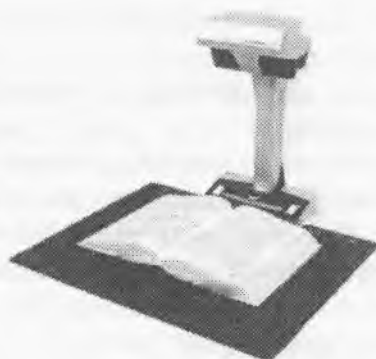
GAT da yuqori ruxsat etish qobiliyatiga ega skanerlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Skanerning ruxsat etish qobiliyati uning muhim ko'rsatkichi bo'lib, uni to'g'ri tanlash kartadagi tafsilotlarning batafsilligiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Ruxsat etish qobiliyatini tanlashga juda katta e'tibor berish kerak. Skanerdan foydalanganda skanerning ruxsat etish qobiliyati, tafsilotlarning batafsilligi va hosil bo'layotgan faylning hajmi bir-biriga to'g'ri proporsional ekanligini, ya'ni skanerlashda ruxsat etish qobiliyati qanchalik yuqori tanlansa, qolgan ko'rsatkichlar ham ortib borishini va aksincha bo'lishini nazarda tutish kerak. Skanerdan foydalanganda hosil bo'lgan tasvir va manbaning o'lchovi har doim ham bir xil bo'lmaydi. Kataklardan iborat bo'lgan tasvirning masshtabi ham o'zgaradi, chunki bir santimetrga to'g'ri keladigan piksellar soni to'liq son bo'lmazligi mumkin. Kartadagi chiziqlar kengligi 0,2 mm bo'lsa, skaner o'zining ruxsat etish qobiliyati pastligi sababli ularni bir-biridan ajratib ololmasligi mumkin.

Skaner avtomatik ravishda tasvirlarni o'qiydi va ularni kataklarga bo'lganday har bir katak uchun ma'lumotni raqamli tarzda alohida saqlaydi. Katakarning o'lchovi ma'lumotlarning batafsilligiga ta'sir qiladi. Ushbu usuldan foydalanib maydonli obyektlarni kompyuter xotirasiga kiritish va skaner yordamida yaratilgan ma'lumotlarni rastr formatda saqlash mumkin.

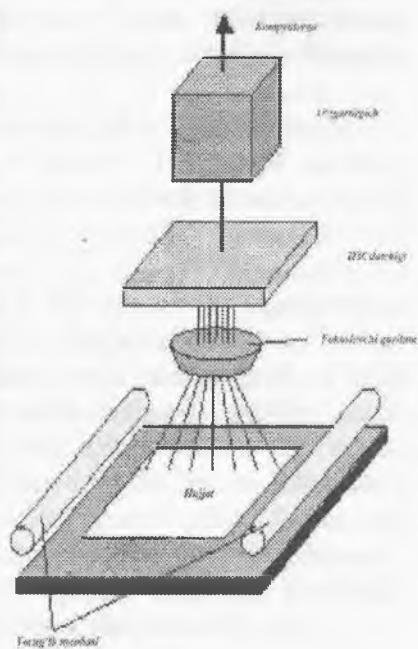
Skanerlar qo'l skanerlari, planshetli, rolikli, barabanli va proyeksion skanerlar ko'rinishida bo'lib, ular ruxsat etish qobiliyatiga qarab farqlanadi va DPI (Dots per inch— bir dyuymga to'g'ri keladigan nuqtalar soni) bilan o'lchanadi. Yuqori aniqlik talab qiladigan ishlar uchun bu ko'rsatkich darajasi 600 dan 1200 dpi gacha bo'lishi etarli hisoblanadi. Bugungi kunda planshetli skanerlarning A4 dan A0 gacha bo'lgan turli formatlari ishlab chiqarilmoqda.

Skanerga karta yoki boshqa bir tasvirni joylashtirib, skanerlash jarayoni boshlanadi. Karta joylashgan shisha yuzaning ostida harakatlanuvchi kareta joylashgan, unga nur beruvchi va qabul qiluvchi lazer trubka joylashtirilgan. Bu qurilma tasvirning har bir qatoridan qaytgan nurni qayd etadi va skanerlash tugagandan keyin tasvir kompyuter monitorida aks etadi, uni o'zgartirish, nashr qilish va turli xil disklarda saqlash mumkin. Skanerlarda kerakli tasvirning faqat ma'lum qismini ham skanerlash mumkin. Rolikli skanerlarda tasvir roliklar orasidan o'tadi va qo'zg'almas nur tarqatuvchi skanerlash vositasi orqali skanerlanadi va kompyuterga uzatiladi. Planshetli va rolikli skanerlar ancha arzon va keng tarqalgan, jumladan Contex, Vidar, Scangraphics, Hewlett Packard, Microtec rusumidagi skanerlarni ko'plab uchratish mumkin (5.1-rasm). Barabanli skanerlar aniqligi bo'yicha eng yuqori o'rinda turadi, lekin ularning narxi juda qimmat bo'lgani uchun (10 000 dan 200 000\$ gacha) keng tarqalmagan (5.3-rasm). Proyeksion skanerlar markaziy proyeksiyada ishlagani uchun aniqligi nisbatan pastroq, lekin juda tez ishlaydi (5.2-rasm).

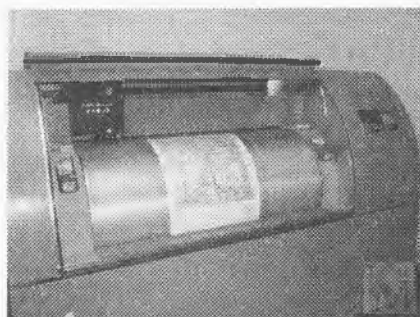
Boshqa rusumli skanerlarning ko'rinishlari 3.4, 3.5 va 3.6-rasmlarda keltirilgan.



5.1-rasm. Planshetli skaner va uning ishlash sxemasi



5.2-rasm. Proyeksion skaner va uning ishlash sxemasi



5.3-rasm.Barabanli skaner



5.4-rasm. Rulonli skaner



5.5-rasm.Dastlabki qo'l skaneri



5.6-rasm.Zamonaviy qo'l skaneri

Bundan tashqari, tasvirlarni raqamli ko'rinishga o'tkazishda digitayzerlardan ham foydalaniladi (5.7-rasm). Digitayzer bilan ishlaganda foydalanuvchi uni o'zi boshqaradi, ya'ni digitayzerni raqamli formaga o'tkazilishi kerak bo'lgan obyekt ustidan yuritib chiqadi, kompyuter esa hosil bo'layotgan yo'lning burilish nuqtalari koordinatalarini aniqlaydi va xotiraga qat'iy tartibda yozib boradi. Ko'rinib turibdiki, digitayzer nuqtali va chiziqli obyektlarning koordinatalarini kompyuter xotirasiga kiritishga moslashgan, uning yordamida vektor modelda ma'lumotlar bazalari yaratiladi.



5.7-rasm. Digitayzerlar (oddiy va ko'p funktsiyali)

Barcha nuqtalarning koordinatalari kiritilgach, GAT da ma'lumot tegishli fayllarda saqlanadi. GAT da koordinatalarni o'zgartirish funksiyalari mavjudligi hisobiga ushbu ma'lumotlarni kerakli sistemaga o'tkazish mumkin.

Hozirgi kunda digitayzerlarni alohida qurilma shaklida sotib olish shart emas. Mavjud GAT larda digitayzer funksiyasini bajaruvchi modullar o'rnatilgan. Ushbu modullarni ishga tushirib, oddiy kompyuter sichqonchasi yordamida skanerlangan tasvirni vektor formatga o'tkazish mumkin. Bunda tasvirni raqamli ko'rinishga aylantirish jarayoni bir necha bosqichdan iborat bo'ladi.

Birinchi bosqichda 3 yoki undan ortiq nuqta saralab olinadi. Ko'pincha GAT dagi dasturlar eng kamida 4 nuqta tanlashni talab qiladi. Bular bir-biridan ajralib turadigan nuqtalar bo'lishi kerak. Nuqtalarning koordinatalari, ya'ni ularning kenglik-uzoqligi yoki abssissa-ordinatasi ma'lum bo'lishi kerak. Ushbu nuqtalar kartaning geometriyasini aniqlash, matematik yo'l bilan kerakli koordinatalar sistemasiga o'tkazish va boshqa nuqtalarning koordinatalarini hisoblash uchun ishlatiladi. Ishning aniqligi nuqtalarning soniga bog'liq bo'lib, nuqtalar soni oshgan sari aniqlik ham ortib boradi. Ushbu jarayonni bir necha marta takrorlash tavsiya etiladi va bunda nuqtalar koordinatalari xatoligining o'rtacha arifmetik qiymatiga e'tibor berish lozim. Ushbu bosqichda ishlarni imkon darajasida yuqori aniqlikda bajarish talab etiladi, aks holda tasvirni ro'yxatga olishda yuzaga kelgan xatolar qolgan barcha nuqtaning koordinatalari aniqligiga ta'sir qiladi. Ushbu 4 ta nuqtalarning koordinatalari aniqlangandan so'ng kartani joyidan qo'zg'atmaslik

kerak va agar kerakli nuqtalar koordinatalari oxirigacha kiritilmagan bo'lsa, kelasi safar ishni boshidan taqrorlash lozim. Koordinatalari aniqlangan nuqtalar keyingi bosqichlar uchun tayanch nuqtalar hisoblanadi. Qog'ozda namlik yoki boshqa sabablar tufayli deformatsiya yuzaga kelib, kartadagi tasvir o'lchamlarini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun digitayzerda ishlash jarayonida bu bosqichda tanlangan nuqtalar koordinatalarini bir necha marta tekshirish tavsiya etiladi. Ushbu yo'l bilan tasvirni raqamli ko'rinishga aylantirish jarayonini nazorat qilish mumkin.

Ikkinchi bosqichda obyektlar bevosita kuzatiladi va digitayzer yordamida raqamli ma'lumot yaratish usullaridan foydalaniladi. Ulardan biri bo'lgan nuqtalar usulida har bir nuqta alohida belgilanadi, nuqtalar esa tasodifiy saralanadi. Ikkinchi uzluksiz usulda kursor obyekt konturi ustidan yurgiziladi. Bunda dastur digitayzerdan kelayotgan ma'lumotlarni konturning burilish nuqtalari koordinatalari hisoblab boradi. Dastur bu jarayonni avtomatik tarzda bajaradi va nuqtalar soni ma'lum vaqt oralig'i uchun belgilanishi mumkin, masalan, 1 sekundda 10ta nuqta. Uzluksiz usulda ko'p ortiqcha nuqta hisobga olinadi, lekin bitta nuqta ikkinchi martaqayta kiritilmaydi. Bu bosqichda kompyuter xotirasiga kiritilgan nuqtalarning koordinatalari vaqti-vaqti bilan tekshirib turiladi. Nuqtalar koordinatalarini kiritgach, ularning atributlari ham kiritiladi. Har bir kiritilgan chiziqda boshlang'ich va oxirgi nuqtalar belgilanishi shart. Maydonli obyektlar, misol uchun, ko'llar va mamlakatlar chegaralari chiziqlar shaklida bo'lib, kompyuter xotirasiga kiritilganda oxirgi nuqta boshlang'ich nuqtaga bog'lanishi kerak.

Ish oxirida barcha nuqtalar qayta tekshiriladi va tahrir qilinadi. Digitayzerning o'zida hamda GAT ichida maxsus modullar mavjud bo'lib, ular yordamida nuqtalarni qo'shish yoki o'chirib tashlash, joyini o'zgartirish kabi masalalarni yechish mumkin.

Ma'lumotlar tekshirilib tahrirdan o'tganidan keyin GAT da saqlanishi mumkin. Yuqorida aytib o'tganimizdek, ko'pchilik GAT larda digitayzer bilan ishlash va olingan ma'lumotlarni tahrir qilish uchun alohida modullar mavjud. Ma'lumotlardagi xatolarni yo'qotish topologiyaga asoslangan holda olib boriladi.

Digitayzer bilan ishlashda bir necha muammolar mavjud va ularning asosiylari sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

- ko'p kartalar digitayzerlarni ishlatishga mo'ljallanmagan;
- qog'ozli kartalardan foydalanilganda bog'lovchi nuqtalarni har bir seansda qaytadan kiritish zarur;
- karta buklangan bo'lsa, nuqtalarning joyi va koordinatalari o'zgaradi;
- paydo bo'lgan xatolar ma'lumotlar bazasiga nazoratsiz kiritiladi;
- manbadagi xatolik darajasi olinayotgan ma'lumotlarning aniqligiga jiddiy ta'sir qiladi.

5.1.2. Rastrni koordinatali bog'lash (Georeferencing)

Har qanday nashr qilingan kartadan yoki boshqa ma'lumotlardan raqamli karta tuzish uchun manba sifatida foydalananimizda ularning rastr formatlarini koordinatali bog'lash kerak bo'ladi. Barcha GAT larda bu ish dastlabki bosqichda va turli ko'rinishlarda bajarilishi mumkin. Shunday bo'lishiga qaramasdan ularda umumiy o'xshashlik mavjud. Masalan, karta qanday proyeksiyada tuzilgan bo'lsa, o'sha proyeksiyani tanlash, tayanch nuqtalarning soni 4 tadan kam bo'lmasligi sharti, ro'yxatga olish xatosining kichik bo'lishiga harakat qilish, o'lchov birliklarini to'g'ri tanlash va h.k.

Rastrni koordinatali bog'lash bosqichi tasvirni ro'yxatga olish deb ham yuritiladi.

Tayanch nuqtalar sifatida topografik to'r chiziqlarining kesishish, yerdan foydalanish chegaralari va daryolarning burilish nuqtalari, yoki nuqta shartli belgisi bilan ifodalangan aholi yashaydigan joylar belgisi qabul qilinishi mumkin. Bunda tayanch nuqta koordinatalarini bevosita manba sifatida foydalanilayotgan kartaning o'zidan yoki shu hududning yirikroq masshtabli topografik kartasidan aniqlash mumkin. Koordinatalarni boshqa kartadan aniqlaganda tayanch nuqtaning o'рни ikkala kartada ham aniq ko'rinib turganligiga alohida e'tibor qaratish lozim. Aks holda yirik masshtabda aniqlangan nuqtaning o'рни nisbatan mayda masshtabda topilmasligi yoki xatolik bilan kiritilishi mumkin. Tayanch

nuqtalarning soni qanchalik ko'p bo'lsa, aniqlik shuncha yuqori bo'ladi, lekin ularning soni 4 tadan kam bo'lmasligi kerak. Bunda kiritilgan tayanch nuqtalar koordinatalari orasidagi xatolikka ham e'tibor berish kerak. Nazariy jihatdan xatolik 0 gateng, bunday natijaga erishish uchun qayta ishlanayotgan karta va koordinatasi aniqlangan kartalarning masshtablari imkon darajada bir xil bo'lishiga harakat qilish kerak. Lekin amalda har doim ham bunday natijaga erishib bo'lmaydi va imkon darajasida kartaning maqsadi va kimlar uchun mo'ljallanganiga bog'liq holda uning qiymati kichik bo'lishiga harakat qilinadi.

Tasvirni ro'yxatga olish yoki koordinatali bog'lash jarayoni bar bir loyiha uchun bir marta dastlabki bosqichda bajariladi. Koordinatalarning o'zgartirilishi rastrdan hosil bo'lgan va hosil bo'lishi kerak bo'lgan raqamli karta qatlamlarining koordinatalari bir-biriga mos kelmasligiga olib keladi. Agar shunday holat sodir bo'ladigan bo'lsa, yuqori aniqlikka erishish uchun barcha ishni qaytadan boshlashga to'g'ri keladi.

Ushbu jarayon natijasida hosil bo'layotgan raqamli kartaga haqiqiy koordinatalar uzatiladi. Natijada ushbu raqamli karta orqali turli xil hisoblash ishlarini olib borish mumkin.

5.1.3. Kartografik ma'lumotlarni qo'lda va avtomatik tarzda raqamlash

Qog'ozda chop etilgan kartani raqamli ko'rinishga aylantirishning bir qancha texnik usullari mavjud. Ular kod va fayllar tuzilishi bilan bir-biridan farq qiladi. Bundan tashqari, turli usullarda yaratilgan GAT dagi ma'lumotlarning tuzilishi ham bir-biridan farq qiladi. Kompyuterda ma'lumotlar fizikaviy struktura sifatida saqlanadi va fizikaviy struktura (tuzilma) kompyuter xotirasining disk va RAM qismlari ishlab turishini bildirib, fayl va direktori y larda kartografik va atributiv ma'lumotlar saqlanadigan yo'lni ko'rsatadi.

Fizikaviy darajada kartografik axborot raqamlardan iborat bo'lib, fayllarda tartibli qatorlar sifatida saqlanadi. Bunday raqamlarni saqlashning 2 ta yo'li bor. Birinchi yo'li har bir raqam binar holatda yoki bitlarda faylda saqlanadi. Eslatib o'tamiz, 8

bitdan iborat qator bayt deb nomlanadi va u 0000 0000 dan boshlab 1111 1111 gacha hamma bor raqamlarni o'z ichiga oladi. Ikkinchi yo'li esa ASC11 kod orqali saqlashdir.

Diskret tipli kodlovchi moslama A4 dan A0 formatli planshetlardan va "+" shakldagi vizirli kattalashtiruvchi linza, qalam yoki ko'rsatkich shaklli tig'dan iborat bo'lib, kodsizlovchi mantiqiy qurilma bilan kabel orqali bog'lanadi. Planshetning ishchi yuzasi ostida perpendikulyar holda to'r shaklida joylashgan mis simlardan iborat o'tkazgichlar joylashgan.

Har bir o'tkazgichga ma'lum ikkilamchi juftlangan kodli signal uzatiladi. U vizir yoki ko'rsatkich bilan induktiv kontur yordamida qabul qilinadi. Digitayzer elektron tuzilmasi vaqti-vaqti bilan o'tkazgichlaridan elektr impulsini yuborib turadi va konturning burchagiga sichqoncha olib borilib belgilanganda bu impuls qabul qilinadi. Har bir digitayzer o'zining koordinatalar sistemasiga ega bo'lganligi sababli obyektning X va U koordinatalari qabul qilingan indikator orqali aniqlanadi. Buning uchun operator vizir yoki ko'rsatkichni tasvirning qandaydir nuqtasi bilan mos keltirib, uning koordinatalarini aniqlashiva belgilashi natijasida buyruq beriladi. Egri chiziqlar siniq bo'laklarga aylantiriladi, to'g'ri chiziq esa boshlang'ich va oxirgi nuqtalari bilan ifodalanib chiziladi. Digitayzerlarning eng oxirgi modellari 0,1 mm aniqlikda nuqtaning koordinatalarini aniqlashga imkon beradi.

Nuqtaning koordinatalarini aniqlashning akustik prinsipiga asoslangan digitayzerlar ham mavjud. Ko'rsatkichning uchiga vaqti-vaqti bilan uchqun beradigan ikki elektrodli nurli datchik o'rnatilgan. Planshetning yon tomoniga berkitilgan sezgir mikrofonlardan olingan buyruqlar asosida hisoblovchi mexanizmlar uchqun chiqishi va ovozli buyruq orasida o'tgan vaqtni hisoblab, nuqtalarning koordinatalarini aniqlaydi.

Nuqtali prinsipga asoslangan digitayzerlarning ko'pchiligi mantiqiy jadvallar – menyular bilan jihozlangan, bu esa operatorga har bir nuqtaga tegishli atributni berish imkonini yaratadi, masalan, qaysi nuqta qishloq xo'jaligining qanday sifatli Yerlariga tegishli va h.k. Bundan tashqari, ko'pchilik digitayzerlar raqamlash ishlarini etarli darajada aniq bajarish uchun turli darajada kattalashtiruvchi

linzalar, aniq ko'rsatkichli "+" shaklli vizirlar, yoritiladigan nuqtalar bilan jihozlangan.

Aniqlangan koordinatalar va berilgan maxsus mazmun to'g'ridan-to'g'ri kompyuter xotirasiga yoki ma'lumotlarni saqlashning tashqi jamlovchilariga yozib boriladi.

Qo'lda digitallash texnologiyasi ko'proq operatorning qo'l mehnatini va ko'p vaqt talab qiladi, lekin u qator afzalliklarga ham ega:

1. Raqamlashning aniqligi juda yuqori (0,05mm gacha).
2. Tasvirni qismlarga bo'laklash imkoniyati bor, bu mavzuli karta tuzishda juda muhim ahamiyatga ega.
3. Eski va o'ta ifloslangan planli – kartografik materiallar bilan ishlash imkoniyati mavjud.
4. To'g'ridan-to'g'ri vektor shakldagi axborot olinadi va kompyuter dasturida bevosita foydalanilishi mumkin.
5. Usul nisbatan ancha arzon.

Qo'lda digitallash ishlari bajarilayotganda egri va to'g'ri chiziqlar operator tomonidan alohida bosh nuqtasidan boshlab to oxirigacha yoki boshqa bir chiziq bilan tutashgan joyigacha chizib chiqiladi. Boshqa chiziqlarni chizish uchun ko'rsatkich qo'lda qayta o'rnatiladi.

Hozirgi vaqtda grafik axborotlarni raqamli ko'rinishga keltirishning uchta usuli mavjud: nuqtali, chiziqli va skanerli. Nuqtali usulda planshet orqali obyektlarni raqamlash jarayoniga digitalizatsiya (ingl. *digit*–raqam) deyiladi. Qo'l bilan yoki chiziqli usulda digitallashda inson axborotlarni oldin saralash hamda turli plan, karta va chizmalarga maxsus tayyorgarliksiz ishlov berish imkoniga ega.

Vektor modellarning eng keng tarqalgani –bu "spagetti" modelidir. Bunda nuqtalar juft koordinatalar (x,y), chiziqlar juft koordinatalar qatori, poligonlar esa yopiq chiziqlar juft koordinatalar qatori yordamida ifodalanadi. "Spagetti" modelida qo'shni poligonlar chegarasi ikki marta tasvirlanadi, ushbu holat kompyuter xotirasidan samarasiz foydalanishga olib keladi va ayrim hollarda bu qo'shni chegaralarning ustma-ust tushmaslik holatlari kuzatiladi. Natijada ma'lumotlardan foydalanishda qator muammolar kelib

chiqadi. Shuning uchun hozirgi kunda “spagetti” modeli asosida “topologik” model yaratilgan. Topologik modelda qo’shni chegaralar hech qachon qaytarilmaydi va qo’shni poligonlar uchun bitta chegara shaklida o’tadi. Ushbu modelda kompyuter xotirasidan unumli foydalanish bilan birga uning asosida yaratilgan ma’lumotlar asosida ko’p tarmoqli masalalarni yuqori aniqlikda yechish imkoni mavjud.

Topologik modelning “spagetti” modelidan asosiy farqi shundaki, bunda Yerda nuqtalarning juft koordinatalari bilan birga topologik atributiv ma’lumotlar (masalan, tugun nuqtalar yoki yoy uchun) beriladi.

5.1.4. Ma’lumotlarni tekshirish

Kodlash jarayoni GAT ga ma’lumot kiritish bosqichining bir qismidir. Uning natijasida nuqtalarning koordinatalari to’g’risida ma’lumot yaratiladi. GAT da saqlanadigan har bir element to’g’risidagi ma’lumotlarni ham kompyuter xotirasiga kiritish kerak va albatta, ularni ham raqamli ko’rinishda kiritish talab qilinadi. Kartaga nazar tashlasak, unda turli xil ma’lumotlar har xil usuldan foydalanib ko’rsatilgan. Masalan, daryolar uchun ularning nomlari, chuqurligi, kengligi, oqim tezligi, ko’prik va boshqa inshootlarning mavjudligi kabi ma’lumotlar berilgan. Oldingi bo’limlarda atributlar jadval ko’rinishida kompyuter xotirasida oddiy fayllar ko’rinishida saqlanishi va karta bilan bevosita bog’langanligi haqida ma’lumot bergan edik. Shunga ko’ra jadval va uning qatorlari kartada berilgan elementlar, ustunlari esa ushbu elementlarning ko’rsatkichlari hisoblanadi.

Ma’lumotlarni kiritishning muhim bosqichi– kiritilgan ma’lumotlarni tekshirish va tahrir qilib borishdir. Ayrim hollarda bu ishlar ma’lumotlarni kiritishga qaraganda ko’proq vaqtni talab qiladi. Xatolar birorta yozuvni, ma’lumotni umuman o’chirishi yoki tahrir qilib yo’qotishim mumkin. Demak, ma’lumotlar kiritish paytida xatolar vujudga kelishiga yo’l qo’ymaslik, chiziqlar va maydonlarni alohida e’tibor vadiqqat bilan kiritib, ekranda hosil bo’layotgan tasvirni kuzatib borish lozim. Oxirigacha chizilmagan chiziq yoki ochiq qolgan maydon xato borligini bildiradi.

Noto'g'ri parametrlarni o'rnatish natijasida ham xatolar vujudga kelishi mumkin. Bunday xatolar sistematik xarakterga ega bo'lganligi, ya'ni bir xil miqdor yoki tartibda takrorlanishi tufayliularni aniqlash va to'g'rilash oson. Ularni tasvir shaklining buzilishi, masshtabni noto'g'ri belgilash natijasida birorta yo'nalishda shaklning cho'zilib yoki kichrayib ketishi orqali aniqlash mumkin.

Tasodifiy xatolar esa texnik vosita yoki dasturning xatosi oqibatida yuzaga keladi. Ushbu turdagi tez-tez uchrab turadigan xatolar 5.8-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdagi vaziyat texnik vosita yoki dasturning xatosi tufayli haqiqiy koordinatalar o'rniga 0 yoki juda katta miqdordagi ko'rsatkich kiritilganda hosil bo'ladi. Chiziqli yoki nuqta ikki marta taqrorlanib kiritilsa, chiziqli oxirigacha etkazilmasa yoki nuqtalar birlashtirilmay qoldirilsa, paydo bo'lgan xato operatorning xatosi hisoblanadi va bu vaziyatda xatolar kam bo'lsa, ish tahrir qilinadi, aks holda qaytadan bajariladi.

Texnik vosita yoki dasturning xatosi oqibatida chiziqli koordinatalari 0,0 qilib kiritilgan	Operator xatolari:	
	nuqtalar oxirigacha etkazilmagan	chiziqli takrorlanib o'tkazilgan

5.8-rasm. Raqamlash jarayonida yuzaga keladigan xatolar



5.9-rasm. Haqiqiy va xato bilan o'tkazilgan chiziqlar orasida sistemaning dasturi yaratgan kichik "xatolik poligonlari"

Kartaning topologiyasi chiziqlarni birlashtirishni, ayrim shakllarni barpo etish va nuqtalarni maydonlar ichida joylashtirishni bildiradi. Ko'pgina dasturlar shunday ishlarni bajara oladi va bir-biriga yaqin bo'lgan nuqtalarni avtomatik yo'l bilan birlashtirishga harakat qiladi. Agar nuqtalar noto'g'ri kiritilgan bo'lsa, kichik shaklda ortiqcha "xatolik poligonlari" hosil bo'ladi (5.9-rasm). Agar poligonlar soni ortib ketsa, demak, xato bor.

Hosil bo'lgan tasvirni tahrir qilish orqali tuzilayotgan shakllarga rang berish va rang orqali nuqtalarning joylashishini tekshirish hamda to'g'rilash mumkin. Tasvirni printer yoki plotterdan chiqarish yo'li bilan bunday xatolarni oson aniqlasa bo'ladi.

Shu bilan birga tahrirlash ishlarida koordinatalar, atributlar (jadvallar qatorma-qator kuzatilib, atributlarning nomlari va ko'rsatkichlari solishtiriladi) ham tekshirib boriladi va bu ko'p vaqt talab qiladi. GAT da yozuvlarni maydon ichiga yoki chiziq yonida joylashtirish funksiyasi bo'lib, u atributlardagi xatolarni aniqlashga yordam beradi. Yuqorida ko'rsatilganidek, koordinatava atribut

ma'lumotlari bir-biriga bog'liq va ulardan birining to'g'rilanishi natijasi ikkinchisiga ham avtomatik ravishda ta'sir qiladi.

Koordinata va atributlar to'g'ri kiritilganligini ularning mantiqiy aloqadorligi orqali tekshirish lozim. Buni chiziqlar bo'g'in nuqtalarda birlashtirilganligi, chiziqlar tartibi to'g'riligi, tashqi va ichki maydonli shakllarning bir-biriga mosligi kabi kartaning geometrik elementlari yordamida tekshirish mumkin.

Ma'lumotlar aniqligi deganda ularning fazoviy joylashishining aniqligini tushunish kerak, ya'ni kartadagi obyektning joylashishi haqiqiy joylashishiga nisbatan to'g'ri bo'lishi kerak. Raqamli ko'rinishga aylantirilgan kartada albatta "eng aniq karta"ga nisbatan xatolar mavjud. Tuzilayotgan kartaga nisbatan aniqligi yuqori bo'lgan karta yoki dalada yuqori aniqlikda olingan ma'lumotlar bilan solishtirish yo'li bilan fazoviy joylashish xatosini aniqlash mumkin.

Fazoviy aniqlikdan tashqari ma'no aniqligini ham tekshirish va tuzatish talab qilinadi va raqamli kartada obyektlarning nomlari, ularning ko'rsatkichlari, toifalarga bo'linish asoslarini to'g'ri ko'rsatish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bunday tekshirishlar va tuzatishlarni avtomatik ravishda bajarish imkoni bor, chunki ma'lumotlar kompyuterning ma'lumotlar bazasiga kiritilgan va geografik axborotni idora qiluvchi sistema bunday ishlarni bajara oladi.

Albatta, kartadagi muhim matematik elementlar to'g'ri belgilangan holda kompyuterga kiritilishi kerak. Raqamli kartaning aniqligi va sifati uni yaratish uchun manba sifatida ishlatilgan kartaning masshtabi va proyeksiyasiga, mazmuniga bog'liq bo'lganligisababli undan yaxshiroq bo'la olmaydi. Kartadagi elementlarni raqamli ko'rinishga aylantirishda nuqtalar orasidagi masofa joydagi 10 metr masofadan kam bo'lmasa, bunday kartadagi ma'lumotlarni aniqligi yuqoriroq bo'lgan kartalar bilan solishtirish mantiqqa to'g'ri kelmaydi. Demak, raqamli kartalarda qog'ozda chop etilgan kartalardagi xatolarga o'xshash xatolar va ularning taqsimlanish qonuniyati mavjud. Shu sababli raqamli kartaning imkoniyati va sifatlarini to'g'ri tasavvur qilish maqsadga muvofiqdir.

Kartani raqamli ko'rinishga aylantirish jarayonida xatolarning soniga bog'liq holda tahrir imkoniyatlari chegaralanadi. Xatolarni kamaytirish maqsadida quyidagi ishlarni bajarish lozim:

- hamma mavjud chiziqlarning tutashtirilganligini tekshirish;
- hamma bor poligonlar yopilganligini tekshirish.

Xatolarni qanday qilib topish mumkin? Tajriba shuni ko'rsatadiki, raqamli ko'rinishga aylantirishda talab darajasida oddiy shartlarga muvofiq ish olib borilsa, xatolarning oldini olish mumkin, ya'ni poligonga rang berish, printerdan chiqarib manba bilan solishtirish hamda yozuvlarning poligonlarga va chiziqlarga mos kelishini tekshirish lozim.

Aniqlik va to'g'rilikni aniqlash yo'llari quyidagilar:

- Obyektlarning joylashishi yoki boshqacha aytganda, ularning koordinatalari yuqori aniqlikka ega bo'lgan karta yoki GPS kuzatishlar natijalari bilan taqqoslash yo'li bilan tekshiriladi.

- Atributlarning to'g'riligi ma'lumotlarning tegishli obyektlarga mosligini tekshirish yo'li bilan aniqlanadi. Ma'lumotlar bazasida tekshirishni avtomatik ravishda ham bajarish mumkin.

- Manbaning masshtabi ma'lumotlarning aniqligiga ta'sir qiladi.

Kartografik tasvir generalizatsiya qilinganligi sababli obyektlarning joylashishi va tasnifi aniqligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Agar mayda masshtabli manbadan foydalanilgan bo'lsa, hosil bo'lgan raqamli ma'lumotlarni yirik masshtabli karta bilan solishtirish noto'g'ri.

Xatolarni avtomatik tarzda tekshirish va tuzatishda GAT ga ma'lumotlar bazasidagi xatolarning katta-kichikligini va ularning taqsimlanish qiymatini belgilab berish kerak. Odatda, xatolar vujudga kelishining asosiy sababi raqamli ko'rinishga aylantirish usullari va jarayonlaridan noto'g'ri foydalanish bilan bog'liq. Ayrim xatolar ma'lumotlarni qayta ishlash, saqlash, boshqarish va tahlil qilish paytida ortib boradi.

Fazoviy ma'lumotlarning aniqligini tekshirishda quyidagilarga e'tibor berish lozim:

1. Fazoviy ma'lumotlar bazalarining aniqligi to'g'risida gap ketganda ma'lumotlarning o'ziga xos aniqligi va ma'lumotlar bazasining aniqligini bir-biridan ajratish lozim.

2. Ma'lumotlar aniqligi deganda hisoblangan ko'rsatkichlarning haqiqiy ko'rsatkichlarga yaqinligini tushunish kerak. Fazoviy ma'lumotlar ko'pincha umumlashtirilgan bo'ladi va shu sababli ularning haqiqiy ko'rsatkichlarini aniqlash oson ish emas. Odatda, amaliyotda kuzatilgan yoki o'lchangan ko'rsatkichlar haqiqiy va eng aniq deb qabul qilinadi, lekin har doim ham bunday ma'lumotlar mavjud bo'lavermaydi. Misol uchun, raqamli kartada berilgan poligon chegarasi uzunligini hisoblash vaqtida aniqlikni tekshirish uchun ushbu ko'rsatkich faqatgina manba sifatida foydalanilgan kartadagi hisoblangan chegara bilan solishtirilishi mumkin, chunki bunday chegaralar haqiqatda mavjud emasligi sababli natijalarni daladagi tekshirishlar bilan taqqoslashning imkoni yo'q. Bundan kelib chiqadiki, ma'lumotlar bazasining va undagi ma'lumotlar asosida hisoblangan natijalarning aniqligi har doim bir xil emas.

3. GAT larning hisoblash aniqligi juda yuqori, lekin bu ko'rsatkich kiritilgan manba aniqligi bilan chegaralanadi, ya'ni kiritilgan fazoviy ma'lumotlarning aniqligi GAT ning imkoniyatlaridan pastroq turadi. Shu sababli kiritilayotgan fazoviy ma'lumotning aniqligiga bog'liq holda GAT ning imkoniyatlaridanto'liq yoki qisman foydalanishimiz mumkin. Bu natija bizni qanoatlanira olishi yoki olmasligi quyidagi savollarning javobiga bog'liq bo'ladi:

- Aniqlikni kanday qilib o'lchash mumkin?
- Xatolarning taqsimlanishini qanday qilib kuzatish mumkin?
- Talab qilinadigan aniqlikni etarli va kerakli darajada qanday ta'minlash mumkin?

- Ma'lumotlarning sifatini nima bildiradi?

Raqamli ma'lumotlarning aniqligini izohlaydigan standartlar mavjud bo'lib, ular ma'lumotlar sifatini bir necha tomondan izohlaydi:

- joylashish aniqligi;
- atributlar aniqligi;
- mantiqiy mosligi;
- to'liqligi;
- yaratish jarayonlari.

Joylashish aniqligi obyektning joylashishi to'g'risidagi axborotning haqiqiy koordinatalarga mosligini bildiradi. Misol uchun, kartada obyektlar 0,1 mm aniqlik bilan ko'rsatiladi va joyda 1:25000 masshtabdagi kartadan foydalanilgan bo'lsa, bu ko'rsatkich 2,5 metrga to'g'ri keladi, agar 1:250000 masshtabdagi kartadan foydalanilgan bo'lsa, 25 metrga to'g'ri keladi. Ma'lumotlar bazasida 1:25000 masshtabda kartalardan olingan ma'lumotlar shartli aniqligini 0,01, 0,01, 0,001 ga teng deb hisoblash bo'ladi, lekin bunday aniqlikka erishish uchun yuqori aniqlikka ega bo'lgan manbadan, ya'ni yirikroq masshtabdagi karta, GPS kuzatishlari, dala o'lchash natijalaridan foydalanish lozim. Bu yerda raqamlash jarayonidan oldin bajariladigan kartani ro'yxatga olish bosqichida yo'l qo'yilgan xatolikni ham hisobga olish kerak. Boshqacha aytganda, kartaning umumiy o'rtacha aniqligi uni ro'yxatga olish jarayonida yuzaga keladigan o'rtacha kvadratik xato orqali topilishi mumkin.

Atributlar aniqligi deganda uning haqiqiy ko'rsatkichlarga mosligini tushunamiz. Obyektning joylashishi to'g'risidagi axborot davr mobaynida o'zgarishlari mumkin, lekin atributlar o'zgaruvchan bo'ladi. Shu sababli ularning aniqligi turli yo'llar bilan hisoblanadi. Uzlüksiz obyektlar (yuzalar) uchun kuzatish yoki o'lchash xatosi qabul qilinadi. Misol uchun, balandlik kuzatish aniqligi 1 metrga teng.

Sifatko'rsatkichlari qator uchun quyidagi savollar asosida tekshiriladi:

- Obyektlarning toifalari etarli aniqlikda va haqiqatga mos holda belgilanganmi?

- Obyekt kerakli toifaga to'g'ri kiritilganmi? Misol uchun, do'kon sportmaydoni o'rniga kiritilmaganmi?

Agar ikki xil tuproq yoki o'simliklarning "A" turi maydonning 70% ini va "B" turi maydonning 30% ini egallasa, bunday poligon "A" deb belgilanadi. Bunday ikki tur egallab turgan maydonlar orasidagi chegarani aniqlash oson emas. Poligonning markazida "A" tur bo'lishi mumkin, lekin chetlarida "B" turni uchratish ehtimoli ko'proq.

Atributlarning aniqligini tekshirish yo'li quyidagicha ham bo'lishi mumkin: noto'g'ri toifalarga ajratish va matritsani tuzish yo'li taklif qilinadi, ya'ni tasodifan saralangan nuqtalarni tekshirib, ma'lumotlar bazasiga ko'ra tegishli toifasi aniqlanadi, ularni dadadagi kuzatishlar bilan solishtirib, aniqligi va to'g'riligi tekshiriladi.

Mantiqiy moslik deganda topologik muvofiqlikni tushunamiz. Boshqacha aytganda, mantiqiy moslik quyidagi belgilar yordamida tekshiriladi:

- bazadagi ma'lumotlarning(nom) atamalarga mos kelishi;
- poligonlar bo'lsa, ularning chegaralari yopiqligi;
- poligon ichida faqat bir turdagi belgi mavjudligi;
- chiziqlar tutashgan joylarda nuqtalar borligi;
- chiziqlar nuqtasiz tutashganligi.

Ma'lumotlarning to'liqligi axborotning sifatito'g'risidagi ko'rsatkich bo'lib, bazaga obyektgategishli barcha ma'lumotlar kiritilganligini, saralash tartibi, umumlashtirish qoidalari va masshtab ta'siri e'tiborga olingani yoki olinmaganligini bildiradi.

Ma'lumotlarning sifati va aniqligiga ularni yaratishdagi jarayonlar tartibi, bajarilgan ishlarning mohiyati va mazmuni, tanlangan aniqlik parametrlari katta ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli ma'lumotlar sifati va aniqligini baholashda quyidagilarga e'tibor berish lozim:

- Qaysi usullar yordamida raqamli ko'rinishga aylantirilgan?
- Qanday manba turlaridan olingan?
- Qaysi ma'lumotlar to'plangan?
- Qaysi tashkilotning ma'lumotlari to'plangan?
- Ma'lumotlar bazasi qanday jarayonlar yordamida barpo etilgan?
- Ma'lumot qanday qilib qayta ishlangan?
- Ma'lumotlar tahrir qilinganmi va u qanday tartibda bajarilgan?
- Hisoblangan natijalarning aniqlangan miqdori nimaga teng?

Ma'lumotlar bazasini barpo etishda vujudga kelgan xatolarni bir necha guruhga ajratish mumkin:

1. Obyektning joylashish xatolari ishlatilgan usulga bog'liq. Amaliyotda ko'proq geodezik nazorat, GPS aerokosmik usullaridan foydalaniladi. Geodezik nazorat eng aniq usul, lekin ayrim hol-

lardama'lumotlarni geodezik tayanch nuqtalariga bog'lashda qiyinchilik tug'iladi (ayniqsa, joy topografik jihatdan yaxshi o'rganilmagan bo'lsa). GPS orqali xatolarni aniqlash zamonaviy usullardan biri bo'lib, amalda undan topografik jihatdan yaxshi o'rganilmagan hududlarda ko'proq foydalaniladi. Aerokosmik suratlar ham obyektning joylashishi bilan bog'liq xatolarni, ayniqsa, yuqoridagi ikki usulni qo'llab bo'lmaydigan hududlarda (tog'lik, botqoqlik va h.k.) tekshirish uchun mos keladi. Matn tarzidagi izohlar esa past aniqlikka ega va ular ishonchsizdir (masalan, «chegara daryo o'rtasidan o'tadi» degan izoh aniqlikni tekshirishga yordam bermaydi).

2. Kartani raqamli ko'rinishga aylantirish usullariga ko'ra yuzaga keladigan xatolar. Bunday xatolar, o'z navbatida, qo'llanilayotgan texnik vosita va operatorga bog'liq. Birinchi holatda digitayzerda chiziqning burilish nuqtalari koordinatalari aniqlanib kompyuterga kiritiladi va bu usulda xatolik tanlangan parametr va digitayzer bilan ishlash usuliga bog'liq. Ikkinchi holatda operator xatolarga sababchi bo'ladi. Masalan, raqamlash jarayonida operatorga chiziq yaxshi ko'rinmasa, chiziqning joylashishi xato bilan kuzatiladi va kiritiladi. Bunday xatoni aniqlash va to'g'rilash oson emas. Ko'pincha ushbu xato 0, 5 mm dan oshmaydi va u haqiqiy chiziq va uning raqamli ko'rinishga aylantirilgan chizig'ini solishtirish yo'li bilan topiladi.

3. Tasvirni ro'yxatga olish jarayonidagi va nazorat nuqtalarining joylashish xatosima'lumotlar bazasi aniqligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ushbu xato keyingi bajarilgan barcha jarayonlarga o'z ta'sirini o'tkazadi va odatda sistematik xarakterga ega.

4. Koordinatalarni qayta ishlash natijasida yuzaga keladigan xatolar.

5. Atributlardagi xatolar daladagi kuzatishlar va ularni qayta ishlash natijasida vujudga keladi. Lekin mavjud qayta ishlash natijalarini dalada tekshirib bo'lmaydi. Aerosuratdan olingan ma'lumotlar ham xato bo'lishi mumkin.

6. Kartani yaratish jarayonida mazmun va ko'rsatkichlar umumlashtirilishi natijasida xatolar kelib chiqadi. Masalan, temir yo'l bilan avtomobil yo'liustma-ust tushmasligi uchun ko'pincha

avtomobil yo'lining joyi o'zgartiriladi, ya'nichiziqlar to'g'rilab chiziladi va elementlar joyio'zgaradi.

7. Qayta ishlash natijasida yuzaga keladigan xatolar, ya'ni mantiqiy, umumlashtirish, izohlash, matematik, past darajadagi hisoblashlar xatolari, vektor ma'lumotlarni rastrga aylantirish natijasida yuzaga kelgan xatolar.

Tasvirni ro'yxatga olish jarayonida yuzaga keladigan xatoliklar loyihada saqlanadi va undan raqamli ma'lumotlarning aniqligi va sifatini tekshirish maqsadida foydalaniladi.

Rastr ma'lumotlarda har bir uyada saqlanadigan ma'lumot ayrim ehtimollik bilan ko'rsatilgan, deb hisoblanadi. Masalan, joyning raqamli modelida rastr ichida balandlik noaniqligi tufayli doimiy ko'rsatkich deb hisoblanadi va ushbu ko'rsatkich izohda faqat bir marta saqlanadi. Aerokosmik ma'lumotlarda ruxsat etish qobiliyati va batafsilligiga ko'ra obyektlarni toifalarga ajratish ehtimoli o'zgarib turadi. Ruxsat etish qobiliyati va batafsillik qancha yuqori bo'lsa, obyektlarni toifalarga ajratish darajasi ehtimollikdan aniqlikka o'zgarib boradi va aksincha.

Vektor ma'lumotlarda esa xatoliklar qiymati kartaning o'zida, obyektlarning guruhi yoki sinfi, poligonlar, chiziq yoki yoy, nuqtalarda saqlanishi mumkin. Bu yerda ulardagi xatoliklarning qiymatlari bir-biriga teng emas. Boshqacha qilib aytganda, nuqtaning xatoligi undan barpo etilgan yoyning xatoligiga teng emas, lekin chiziq xatoligi bilan shu chiziq yordamida yaratilgan poligon xatoligi bir-biriga teng.

5.2. Ma'lumotlarning turi va tarkibi

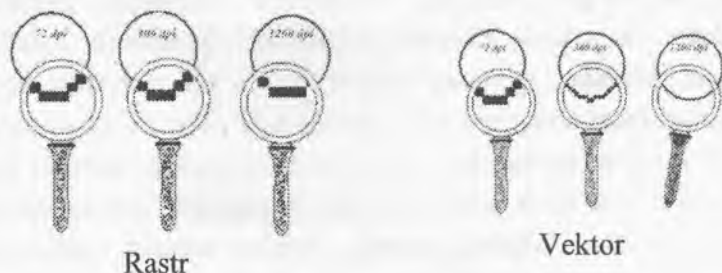
GAT rastr va vektor formatdagi ma'lumotlar bilan ishlay oladi.

Rastr tasvir – surat, fotosurat yoki boshqa grafik materiallarni rastr nuqtalar yig'indisi shaklida kompyuterda tasvirlashdir. Rastr tasvir piksel (*pixel* – tasvir elementi) deb ataluvchi rangli yoki oq-qora nuqталardan iborat bo'ladi, vektor tasvir esa nuqtalarning biror-bir koordinata sistemasidagi X va Y koordinatasini belgilashdan hosil qilinadi.

Tasvirning bo'laklari piksel (tasvir elementi) deyiladi, ular ko'pincha juda kichik bo'lganligi uchun nuqta deyiladi. Ko'plab piksellarda tashkil topgan rasm mozaikaga o'xshaydi, ya'ni turli ranglardan tashkil topadi. Agar lupa orqali televizor ekraniga yoki gazetaga qaralsa, ularda rastrlarni ko'rish mumkin. Kompyuter monitorida ham rastrlar turli rangli ko'plab qator joylashgan nuqtalarga o'xshaydi.

Agar bitta shaklli oq-qora rasm uchun bitta bit etarli bo'lsa, rangli rasm uchun bu joy ancha kamlik qiladi, ular uchun kompyuterdan katta hajmdagi xotira talab etiladi. Rangli shakllarga ranglar chuqurligi tushunchasi ishlatilishi kerak. Endi shaklning o'lchamini aniqlash kerak. Amaliyotda shaklning o'lchamini (bo'yi va eni) va tiniqlik darajasini ifodalovchi tushunchalar ishlatiladi. O'lcham metrda, millimetrda, dyuymda berilishi mumkin, lekin kompyuter buni piksel deb tushunadi. Tiniqlik darajasi – tasvirni hosil qiluvchi piksellarning ma'lum bir uzunlikdagi joylashish zichligidir. Ko'p hollarda tiniqlik darajasi bir dyuymda joylashgan nuqtalar soni bilan o'lchanadi – dpi (*Dots per inch*).

Agar rasmning ruxsat etish qobiliyati 72 dpi bo'lsa, unda bir dyuymda 72 ta piksel joylashgan deyiladi. Dpi qanchalik ko'p bo'lsa, rasm shunchalik tiniq tasvirlanadi. Shu bilan birga piksel o'lchami qancha kichik tanlangan bo'lsa, bu rasmlar xotirada shunchako'proq joy egallaydi (5.11-rasm).



5.11-rasm. Turli aniqlikda nashr qilingan rastr va vektor tasvirlarni o'zaro taqqoslash

Tasvirni tabiiy holatda ko'rish uchun zamonaviy printerlar va plotterlar 2000 dpi tiniqlikda nashr qiladi. Bunday katta tiniqlikdagi

rasmni A4 formatli qog'ozda nashr qilish uchun kompyuterdan 765 Mb (megabayt) xotira talab qilinadi. Albatta, katta tiniqlikdagi rasm o'qilishi yaxshi, tushunarli tasvirdir, lekin u kompyuterdan katta va juda tez xotira talab qiladi. Barcha aero- va kosmik suratlar, internet rasmlari rastr ko'rinishdadir. Kompyuterda rastr tasvirlar bilan ishlaydigan ko'plab dasturlar mavjud.

Rastr tasvirning bitta juda muhim xususiyati bor – tasvirni kattalashtirish yoki kichraytirish, ya'ni bir masshtabdan boshqasiga o'tkazish mumkin emas. Tasvir kichraytirilsa, nuqtalar bir-biriga qo'shilib ketadi, mayda elementlar yo'qoladi va h.k., kattalashtirish natijasida esa har bir nuqta o'lchami kattalashadi, natijada "po-g'onali konturlar" ko'rinishga ega bo'ladi, tasvir parchalanib ketadi. Bundan tashqari, rastr tasvir xotirada katta joyni egallaydi. Bunday kamchiliklarni bartaraf etish uchun tasvirni vektor ko'rinishga o'tkazish kerak.

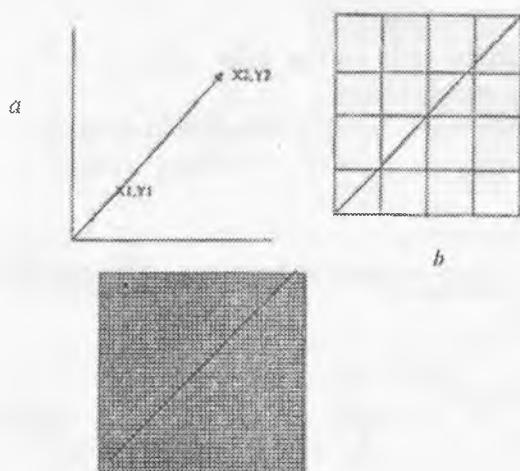
Eng oddiy tasvirlar chiziqlar, kesmalar, doiralardan iborat va ular yordamida turli tasvirlar hosil qilish mumkin. Elementar matematikadan ma'lumki, kesma – bu vektor va u tekislikda boshlang'ich va oxirgi nuqtalari koordinatalari bilan aniqlanadi. Vektor kodlash usulida tasvirni hosil qiluvchi geometrik shakllar, egrilar va to'g'ri chiziqlar kompyuter xotirasida matematik formulalar va aylana, kvadrat, ellips kabi geometrik shakllarda saqlanadi. Masalan, aylanani kodlash uchun uni qismlarga bo'lish shart emas, faqat uning radiusini, markaziy koordinatasini va rangini kodlash zarur; to'g'ri burchak uchun uning tomonlari uzunligi, boshi va rangini bilish talab qilinadi va h.k. Matematik formulalar bilan xohlagan shaklni ifodalash mumkin, bundan tashqari, ularni tahrir qilsa ham bo'ladi. Bu shakllar obyektlarni tashkil etadi va ko'rinishi jihatidan juda murakkab bo'lishi mumkin.

Har bir obyekt o'lchami, egriligi, joydagi o'rni kabi sonli koeffitsientlar ko'rinishida xotirada saqlanadi. Natijada vektorli

tasvirni oddiy matematik yo'llar bilan, ya'ni biror-bir koeffitsientga ko'paytirib yoki bo'lib o'zgartirsak bo'ladi. Masshtab o'zgarishi tasvir sifatiga ta'sir etmaydi. Vektor tasvirning eng muhim xususiyati – bu grafik fayllarning o'lchami rastr fayllarga qaraganda xotiradan ancha kam joyni egallashidir.

Buni quyidagi 5.12-rasmdan ko'rish mumkin. Vektor tasvirlashda to'g'ri chiziqni ifodalash uchun uning bosh va oxirgi nuqtalari koordinatalari (X, U) berilsa, chiziq paydo bo'ladi.

Vektor tasvirning ham kamchiliklari bor. Birinchidan, tasvirning shartli ravishda hosil bo'lishi. Tasvir egrilardan tashkil topganligi sababli ularni formulalar bilan ifodalab, real borliq rasmini olish ancha qiyin. Buning uchun ko'plab chizma elementlar kerak bo'ladi, shu sababli vektor tasvirlash aerosuratlarini kodlashda ishlatilmaydi.



5.12-rasm. Vektor tasvir

Shuni ta'kidlash joizki, GATda vektor tasvirlash ma'lumotlarini tahlil qilish, qayta ishlash, yangilash va boshqalarda, rastr esa grafikma'lumotni rasm sifatida ko'rishda, uning yordamida raqamlash ishlarini olib borishda, karta tuzishda ishlatiladi. Demak,

vektor model biror-bir obyektning qaerda joylashganini ko'rsatsa, rastr model hududning biror-bir nuqtasida nima joylashganini tasvirlaydi.

5.3. Ma'lumotlar integratsiyasi

Ko'pincha GAT larda har xil formatdagi ma'lumotlardan foydalanish mumkin. Muayyan GAT ning ma'lumotlar strukturasi yagona bo'lgani tufayli uni o'zgartirish foydalanuvchining vazifasiga kiradi. Ma'lumotlarni rastr formatdan vektor formatga o'tkazish ancha murakkab vazifadir, bunga nisbatan vektor formatdan rastr formatga o'tkazish ancha oson. Axborot bitta GAT dan boshqasiga yoki bitta kompyuterdan boshqasiga ko'chirish natijasida o'zgarib turadi va bunda muayyan xatolar ro'y berishi mumkin.

Bu muammoni yechish uchun ko'p mamlakatlarda maxsus standartlar qabul qilingan. Bular atamalar ro'yxati, dalillar majmuasi, tavsiflar ro'yxati, axborotni ko'chirish yo'llari va aniqligini bildiradigan ma'lumotlardir.

Bir xil axborotni turli yo'llar bilan saqlash uchun GAT larda ikkita strategiya qabul qilingan:

1. GAT larda faqat bitta rastrformat ishlatiladi va boshqa formatdagi fayllarni sistemadagi formatga aylantirish vositalari mavjud.

2. Boshqa strategiyaga ko'ra sistema turli formatlarni o'qiy oladi va GAT ning operatori formatni o'zgartirish vazifasini bajaradi.

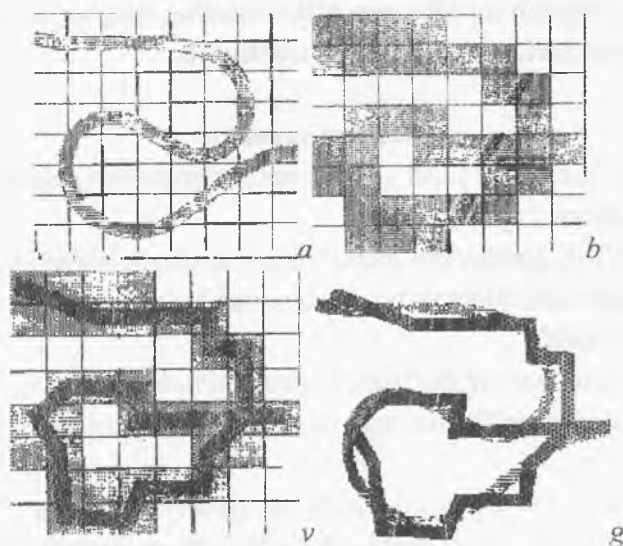
Skanerdan olingan ma'lumotlar asosan rastr formatda bo'ladi, GAT esa ko'proq vektor formatni talab qiladi. Maxsus dasturlarda rastr formatdagi ma'lumotlarni vektor formatga o'tkazish uchun operator har bir chiziqning boshidan oxirigacha kuzatishi va boshlang'ich hamda oxirgi nuqtani alohida ajratishi kerak. Juda katta hajmdagi ma'lumotlarni o'tkazishga ko'p vaqt talab qilinadi.

Quyidagi rasmda rastr formatdagi ma'lumotni vektor formatdagi ma'lumotga aylantirish natijasida tez-tez uchrab turadigan rasmning noto'g'ri yo'l bilan saqlanishiga misol keltirilgan.

Ma'lumotlarni bitta formatdan boshqasiga o'tkazishdan tashqari GAT lardagi dasturlar xilma-xilligi sababli muayyan kompyuter va dastur uchun mos holda o'zgartirishni talab qiladi. Turli tashkilotlar har xil dasturlar, kompyuterlar, manbalardan foydalanib turli xil formatdagi raqamli axborotni yaratadi. Boshqa joyda yaratilgan ma'lumotlar sistema qabul qilmaydigan formatda bo'lgani tufayli ulardan foydalanish imkoni chegaralangan. Shuning uchun bir xil ma'lumotlarni takrorlab, raqamli ko'rinishga aylantiriladi. Natijada bunga ko'p vaqt va mablag' sarf qilinadi.

GAT da ma'lumotlar almashishda quyidagi ikki muammo kelib chiqishi mumkin:

1. GAT ishlab chiqaruvchi sohasida qabul qilingan standartlar, topologiya to'g'risida ma'lumotni ko'chirish imkonini bermaydi.
2. Ma'lumotlar formatlarining ko'pligi GAT' dagi formatni o'zgartiradigan dasturlarni kiritishni talab qiladi.



5.13- shakl. Rastr va vektor formatlardagi ma'lumotlar.

a -kartadagi chiziqli element; *b* - uning rastr qiyofasi, *v* va *g* - raqamli ko'rinishga o'tkazish natijasida chiziqli element shaklining o'zgarishi

Hozirgi kunda deyarli barcha GAT larda ma'lumotlarni boshqa formatdan o'zining ishchi formatiga import qilish va boshqa dastur formatiga eksport qilish imkoniyatini beruvchi modul mavjud. Lekin barcha dasturlarda ham ma'lumotlar almashinuvining yagona standarti mavjud emas. Ma'lumotlar almashinuvi yagona standarti GAT lardan foydalanish imkoniyatlarini oshiradi.

Asosiy tushunchalar

Ma'lumotlar integratsiyasi, ma'lumotlarni boshqa formatga o'zgartirish, ma'lumotlar tasnifi, ma'lumotlarni hisoblash, rastr, vektor, atribut, topologiya, generalizatsiya, koordinatali bog'lash, kartalarning nashr nusxasi, analog kartalar, skanerlash, avtomatik skanerlash, qo'lda raqamli ko'rinishga o'tkazish, koordinata geometriyasi, ma'lumotlarni transformatsiyalash, raqamli ko'rinishga o'tkazishning nuqta, yoy, strim va spagetti usullari, ma'lumotlarni tekshirish.

Nazorat savollari

1. Ma'lumotlarni olish va ularning integratsiyasi deganda nimani tushunasiz?
2. GAT da qanday ma'lumot manbalaridan foydalaniladi?
3. Raqamlash nima va uni bajarishdan ko'zlangan asosiy maqsad nimada?
4. Rastrni fazoviy bog'lash deganda nimani tushunasiz?
5. Eng ko'p qo'llaniladigan raqamlash usullarini batafsil izohlab bering.
6. Raqamlash usullarini taqqoslab, qiyosiy tasniflang.
7. Raqamlash orqali topologik strukturali ma'lumotlar bazasini tuzishni tushuntirib bering.
8. Topologiya nima va nima uchun bu tushuncha geografik ma'lumotlarni tasavvur qilishda muhim ahamiyatga ega?

9. Raqamlash jarayoniga xos bo'lgan xatoliklarni izohlab bering.

10. Nima uchun avtomatik raqamlash jarayonini rivojlantirish kerak?

11. Nima uchun raqamlashdan keyin ma'lumotlarni tekshirish kerak?

12. Ma'lumotlar strukturasi deganda nimani tushunasiz?

13. Fazoviy ma'lumotlarni aks ettirishda rastr va vektor formatlarning imkoniyatlari qanday?

14. Nima uchun rastrni vektor formatga o'tkazish jarayoni murakkab?

15. Ma'lumotlarning integratsiyasiga qanday muammolar to'siq bo'lishi mumkin?

VI BOB. MA'LUMOTLAR INTEGRATSIYASI: KATALOGLAR VA MA'LUMOTLAR MANBAI

6.1. Kataloglar. Arc Catalog haqida ma'lumot

Geografik ma'lumotlar turli shaklda bo'lishi mumkin. Boshqa ma'lumotlardan (fotosuratlar va Word hujjatlari) farqli ravishda geografik ma'lumotlar odatda bitta fayldan iborat bo'lmay, fayllar to'plamidan tashkil topadi. ArcGIS ilovasida mavjud Katalog (Catalog) oynasi turli xildagi geografik ma'lumotlarni tashkil etish va boshqarishga mo'ljallangan. ArcGIS dasturiy ta'minotida Katalog oynasi bilan ArcMap, ArcGlobe va ArcScene ilovalarida ishlash mumkin. Katalog oynasining qurollari yordamida quyidagi amallarni bajarish mumkin:

- geografik ma'lumotlarni ko'rish va izlash;
- ma'lumotlar to'plami va ArcGIS hujjatlarini yozish, ko'rish va boshqarish;
- mavjud va yangi GAT ma'lumotlarini lokal tarmoqdan yoki internetdan izlash;
- geoma'lumotlar bazasi modellari ma'lumotlari va ma'lumotlar to'plamini aniqlash, eksport va import qilish;
- geoma'lumotlar bazasi sxemalarini yaratish va boshqarish va boshq.

ArcMap, ArcGlobe va ArcScene ilovalarida Katalog oynasidan tashqari ArcGIS da mustaqil ArcCatalog ilovasi mavjud bo'lib, uning yordamida ham turli xildagi geografik ma'lumotlarni tashkil etish va boshqarish mumkin. ArcCatalog yordamida kerak bo'lgan ma'lumotlarni izlab topish, ularning tarkibini ko'rish va hujjatlashtirish (metama'lumotlarni yaratish) mumkin. Bundan tashqari, lokal (S yoki D) diskda yoki relyasion ma'lumotlar bazasida saqlanuvchi qatlamlarni, sheyp-fayllarni (obyektlarni saqlash uchun vektor format) va boshqa fazoviy ma'lumotlarni boshqarish

imkoniyati mavjud. ArcCatalog yordamida quyidagi turdagi ma'lumotlarni tashkil etish va boshqarish mumkin:

- geoma'lumotlar bazasi;
- rastr fayllar;
- kartalar, globuslar, 3D-lavhalar hujjatlari va qatlamlar fayllari;
- geoqaytaishlash (geoprocessing) qurollari to'plami, modellar,

Python skriptlari;

- Arc GIS Server yordamida nashr qilingan GAT-servislar;
- metama'lumotlarva boshq.

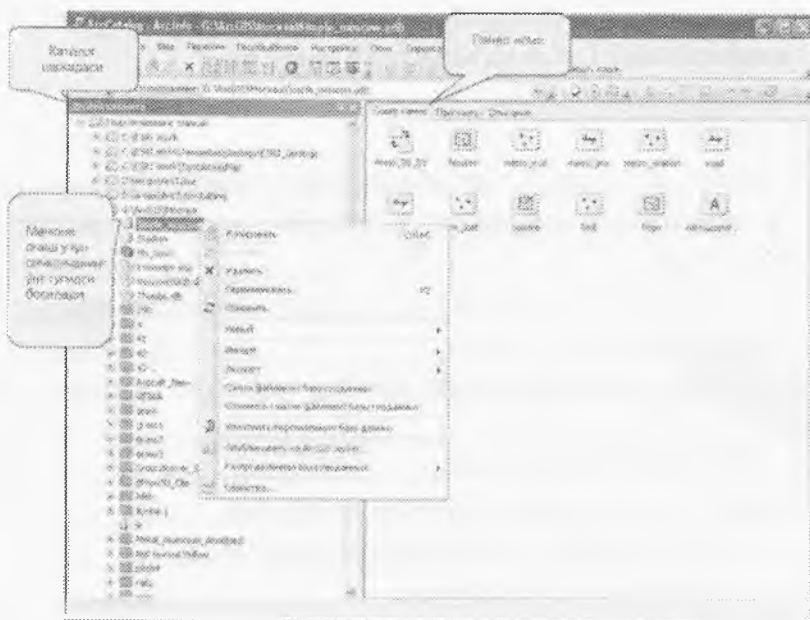
Arc Catalog ilovasi yordamida quyidagi vazifalarni bajarish mumkin:

- GAT tarkibini tashkil etish;
- geoma'lumotlar bazasi sxemasini boshqarish;
- Arc GIS ilovasidagi tarkibni qidirish va qo'shish;
- ma'lumotlarni hujjatlashtirish;
- GAT serverlarni boshqarish;
- ma'lum standartlarda metama'lumotlarni boshqarish va boshq.

ArcCatalog ilovasi ishchi hududdagi va geoma'lumotlar bazasidagi geografik ma'lumotlarni tashkil etish, ular bilan ishlash va boshqarish uchun ham qo'llaniladi.

Ishchi hudud – bu diskdagi fayllardan iborat papka bo'lib, fayllarni, ya'ni karta hujjatlari, tasvirlar, ma'lumotlar fayllari, geoqaytaishlash modellari, qatlamlar, geoma'lumotlar bazasini tashkil etish uchun foydalaniladi. Ishchi hudud GAT ma'lumotlari mantiqiy to'plamini birgalikda ishlatish va tashkil etishning oddiy usuli hisoblanadi.

ArcCatalog da ma'lumotlarning shajara ko'rinishida bo'lishi ular bilan ishlashni osonlashtiradi. U Windows operatsion sistemasidagi "provodnik" ka o'xshash bo'lib, hujjatlar va ArcGIS ma'lumotlar to'plami bilan ishlashga mo'ljallangan. 6.1-rasmda ArcCatalog oynasining umumiy ko'rinishi keltirilgan.



6.1-rasm. ArcCatalog oynasi

Quyida Arc Catalog ilovasida shajara ko‘rinishidagi elementlar keltirilgan:

- papkalar – ma’lumotlar to‘plami va Arc GIS hujjatlari mavjud ishchi hududlarga ulanish;
- faylli va shaxsiy geoma’lumotlar bazasi – ma’lumot fayllari yoki Access .mdb fayl papkasi;
- geoma’lumotlar bazasiga ulanish – ma’lumotlar bazasiga yoki ArcSDE geoma’lumotlar bazasiga ulanish;
- GAT serverlar – ArcCatalog ishlashi mumkin bo‘lgan ArcGIS Server serverlari ro‘yxati;
- qurollar to‘plami – ArcGIS foydalaniladigan geoqaytaishlash qurollari;

- Python skriptlari – ish jarayonini avtomatlashtirish va modellashtirish imkonini beruvchi geoqaytaishlash skriptlaridan iborat fayllar;

- uslublar (belgilar) – markerlar (nuqtalar), chiziqli belgilar, bo'yash belgilari (poligonlar uchun) va kartalarda yozuvlar uchun qo'llaniladigan matnli belgilardan iborat kartalar belgilari.

ArcCatalog ning qurollar paneli. ArcCatalog da bir qancha qurollar paneli mavjud bo'lib, ular yordamida kiritilgan ma'lumotlarni ko'rish va ArcGIS dasturida ishchi hudud va ma'lumotlar boshqaruvi bo'yicha qator masalalarni yechish mumkin.

Quyida ko'proq foydalaniladigan ArcCatalog qurollar paneliga qisqacha izoh keltirilgan.

Standart(Standart) qurollar paneli. Bu panel katalogda elementlarni boshqarish uchun ko'p foydalaniladigan qurollarni vaularning tarkibini, shuningdek, ArcMap, Model Builder oynalarini va ArcGIS ning boshqa ilovalarini ko'rish uchun mo'ljallangan (6.2-rasm).



6.2-rasm. Standart qurollar paneli

Standart qurollar paneliodatda ArcCatalog ilovasining yuqori qismida joylashgan bo'ladi(6.1-jadval).

Standart qurollar panelining funksiyalari

Belgisi	Nomlanishi	Bajarish funksiyasi
	Bir daraja yuqoriga	Katalog shajarasida bir daraja yuqoriga o'tish
	Papka bilan bog'lanish	Diskda fayl papkalarda saqlanadigan Arc GIS hujjatlariga bog'lanish
	Papkadan uzilish	Tanlangan havolani (ssilka) katalog shajarasidan papkaga ko'chirish (bunda papka va undagi ma'lumotlar o'chib ketmaydi)
	Nusxa olish	Tanlangan elementdan nusxa olish
	Qo'yish	Nusxa olingan elementni ko'rsatilgan joyga qo'yish
	O'chirish	Tanlangan elementni o'chirish
	Belgilar	Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarni yirik belgilar bilan ko'rsatish
	Ro'yxat	Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarni ro'yxat qilib ko'rsatish
	Detallar	Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarni detal ro'yxat ko'rinishida ko'rsatish
	ArcMap ni ishga tushirish	ArcMap ning yangi seansini ishga tushirish
	Katalog shajarasi oynasi	Berkritilgan yoki o'chirilgan Katalog shajarasi oynasini ochish
	Qidiruv oynasi	Qidiruv oynasini ochish
	ArcToolbox oynasi	ArcToolbox ni ochish
	Python oynasi	Geoqaytaishlash skriptini qo'shish uchun Python oynasini ochish
	ModelBuilder oynasi	Geoqaytaishlash modellarini yaratish uchun Model Builder oynasini ochish

Geografiya (Geography) qurollar paneli yordamida tasviri kattalashtirish yoki kichiklashtirish va boshqa joyga o'tkazish mumkin (6.3-rasm).



6.3-rasm. Geografiya qurollar paneli

Joylashuv (Location) qurollar panelidan Katalog shajarasiga bog'lanishlarni qo'shish uchun muqobil variant sifatida foydalanish mumkin (6.4-rasm).



6.4-rasm. Joylashuv qurollar paneli

Metama'lumotlar (Metadata) qurollar paneli. Ushbu panel yordamida papkada barcha GAT elementlari metama'lumotlarini boshqarish mumkin (6.5-rasm).



6.5-rasm. Metama'lumotlar qurollar paneli

Ushbu qurollar yordamida quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

- tanlangan papkadagi barcha elementlarning metama'lumotlarini tekshirish;
- metama'lumotlarni standart sxemalarga eksport qilish;
- GAT ma'lumotlari ajratilgan elementlari uchun metama'lumotlar xususiyatini berish va ko'rish.

Arc GIS Server qurollar panelining Arc GIS servislarini Arc Catalog dan ishga tushirish, to'xtatish va boshqarish maqsadida foydalanish mumkin (6.6-rasm).



6.6-rasm. ArcGIS Server qurollar paneli

6.2. GAT tarkibini boshqarish

ArcGIS Desktop platformasida kartalar tuzish davomida ma'lumotlarni boshqarish va ularni tartibga solish katta ahamiyat kasb etadi. Natijada turli manbalarga kirish imkoni mavjud bo'lib, ulardan foydalangan holda fazoviy tahlillarni amalga oshirib yanada murakkabroq kartalar yaratish mumkin. Bunda katta hajmdagi ma'lumotlarni boshqarish sistemasi zarur bo'lib, u kerakli ma'lumotlarni osonlik bilan topib berish imkoniyatiga ega bo'lishi lozim.

Quyida ma'lumotlarni samarali boshqarishga doir ayrim ko'rsatmalar keltirilgan.

1. *Turli loyihalarda ish olib borishdahr bir loyiha alohida papkaga ega bo'lishikerak.* Ushbu tartibda kerakli bo'lgan ma'lumotlar faqat loyihaga tegishli papkada qidiriladi, bu esa ma'lumotlarni izlash vaqtini tejashga olib keladi.

2. *Loyiha ichida har bir turga ega bo'lgan fayllar uchun papkaga ega bo'lish kerak.* Ular yakunlangan kartalarning "pdf" shakldagi fayllari, qayta ishlanmagan fayllar, kesilgan ma'lumotlar, manzillar, geokodlar va hokazolar. Ushbu papkalarning ayrimlarida faqatgina bir yoki ikkita fayl bo'lishi mumkin, lekin bu izlash yo'nalishining mantiqiy asoslanishiga olib keladi. Bundan tashqari, qaysi ma'lumotlar birgalikda qo'llanishiga qarab ham ularni bir joyda saqlash mumkin.

3. *Fazoviy tahlillar olib borayotganda "TEMP" papkalar, ya'ni vaqtinchalik papkalar bilan ishlash tavsiya etiladi.* Fazoviy tahlil qilish mobaynida turli xil tajribalarni amalga oshirishga to'g'ri keladi, masalan, 1 kmli bufer zona hosil qilish, 2 kmli bufer zona hosil qilish, rastrning piksel o'lchamini o'zgartirish. Ushbu fayllarni doimiy papkada saqlab, keyin qaysi bir qilingan ish yakuniyligi ustida fikr yuritgandan ko'ra, ularni vaqtinchalik papkada saqlagan ma'qul. Faqat tajriba yakunida hosil bo'lgan faylni loyiha papkasiga o'tkazish zarur.

4. *Fayl nomlarini tushunarli va mantiqiy tarzda berish.* Bu jihat o'z-o'zidan aniq bo'lsa-da, turli fayllardan yuzlab fayllarga ega bo'lgan holda fayl qaysi shaharning qaysi ko'chasiga to'g'ri kelishini anglay ololmaslik mumkin.

5. *Fayllarni ko'chirishni "Moy Kompyuter" orqali emas, balki ArcCatalog orqali amalga oshirish tavsiya etiladi.* Bu tartibda zarur bo'lgan barcha fayllarni ko'chirishga ishonch hosil qilish mumkin bo'ladi.

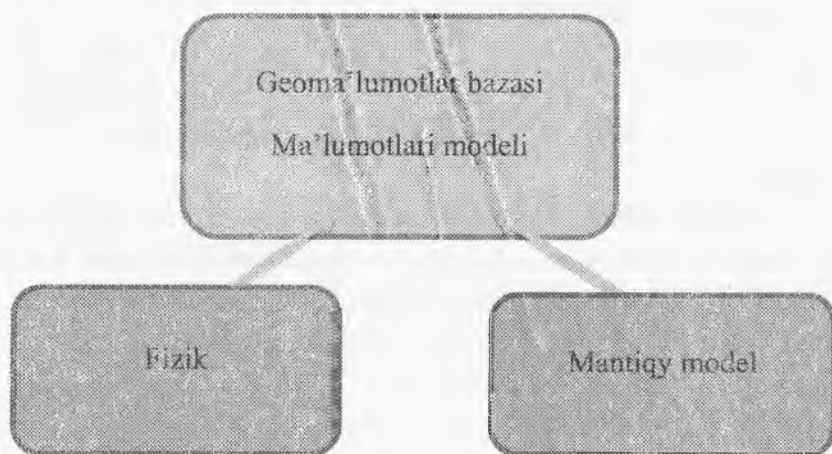
6. *Fayl hamda papkalarga nom berayotganda probellar (bo'sh joy) yoki biror-bir maxsus belgilardan foydalanmaslik lozim.* Ko'pchilik Arc Map dasturlari uchun bu jihatning ahamiyati bo'lmasa-da, ba'zi hollarda bu muammolarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun har doim fayl nomlarini probel va maxsus belgilardan xoli saqlash maqsadga muvofiq, aks holda faylni Arc Map bilan bog'layotgan vaqtda yuqoridagi muammo tufayli uning nomini o'zgartirish noqulaylik tug'diradi.

6.3. Geoma'lumotlar bazasi

ArcGIS dasturiy ta'minotida ma'lumotlar bilan, ayniqsa, fazoviy ma'lumotlar bilan ishlashning aniq modeli mavjud bo'lib, ushbu model geoma'lumotlar bazasi deb yuritiladi. Geoma'lumotlar bazasi ArcGIS ilovalari bilan ishlash jarayonida qo'llanadigan

barcha turdagi ma'lumotlarni saqlashda asos bo'lib xizmat qiladi, ya'ni geoma'lumotlar bazasi turli xil ma'lumotlarni saqlashda ombor vazifasini bajaradi. Geoma'lumotlar bazasi yordamida nafaqat lokal ko'rinishda yoki serverda saqlanadigan ma'lumotlarni samarali boshqarish, balki turli sohalar va loyihalar bilan ishlash jarayonida murakkab modellarni yaratish mumkin.

Geoma'lumotlar bazasi bilan ishlashda foydalanuvchilar bir vaqtning o'zida ikki xil model bilan ishlash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bular fizik va mantiqiy modellardir. Bu esa obyektlarning nafaqat geometrik bog'liqligini ta'minlaydi, balki ularni obyekt darajasida bog'lash imkonini ham beradi (6.7-rasm).



6.7-rasm. Geoma'lumotlar bazasi modellari

Geoma'lumotlar bazasini modellashtirishda foydalanuvchilar kelgusida qilinishi mumkin bo'lgan xatoliklar va noaniqliklarning oldini olish imkoniyatiga ega bo'lish uchun ba'zi bir qoidalarni kiritishlari mumkin. Shuningdek, ma'lumotlarni kiritishda maxsus tekshirish qurollari yordamida yo'l qo'yilgan kamchiliklarni tuzatish imkoniyati mavjud.

Geoma'lumotlar bazasida ma'lumotlar lokal ko'rinishda, ya'ni foydalanuvchilarning shaxsiy kompyuterlarida yoki serverda saqlanishi mumkin. Geoma'lumotlar bazasini saqlashning quyidagi variantlari mavjud:

- faylli geoma'lumotlar bazasi – diskdagi faylli papkalar;
- shaxsiy geoma'lumotlar bazasi – Microsoft Access (.mdb)

faylidagi ma'lumotlar bazasi;

- MBBS (Ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasi –Oracle, SQL Server, Informix, DB2 yoki PostgreSQL).

Geoma'lumotlar bazasida foydalanuvchilar nafaqat ma'lumotlari jadvallarda saqlanadigan oddiy nuqtalar, chiziqlar va poligonlar bilan ishlaydilar, balki real dunyo obyektlariga tayanib ish yuritishlari ham mumkin. Misol uchun, nuqtalar o'rniga transformatorlar bilan ish olib borish, chiziqlar o'rniga esa quvurlar bilan ishlash imkoniyatiga egalar.

Geoma'lumotlar bazasida katta hajmdagi ma'lumotlarni saqlash imkoni mavjud. Misol uchun, topografik kartalarning varaqlarini bir butun holatda emas, balki ko'p varaqlardan iborat umumiy mavzuli qatlam sifatida saqlash mumkin. Bunda ko'pchilik operatorlar bunday mavzuli kartalar qatlamlariga murojaat etishlari va bir vaqtning o'zida tahrir qilishlari mumkin.

6.4. Geoma'lumotlar bazasini boshqarish

Geoma'lumotlar bazasida ma'lumotlarni saqlash modeli relyasion ma'lumotlar bazasi oddiy konsepsiyasini kiritishga asoslangan va ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasining butun quvvatidan foydalanadi. Oddiy jadvallar va yaxshi aniqlangan turlar barcha kiritilgan geografik ma'lumotlar sxemalarini, qoidalarini, baza va fazoviy-atribut ma'lumotlarini saqlash uchun qo'llaniladi. Bu ma'lumotlarni saqlash va ishlash uchun formallashgan modelni qo'llash imkonini beradi.

Geoma'lumotlar bazasi turli xildagi ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasi arxitekturalari va fayllarida ishlaydi, shuningdek, turli hajmda hamda bir vaqtning o'zida ko'plab foydalanuvchilarga xizmat qilishi mumkin.

Geoma'lumotlar bazasi asosini ma'lumotlar to'plami tashkil etadi. Bu Arc GIS da geografik axborotlarni boshqarish hamda ulardan foydalanishning asosiy mexanizmi bo'lib hisoblanadi. Geoma'lumotlar bazasi uchta asosiy ma'lumotlar to'plamidan iborat:

1. Tafsilot yoki atribut (vektor) sinflari.
2. Rastr ma'lumotlar to'plami.
3. Jadvallar.

Ushbu ma'lumotlar to'plami yig'indisini hosil qilish geoma'lumotlar bazasini loyihalash va qurishning dastlabki qadami hisoblanadi. Foydalanuvchilar ham o'z ishlarini odatda ushbu ma'lumotlar to'plamlarini yaratishdan boshlaydilar. Keyinchalik esa ular yanada murakkab imkoniyatlarga, ya'ni GAT muhitini modellashirish, ma'lumotlarning bir-biri bilan integratsiyalashuvini saqlash hamda bir-biriga fazoviy bog'langan ma'lumotlar bilan ishlay olish uchun qo'shish yoki geoma'lumotlar bazasini kengaytirish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Geoma'lumotlar bazasi ombori geografik ma'lumotlarni saqlash uchun sxemalar bilan birga jadval shaklidagi fazoviy hamda atribut ma'lumotlar omborini o'z ichiga oladi. Geoma'lumotlar bazasidagi barcha asosiy ma'lumotlar to'plami (tafsilotyoki atribut sinflari, rastr ma'lumotlar va boshqalar), shuningdek, geoma'lumotlar elementlari jadvallardan foydalanilgan holda saqlanadi. Geografik ma'lumotlar to'plamlarining fazoviy ko'rinishi vektor yoki rastr tarzda saqlanadi. Ushbu geometrik tafsilotlar an'anaviy jadval atribut maydonlarida saqlanadi va boshqariladi.

Tafsilotlar sinflari jadval ko‘rinishida saqlanadi va har bir qator bitta tafsilotni akslantiradi. Quyidagi poligon sinfi jadvalida “Shape” ustuni har bir obyekt uchun poligonlar geometriyasini o‘zida saqlaydi (6.8-rasm).

Geoma'lumot bazasini boshqarishdagi yana bir muhim jihat GATdagi katta hajmdagi ma'lumotlarni uning ko'p sonli foydalanuvchilarigabir vaqtning o'zida ishlash imkoniyatini yaratish uchun nisbiy ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasidan (NMBBS) foydalanish deb ta'kidlash mumkin. Bunda ham jadvallar geografik ma'lumotlar to'plamining asosiy saqlash vositasi bo'lib hisoblanadi. SQL jadvallar bilan so'rovlar olib borish hamda ularni qayta ishlash uchun qudratli uskuna hisoblanib, geoma'lumotlar bazasi ushbu imkoniyatlardan foydalana oladigan qilib yaratiladi.

OBJECTID	SHAPE	AREA	PERIMETER	HEWC_LUA_UTM
1341	Polygon	1417540.1	11841.867	2
1342	Polygon	321332.03	3148.0269	3
1343	Polygon	18495728	109063.23	4
1344	Polygon	274198.16	3101.4026	5
1345	Polygon	361471.69	3409.4033	6
1346	Polygon	136870.41	1542.3058	7
1347	Polygon	66315.867	1170.6542	8
1348	Polygon	58569.234	1058.4961	9
1349	Polygon	126296.43	1630.2814	10
1350	Polygon	2177387.8	11357.415	11
1351	Polygon	126567.98	1486.1949	12
1352	Polygon	131079.53	1655.1431	13
1353	Polygon	23051224	118835.71	14
1354	Polygon	851969.69	4640.5933	15
1355	Polygon	189941.86	1732.4786	16
1356	Polygon	195032.53	1994.8439	17
1357	Polygon	50374.406	896.4881	18

6.8-rasm. Vektor sinflarning jadvallarda saqlanishi

Geoma'lumotlar bazasi quyidagi MBBS larida SQL so'rovlarini amalga oshirish imkoniyati mavjud:

- Oracle;
- IBM DB2;

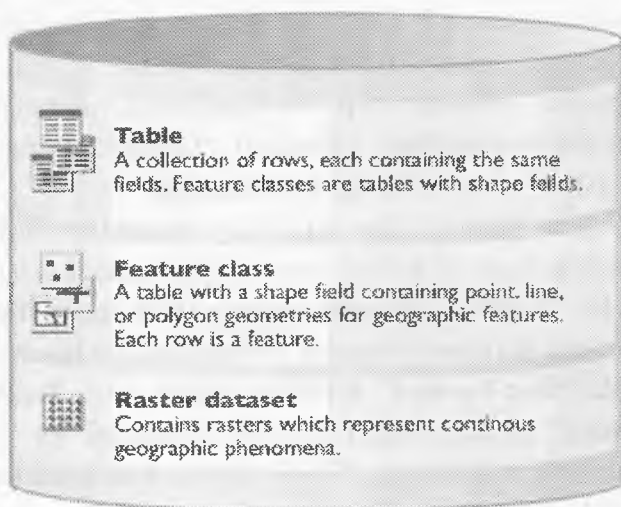
- IBM Informix;
- Microsoft SQL Server;
- Informix;
- PostGreSQL.

Oddiy jadvallar, vektor va rastrlarni kengaytirishda geoma'lumotlar bazasining turli elementlaridan foydalaniladi. Ulardan foydalangan holda ma'lumotlarni boshqarish uchun fazoviy munosabatlarni modellashtirish, ma'lumotlar integratsiyalashuvini yaxshilash hamda geoma'lumotlar bazasi imkoniyatlarini kengaytirish mumkin.

Geoma'lumotlar bazasi sxemasi ushbu har bir kengaytirilgan imkoniyatlar uchun ta'riflarni, integratsiyalashuv qoidalarini hamda ularning harakatlanish obrazini o'z ichiga oladi. Ularning ichiga koordinatalar sistemalarining xususiyatlari, koordinatalar rezolyusiyalari, vektor tafsilotlar sinfi, topologiyalar, tarmoqlar, rastr kataloglar, munosabatlarni kiritishimiz mumkin. Bu sxema axborotlari MBBS larning geoma'lumotlar bazasi metama'lumotlar jadvallarida saqlanadi. Ushbu jadvallar geografik axborotlarning integratsiyasi va harakatlanish obrazini belgilab beradi.

Barcha GATlarda foydalanuvchilar qanday sistemadan foydalanishmasin, ushbu asosiy ma'lumotlar turi bilan ishlaydilar. Ularda qator vektor ma'lumotlar to'plami (ESRI shapefile lariga o'xshash), atribut jadvallari (dBase fayllari, Microsoft Access jadvallari, Excel jadvallari, MBBS lar va hokazolar) va ko'pchilik hollarda katta hajmdagi suratlar va rastr ma'lumotlari mavjud bo'ladi.

Umuman olganda, barcha geoma'lumotlar bazasi 6.9-rasmda keltirilgan tarkibga ega bo'ladi. Zaruriyat tug'ilganda esa, foydalanuvchilar kerakli imkoniyatlarni qo'shish orqali o'z ma'lumot modellarini kengaytiradilar.



6.9-rasm. Geoma'lumotlar bazasining asosiy ma'lumotlari to'plami turlari

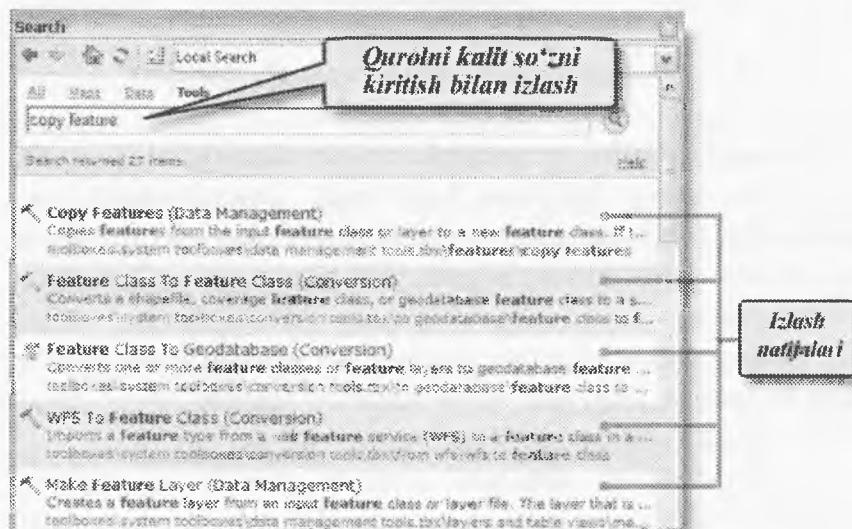
6.5. Geoqaytaishlash qurollari paneli, modellar va Python skriptlar

Geoqaytaishlash – bu geografik ma'lumotlarning tahlili bo'lib, GAT ning asosiy funksiyasi hisoblanadi. Geoqaytaishlash yordamida ma'lumotlarni izlash va tahlil qilish, shuningdek, mavjud ma'lumotlar ustida amallar bajarish yo'li bilan yangi ma'lumotlarni olish mumkin.

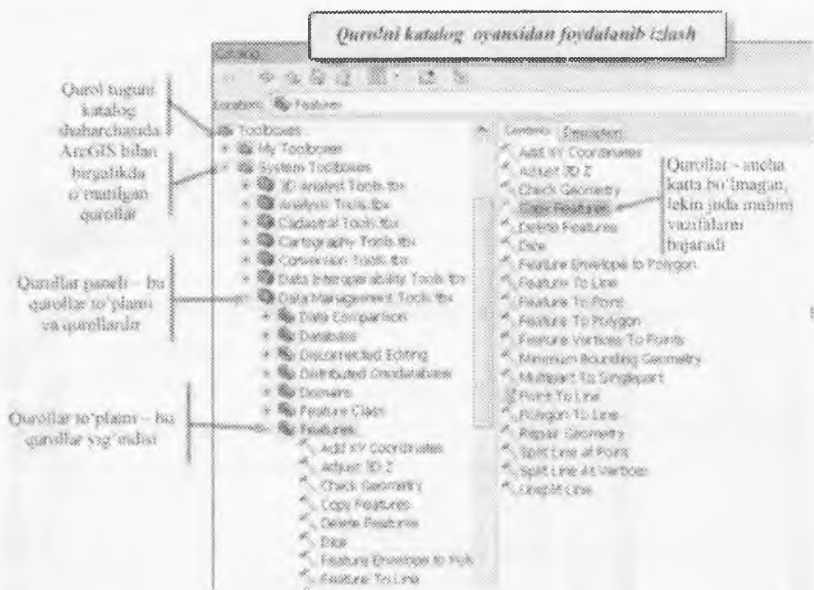
Geoqaytaishlash qurollari geografik ma'lumotlar bilan unchalik katta bo'lmagan, lekin juda muhim amallarni bajaradi. Misol uchun, ma'lumotlarni olish va qo'shish, kartografik proyeksiyalarni o'zgartirish, jadvallarga ustunlarni qo'shish, atributlar qiymatlarini hisoblash, poligonlarni qo'shish va optimal marshrutlarni o'tkazish va h.k. Geoqaytaishlash qurollari qurollar to'plamida joylashgan bo'lib, Arc GIS dasturi yuzdan ortiq keng qamrovli va funksional qurollar to'plamini taqdim qiladi.

Quoldan foydalanish uchun, avvalo, uni izlab topishga to'g'ri keladi. Buning bir nechta usullari mavjud:

- ko'pchilik hollarda ko'p foydalaniladigan qurollar "Standartnie" qurollar panelidagi (Standart) "Geoqaytaishlash" (Geoprocessing) menyusidan izlab topilishi mumkin;
- qurollarni "Izlash" (Search) dialog oynasidan izlash (6.10-rasm). Bunda kalit so'zni kiritish orqali qidiruv amalga oshiriladi;
- qurolni "Katalog" oynasidan izlash (6.11-rasm). Bunda kerakli qurol qaysi qurollar to'plamida joylashganligini bilish zarur;
- qurolni "Arc Toolbox" oynasidan izlash. "Arc Toolbox" oynasi "Katalog" oynasi singari qurollar to'plamini va qurollarni shajara ko'rinishida ko'rsatadi. Foydalanuvchi tomonidan yaratilgan qurollar to'plamini "ArcToolbox" oynasiga qo'shish mumkin.



6.10-rasm. Qurollarni "Izlash" (Search) dialog oynasidan izlash



6.11-rasm. "Katalog" oynasidan qurollarni izlash

ArcGIS dasturining 9,0 sonidan boshlab geoqaytaishlashni maxsus ArcToolbox ilovasi yordamida (6.2-jadval) amalga oshirish imkoniyati vujudga keldi. Endilikda geoqaytaishlash qurollaridan bevosita Arc GIS (ArcMap, ArcCatalog, ArcScene yoki ArcGlobe) ilovalaridan turib foydalanish mumkin (6.12-rasm).

Shuningdek, Arc GIS da vizual dasturlash tili ModelBuilder yordamida yoki matnli dasturlash tilida skript yozish orqali shaxsiy qurollarni yaratish imkoniyati ham mavjud. Arc GIS da skriptlash samarali usul hisoblanib, uning yordamida oddiy jarayonlardan tortib katta hamda murakkab jarayonlarni olib borish mumkin. Shuningdek, skriptlar qayta ishlatilish imkoniyatini berishi bilan ajralib turadi.

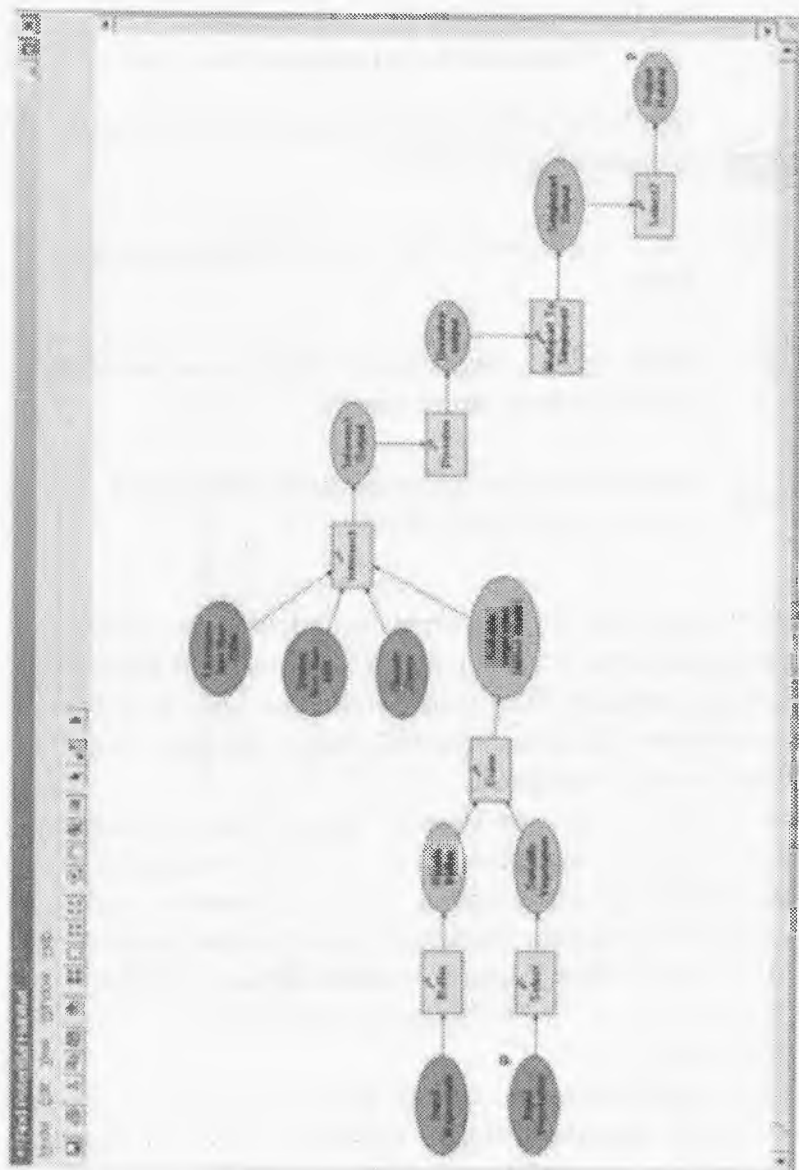
Arc Toolbox ilovasining asosiy qurollari

Belgisi	Nomlanishi va bajaradigan funksiyasi
	Qurollar to'plami: ushbu konteyner biror-bir qurollar to'plamini o'z ichiga oladi
	Qurol: geoqaytaishlashning ma'lum funksiyasini ishga tushiradi
	Skript: Python, JScript yoki VBScript dasturlash tillari yordamida skript yozish mumkin
	Model: Model Builder oynasi yordamida modelni ko'rish va tahrir qilish mumkin

ArcGIS dasturidan foydalanuvchi har bir kishi ish jarayonini avtomatlashtirish uchun o'z skriptlarini yozishi mumkin. Dasturlash tili yoki uning atamalari bilan tanish bo'lmagan kishi ham Model Builder modelidan foydalangan holda shaxsiy qurollari modelini vizual holda yaratishi mumkin.

ModelBuilder uncha murakkab bo'lmagan ishchi jarayonlarni yaratish va bajarishda katta qulayliklar keltiradi, shuningdek, Arc GIS ning funksional imkoniyatlari uchun qo'shimcha usullarni taqdim qiladi, bu esa aniq modellarni qurol sifatida yaratish va birgalikda qo'llash imkonini beradi. Bundan tashqari, ModelBuilder Arc GIS ning boshqa ilovalar bilan integratsiyalashuvi imkonini beradi (6.13-rasm).

Arc GIS platformasida mavjud bo'lgan imkoniyatlar dunyoda mavjud ko'plab dasturlash tillari, masalan, Python, VBScript, JScript va Perl kabi skriptlashlarni qo'llab-quvvatlaydi.



GAT dasturlari bozorida turli xildagi skript tillari mavjud bo'lsa-da, ko'pchilik tomonidan tan olingan uchta dasturni ajratib ko'rsatishimiz mumkin: VBScript, JScript va Python. VBScript va JScript ko'pchilik dasturlash bilan xabardor bo'lganlar tomonidan sodda dasturlash tili sifatida qaraladi. Ushbu dasturlar ham S dasturlash tili kabi Windows muhitida ishlash uchun mo'ljallangan. Python dasturlash tili esa S dasturlash tiliga o'xshash o'rganish oson bo'lgan til hisoblanadi. Bundan tashqari, Python operatsion sistemaga bog'liq bo'lmagan holda UNIX, Linux, Windows va boshqalarda ishlay oladi.

Python mustaqil platformalararo ochiq dasturlash tili hisoblanadi. Tezkor, kuchli va o'zlashtirish oson dasturlash tili bo'lgani uchun keng foydalaniladi.

Python Arc GIS 9.0 versiyasidan boshlab hozirgacha geoqayta ishlash jarayoni uchun skript yozishda qo'llanib kelinmoqda. Python ning har nashri uning imkoniyatlarini kengaytirib kelmoqda va qo'llashni qulay qilmoqda.

ESRI kompaniyasi Python dasturlash tilidan GAT hamjamiyati talablarini qondira oladigan skriptlash tili sifatida o'z modellarini yaratishda foydalanadi. Quyida Python dasturlash tilining ba'zi afzalliklarini ko'rib chiqamiz:

- Python sintakslari aniq va tushunchasi oddiy bo'lgani uchun o'rganish uchun oson hisoblanadi;
- Python obyektga yo'naltirilgan dasturlashni tushunish oson bo'lgan tarzda yetkazadi;
- Python o'qish oson bo'lgan kodlarga ega bo'lganligi sababli uni hujjatga olish oson;
- Pythonning C++ hamda Fortran bilan integratsiyalashuvi oson;
- PythonJava bilan juda oson integratsiyalashadi;
- Python dasturini internetda bepul olish mumkin.

Python dasturlash tili butun ArcGIS sistemasiga joriy qilingan, ushbu til tahlil, ma'lumotlarni o'zgartirish, kartografik ishlar jarayonlarini avtomatlashtirish tili bo'lib, bu ishlarning unumdorligini oshiradi.

Python dasturlash tili yordamida geoqaytaishlash ArcGIS dasturiy ta'minotidagi Arc Py site-package mexanizmi bilan amalga oshiriladi. ArcPy orqali geoqaytaishlash qurollarida, shuningdek, oddiy va murakkab ish jarayonlarini tez tashkil qilish imkonini beruvchi qo'shimcha funksiya, sinflar va modullarga kirish imkoniyati mavjud.

Asosiy tushunchalar

ArcGIS, kataloglar, ArcCatalog, ArcCatalog qurollar paneli, geografiya qurollar paneli, joylashuv qurollar paneli, geoma'lumotlar bazasi, ArcPy, Ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasi (MBBS), SQL Server, Oracle, Informix, Python, ModelBuilder, VBS cript, Jscript.

Nazorat savollari

1. ArcGIS dasturiy ta'minotida Katalog oynasining vazifasi nimalardan iborat?
2. Katalog oynasining qurollari yordamida qanday amallarni bajarish mumkin?
3. Arc Catalog ilovasi nima?
4. Arc Catalog ilovasining asosiy qurollar paneliga nimalar kiradi?
5. GAT tarkibini boshqarish deganda nimani tushunasiz?
6. Geoma'lumotlar bazasi nima?
7. Geoma'lumotlar bazasi sxemasi deganda nimani tushunasiz?
8. Geoma'lumotlar bazasida ma'lumotlar to'plami nimalarni o'z ichiga oladi?
9. Geoqaytaishlash deb nimaga aytiladi?
10. Geoqaytaishlash qurollarini ishga tushirishning qanday usullari mavjud?
11. Geoqaytaishlashda skript yozishda qaysi dasturlash tilidan foydalaniladi?
12. Model Builder nima va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

VII BOB. MA'LUMOTLAR SIFATI VA METAMA'LUMOTLAR

7.1. Geografik axborot tizimlarida ma'lumotlar sifati

GAT lardan foydalanishda ma'lumotlar sifati muhim ahamiyatga ega. Fazoviy ma'lumotlarni tahlil qilish uchun GAT lardan foydalanganda barcha ma'lumotlar (geografik va atribut ma'lumotlar) mutlaq aniqlikka ega bo'lmaydi, chunki ushbu ma'lumotlar real voqelikni aks ettirmaydi. Ma'lumotlardagi xatolarni to'raligicha bartaraf etishning iloji bo'lmasa-da, ularning ta'sirini imkon qadar kamaytirish mumkin. Umuman olganda, ma'lumotlarda xato qancha ko'p bo'lsa, shu axborotga asoslangan tahlil natijalarining ishonchiligi shuncha kam bo'ladi. Ma'lumotlar aniqligining cheklanganligidan xabardor bo'lish zarur, chunki keyingi tahlillar uchun ularning ta'siri bo'lishi mumkin.

Ushbu bo'limda GATda ma'lumotlar sifatini tavsiflash uchun qo'llaniladigan ayrim atamalar, GAT ma'lumotlaridagi ba'zi xatolar manbalari va ularning metama'lumotlardagi roli ko'rib chiqiladi.

Atamalar. GAT ma'lumotlar sifatini tavsiflash uchun maxsus lug'at ishlatiladi. Unda GAT ma'lumotlari sifatini yoritadigan atamalarining izohi keltirilgan. Quyida eng muhim hisoblangan ayrim atamalarining qisqacha sharhi beriladi.

Ma'lumotlarning sifati va xatolik atamasi. Ma'lumotlar sifati — bu ma'lumotlarning qanchalik darajada to'g'ri ekanligini anglatadi. Xatolik deganda olingan ma'lumotlarning uning haqiqiy qiymatidan farqi tushuniladi. O'zida ko'p xatolikni saqlagan ma'lumotlar, shubhasiz, sifati past ma'lumot hisoblanadi.

Odatda, taqribiy aniqlik va aniqlikfarqlanadi. *Taqribiy aniqlik* ma'lumotlar o'lgangan qiymatining o'zining haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasidir. Yuz foiz aniqlikni tashkil qiladigan ma'lumotlar to'plami mavjud emas. Qo'yimlar (dopusk) qo'llanilganda

aniqlik miqdoriy bo'lishi, ya'ni ikki nuqta orasidagi masofa 173 m plus yoki minus 2 m aniqlikda o'lchangan bo'lishi mumkin. Bu odatda ehtimollilik atamalarida quyidagicha ifodalanadi: 173 ± 2 m.

Aniqlik batafsil ifodalash darajasini anglatadi. Masalan, masofa 173,345 metr deb yozilsa, u 173 metr deb yozilgan qiymatga nisbatan aniqroq hisoblanadi. Shu bois ma'lumotlarning aniq bo'lishi uchun (ma'lum bir qo'yimlar chegarasida) bu juda muhimdir. Darhaqiqat, yuqori darajadagi aniqlik bilan qayd qilingan ma'lumotlar aniqlik haqida noto'g'ri taassurot berishi ham mumkin. Ma'lumotlar ularning ma'lum belgilangan aniqligiga nisbatan yuqori darajadagi aniqlik bilan qayd qilinmasligi lozim.

Ketma-ket sodir bo'ladigan xatolarni belgilash uchun *siljish* (*og'ish*) atamasi qo'llaniladi. Masalan, kartani raqamlashtirish jara-yonida u tasodifan qo'zg'alsa, unga mos ravishda sistematik tarzda undagi barcha nuqtalar o'rni siljigan holda raqamlashtiriladi (ya'ni qayd qilingan qiymatlar ma'lum yo'nalishda o'zgarib tasvirlanadi). Yana bir boshqa misol sifatida shuni aytish mumkinki, dasturiy ta'minot yordamida barcha ma'lumotlarning qiymatlari qisqarib qolishi mumkin, bu esa ma'lumotlar aniqligining pasayishiga olib keladi.

Yuqorida ko'rsatilgan atamalar atributlar va mahalliy ma'lumotlarga nisbatan qo'llanadi. Bo'laklarga ajratish (rezolyusiya) va umumlashtirish (generalizatsiya) atamasi faqat mahalliy ma'lumotlarga taalluqlidir.

Bo'laklarga ajratish atamasi ma'lumotlarda olingan kichik tashkil etuvchilar (komponentlar) o'lchamlariga tegishlidir. Rastr rejimda kichik tashkil etuvchilar rastr elementlarining o'lchamiga bog'liq. Masalan, agar kichik tashkil etuvchining har bir katakchasi erda 20×20 m maydonni egallasa, unga nisbatan kichik maydonni egallaydigan tafsilotlar (masalan, alohida turgan yakka daraxt) katakchani qoplamaydi. Agar raqamlash vektor rejimda bo'lsa,

bo'laklarga ajratish boshlang'ich karta masshtabining funksiyasi bo'ladi.

Umumlashtirish (generalizatsiya) atamasi kartalarni tuzishda soddalashtirish darajasini anglatadi. Kartalar real dunyoning modeli bo'lib, u dunyoning kichraytirilgan nusxasi emas, ya'ni bu yerda kartograflarning vazifasi namoyon bo'ladi. Odatda, ular kartada ortiqcha har xil detallarni olib tashlagan holda joyning muayyan o'ziga xos xususiyatlarini aks ettirishlari zarur. Masalan, kichik burilishli chiziqlar umumlashtirib to'g'rilanishi, mayda masshtabda o'qish qiyin bo'lgan poligon ko'rinishidagi joyning o'ziga xos xususiyatlarining nuqtali obyektlar ko'rinishida tasvirlanishi, haqiqiy masshtabda tasvirlash qiyin bo'lgan tafsilotlarni (masalan, yo'llarning kengligi) ko'rish uchun bo'rttirib tasvirlanishi va hokazo.

Ma'muriy chegaralar yuqori darajada geografik inersiyaga ega bo'ladi, biroq ular vaqti-vaqti bilan ko'rib chiqiladi. Tez-tez takrorlanib turadigan jarayonlar ta'sirida ba'zi tafsilotlar joylashgan o'rnini o'zgartirishi mumkin. Atribut ma'lumotlar fazoviy xususiyatlar bilan bog'liq bo'lib, vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Shu o'rinda ma'lumotlar to'plami bilan bog'liq axborotlarni kiritish vaqtini ko'rsatish muhim ahamiyat kasb etadi.

Boshqacha aytganda, ma'lumotlar sifati to'liqlik, moslik (muvofiqlik), barqarorlik (doimiylik, o'zgarmaslik) va foydalanishga yaroqlilik jihatlarini o'z ichiga oladi.

To'liqlik ma'lumotlarning etarli darajada mavjud bo'lishlik darajasini anglatadi, ya'ni to'liq ma'lumotlar to'plami to'la hajmda tadqiqot sohasi va vaqt oralig'ini qamrab oladi.

Moslik atamasi ikki ma'lumot to'plamining bir maqsadda foydalanilishini anglatadi. Turli masshtabdagi manbalardan raqamlashtirilgan kartalar bir-biriga mos kelmasligi mumkin. Masalan, GAT 1:10000 va 1:25000 masshtablardagi kartalardan raqamlash-

tirilgan qatlamlarni ko'rsatish uchun texnologiyani taqdim qildi. Ishonchliligi, aniqligi va umumlashtirish darajasi turlicha bo'lgan kartalarni mos keltirish muhim masala hisoblanadi.

Moslikni ta'minlash uchun ma'lumotlar to'plami ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, qayta ishlash va tahrir qilish usullaridan foydalanib ishlab chiqilgan bo'lishi kerak. Agar ma'lumotlar turli kishilar tomonidan yoki turli manbalardan raqamlashtirilgan bo'lsa (masalan, kartalarning turli varaqlarida turli vaqtlarda kuzatishlar olib borilgan bo'lishi mumkin), ma'lumotlar to'plamida mos kelmaslik (nomuvofiqlik) holatlari paydo bo'ladi.

Foydalanishga yaroqlilik atamasi aniq ma'lumotlar to'plamining ma'lum maqsadlar uchun yaroqliligini, foydaliligini bildiradi. Masalan, atribut ma'lumotlar eskirishi mumkin va bir necha yil o'tgandan so'ng, ayniqsa, agar atributlar oraliq davrda o'zgargan bo'lsa, aniq atributga xos modellashtirish uchun yaroqsiz bo'lib qoladi.

7.1.1. Xatolar manbalari

Ma'lumotlarda xatolarning o'tishi juda ko'p manbalardan kelib chiqadi. Bo'lishi mumkin bo'lgan xatolar manbalarini aniqlash va xatolar miqdorini kamaytirish uchun chora-tadbirlar qo'llash muhim masalalardan hisoblanadi. Shu sababli barcha bo'lishi mumkin bo'lgan xatolar ro'yxatini berish emas, balki faqat kutilishi mumkin bo'lgan xatolar indikatsiyasini ta'minlash zarur.

Noaniqliklar vaqt, makon yoki atributga bog'liq holda vujudga keladi. Fazoviy noaniqlik ma'lumotlar obyekti yoki nuqtalari o'rmini aniqlash uchun foydalaniladigan koordinatalar, dala o'lchash ma'lumotlarini interpolyasiya qilish, foydalaniladigan ma'lumotlarning noto'g'ri o'lchanishi yoki yozilishidan paydo bo'ladi. Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, ma'lumotlarning atribut qiymatlari va geografik tavsiflari vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. Shu

sababli ma'lumotlar yig'ilgan sana va vaqtining yozilishi yaxshi ish tartibi hisoblanadi. GAT ning keng imkoniyatlaridan foydalanilgan bo'lsa-da (tez o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin bo'lgan sistemalar, ob-havo sistemalaridan tashqari), noaniqliklar qayd qilingan vaqtdan ham kelib chiqishi mumkin. Vaqt bilan bog'liq xatolar boshqa turdagi xatolarga nisbatan jiddiy hisoblanmaydi, shu sababli bu yerda ular ko'rib chiqilmaydi.

Noaniqlik GAT tahlilining barcha bosqichlarida paydo bo'lishi mumkin. Quyida har bir bosqichdagi ayrim xatolar manbalariga to'xtalib o'tilgan.

Ma'lumotlarni kiritishdagi xatolar. GATga kiritilayotgan ma'lumotlar o'lchash noaniqliklarini o'zida saqlaydi. Ular birlamchi va ikkilamchi bo'lishi mumkin. Birlamchi ma'lumotlarni yig'ish xatosi ma'lumotlarni olish yoki o'lchashlar vaqtida sodir bo'ladi. Masalan, nashr qilingan qog'oz formatdagi karta ma'lumotlarini raqamli ko'rinishga o'tkazishda qog'oz formatdagi kartada xato mavjud bo'lishi mumkin va tabiiyki, u raqamli ko'rinishga o'tkazilganda ham saqlanadi. Ma'lumotlarning atribut manbalari ham xatolik saqlaydi va ular o'lchash asboblarining nosozligi, tanlab olish xatolari, yozishdagi hamda kodlashdagi xatoliklar va boshqa shu kabilardir. O'lchashlarning ayrim usullarida (masalan, yer usti syomkasi) boshqa syomka usullariga (masalan, fazoviy suratga olish) qaraganda ma'lumotlarning aniq bo'lish ehtimoli yuqori bo'ladi. Ma'lumotlarni yig'ishning ikkilamchi xatolari deb ataluvchi keyingi xatoliklar ma'lumotlarni GATga kiritish jarayoni nihoyasida kirishi mumkin. Masalan, raqamlashtirish xatosi, ma'lumotlarni terishdagi xatolik va h.k.

Atribut ma'lumotlar xatolari. Atribut ma'lumotlardagi xatolar birlamchi yoki ikkilamchi ma'lumotlarni yig'ish xatolaridan kelib chiqishi mumkin. Birlamchi ma'lumotlarni yig'ish xatolari o'lchashlarni bajarish vaqtida yuzaga keladi. Ma'lumotlarni yig'ish-

ning ikkilamchi xatolarining ko'pchiligi shunchaki yozishda yo'l qo'yilgan xato natijasidir. Masalan, raqamlar noto'g'ri kiritilishi yoki nomlar noto'g'ri yozilishi mumkin. Daladagi imloviy xatolar fazoviy xususiyatli atributlar jadvallarini birlashtirish uchun foydalaniladi. Atribut ma'lumotlarning etarli bo'lmasligi ham shakshubhasiz muammolarga sabab bo'ladi.

Ma'lumotlarni qayta ishlash xatolari. Navbatdagi xatolar ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonida qo'shilishi mumkin. Masalan, ma'lumotlarning rastr tasviri va chiziqlarni vektor rejimga o'tkazishda o'ziga pog'onali shaklni olishi mumkin. Burchakli chiziqlarni silliqlash uchun foydalanish mumkin bo'lgan turli xil silliqlash algoritmlari mavjud, biroq ularni sun'iy silliqlash ta'sirida ham qo'shimcha xatolar qo'shilishi mumkin.

7.1.2. Ma'lumotlarni modellashtirish xatolari

Xatoliklarni e'tirof etishdan ko'ra ularning qiymatlarini imkon qadar kamaytirish mumkin bo'lgan barcha choralarni qo'llash muhimdir. GATda xatolarni tuzatish jarayoni, ayniqsa, tijorat dasturiy ta'minoti ilovalarida nisbatan kam e'tibor talab qiladi, biroq ma'lumotlar ishonchligi haqidagi tasavvurlarni ta'minlash uchun xatolarning miqdor o'lchovidan foydalanish borasida dastlabki qadamlar qo'yilgan.

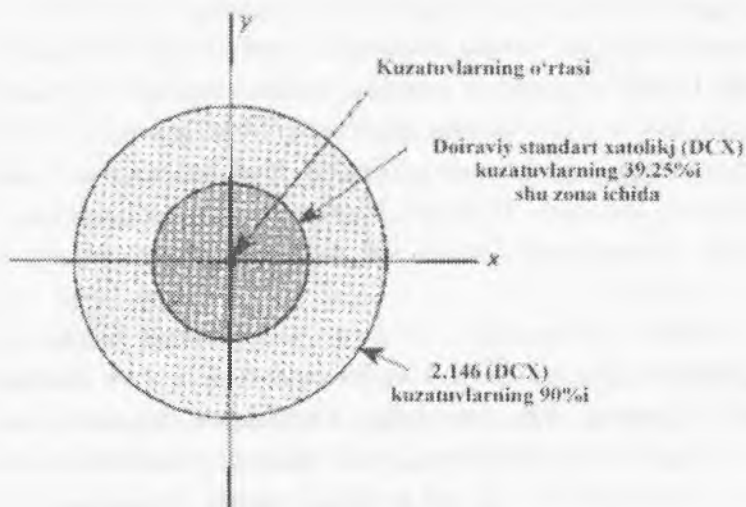
Atribut xatolar. Atribut ma'lumotlarida o'lchash xatolari oddiy statistik usullardan foydalanish natijasida shakllangan bo'lishi mumkin. Masalan, agar o'lchash xatolari nol o'rtacha qiymati bilan normal taqsimlangan deb qabul qilinsa, unda standart xatoni hisoblab, ma'lumotlar qiymatlarida ishonchli chegaralarni o'rnatish uchun foydalanish mumkin.

Agar atribut ma'lumotlar tayanch nuqtalar deb qabul qilinsa, ular oraliq nuqtalarni interpolyasiya qilish uchun zarur bo'lishi mumkin.

Agar atribut ma'lumotlar raqamli toifadagi ma'lumot hisoblanmasa, unda ular xatolar matritsalarini tasnifini hisoblashga imkon beradi. Ushbu matritsada qatorlar o'zidao'Ichangan turli toifalarni, ustunlar esa to'g'ri toifalarni ifodalaydi. Masalan, qatorlar kosmik suratlarni tahlil qilish asosida Yerdan foydalanish strukturasi tasnifidagi toifalarni ifodalashi, ustunlar esa ma'lumotlarni yer ustidagi nazoratlarga asoslangan tasniflashdagi toifalariga mos kelishi mumkin.

Nuqtali ma'lumotlar xatolari. Nuqtalarning planli o'rnini belgilashdagi to'g'ri burchakli koordinatadan (ya'ni x va y) foydalaniladi. Ularning har biri bilan bog'langan xatolarni normal taqsimlangan deb qabul qilinsa, unda ehtimoliy taqsimlanish yuzasi barcha yo'nalishlarda bir xil tezlikda pasayib boradigan gumbaz shaklida bo'ladi. Bu sirtidagi standart xatolikka doiraviy standart xatolik (DSX) deyiladi (7.1-rasm). Barcha nuqtalarning 39,35 %i DSX1 birlik radiusli doira chegarasida yotadi, deb faraz qilish mumkin. Punktlardan 90 %i 2,146 birlik DSX radius chegarasida bo'lishi kerak. Kartada aniqlikni belgilash usullaridan biri karta aniqligining doiraviy standartini berishdir (masalan, 2,146 DSX ma'lumotlarning kuzatilgan barcha nuqtalari 90 %i ularning joylashgan o'rnidan shuncha masofa chegarasida bo'lishini anglatadi).

Chiziqli ma'lumotlar xatolari. Chiziqli bir nuqtasining haqiqiy o'rnini raqamlashtirilgan chiziqdan har ikkala tomoni bo'yicha polosa oraliqida yotadi, deb faraz qilish mumkin. Polosa kengligi standart xatolikni aks ettiradi. Bu polosalar ba'zan epsilon-guruh deb ham nomlanadi. Lekin chiziq har bir nuqtasining o'rnidan oldin va keyin joylashgan nuqtalarga bog'liq emasligini hisobga olib, ketma-ketlikni tashkil etadigan raqamlashtirilgan nuqtalar o'sha yo'nalishga qarab siljish xususiyatiga ega deb taxmin qilish mumkin.



7.1-rasm. Doiraviy standart xatolik

7.2. Metama'lumotlar, ularning xususiyatlari, tasniflanishi va ifodalash vositalari

7.2.1. Metama'lumot atamasining ta'riflari. Metama'lumotlar bilan tavsiflanadigan resurslar

Kompyuter sistemalarida ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash, sistemalararo ma'lumotlarni almashish va foydalanuvchilarning ularga bo'lgan ehtiyojlarini qondirish uchun ma'lumotlar xususiyatlari tavsifini aniq ifodalash talab etiladi. Bu tavsiflar ko'rsatilgan funksiyalarni bajaradigan dasturiy vositalar hamda foydalanuvchilarga so'roqlarni aniq ifodalash, ma'lumotlarni tahlil qilish va ularning mazmunini sharhlash uchun zarurdir. Bunday tavsiflashga *metama'lumotlar* deyiladi va ular axborot resurslarining alohida turi hisoblanadi. Ularni tuzish katta hajmdagi mehnat va xarajatni talab qiladi, biroq ular ma'lumotlar qimmatini (bahosini) oshiradi, ulardan foydalanishning keng imkoniyatlarini ta'minlaydi. Metama'lumot kompyuter sistemalari paydo bo'lishi va

“metama’lumot” atamasining ilmiy-texnik leksikaga kiritilishidan ancha oldin foydalanila boshlangan. Nashrlardagi foydalanilgan manbalarining bibliografik tavsifi, kutubxona katalogi, turli xil klassifikatorlar, maqolalar annotatsiyalari kabilarning barchasi metama’lumotga misol bo’ladi.

“Metama’lumot” atamasi mazmuniga doir turli nuqtai nazarlar mavjud. Metama’lumotlarning xilma-xil turlari va ulardan foydalanish sohalarini inobatga olib, keng tarqalgan ta’riflarni keltirib o’tamiz.

1-ta’rif. Metama’lumot – bu ma’lumot haqidagi ma’lumot.

2-ta’rif. Metama’lumot – bu ma’lumotni foydali qilib ko’rsatuvchi axborot.

3-ta’rif. Metama’lumot – bu raqamli va raqamsiz ayrim resurslarni tavsiflaydigan kompyuter tomonidan ishlab chiqiladigan ma’lumot.

4-ta’rif. Metama’lumot – bu kompyuterda ishlab chiqish va inson tomonidan sharhlashga ruxsat etilgan raqamli va raqamsiz obyektlar to’g’risidagi axborot.

5-ta’rif. Metama’lumot – bu ayrim resurslar tavsiflarini izohlaydigan tizimlashtirilgan ma’lumot.

6-ta’rif. Metama’lumot– strukturalangan axborot. Axborot resurslaridan foydalanishda axborotni tavsiflaydi, tushuntiradi, joylashgan o’rnini ko’rsatadi, boshqacha qilib aytganda, qidiruvni osonlashtiradi, boshqarishni engillashtiradi.

7-ta’rif. Metama’lumot – bu tizimlashtirilgan ma’lumot bo’lib, o’zida aniqlashtirish, qidirish, baholash va boshqarish maqsadida izohlanadigan obyektlar tavsiflarini namoyon etadi.

“Metama’lumot” atamasining vujudga kelishida ular ma’lumotlar xususiyatini tavsiflash uchun mo’ljallanganligi nazarda tutilgan. Vaqt o’tishi bilan turli xil resurslar xususiyatlarini tavsiflashni zamonaviy kompyuter sistemalarida amalga oshirish zarurati paydo bo’ldi va jiddiy ravishda kengaytirildi. Aslida ma’lumotlardan tashqari ma’lumotlarni saqlashni, ulardan foydalanish huquqi va ularni qayta ishlashni, foydalanuvchi tavsiflarini izohlashni ta’minlaydigan sistemalarni sharhlash talab qilinadi. Nafaqat tizimlashgan, balki tizimlashmagan ma’lumotlarni ham tavsiflash

zarur hisoblanadi. Metama'lumot yordamida ma'lumotlardan foydalanish bo'yicha ruxsatlar va ulardan foydalanishni ta'minlashi zarur turli xil cheklovlar tavsiflanishi kerak

7.2.2. Metama'lumotlarning xususiyatlari va funksiyalari

Metama'lumotlar funksiyasi aniq muayyan tarkibi ularning tizimlaridan foydalanuvchining o'ziga xos xususiyati, uning resurslarini tavsiflaydigan metama'lumot tavsifi, tayanch axborot texnologiyalari sistemalari, foydalanuvchi talablari va boshqa ko'p omillarga bog'liq. Quyida metama'lumotlarning umumiy xususiyatlari ko'rib o'tiladi.

Metama'lumotlarning nisbiy tavsifi. Axborot resurslarining ma'lumot va metama'lumotga bo'linishi nisbiytushuncha hisoblanadi. Bir holatda metama'lumot rolini o'ynovchi axborot resurslari boshqa holatda ma'lumot hisoblanadi va aksincha bo'lishi ham mumkin. Haqiqatan ham, matn ichida mavjud bo'lgan veb-sahifalar gipermatnli belgilar majmuasi, nashrlar nomlari yoki ularning annotatsiyasi kabi resurslarni tavsiflovchi axborotlar metama'lumot sifatida ishlatilishi mumkin. Shu bilan birga ularning barchasi mavjud resurslar tarkibiy qismi hisoblanadi va o'z navbatida, ma'lumot bo'lib ham qoladi.

Metama'lumotlarning ko'p qirraliligi. Ma'lumotlar va boshqa har qanday resurslar xususiyatlari tavsifi faqat mavhum tizim tushunchasi atamalarida amalga oshirilishi mumkinligi belgilab qo'yilgan. Bunday tushunchalar tizimi va ularning aloqalari tavsiflanuvchi resurslar ko'rsatilgan atamalarda modullarga munosabati bo'yicha ancha mavhum darajadagi modellarni (metamodel-larni) mujassamlashtiradi. Bunda metama'lumotlar ma'lumotlar singari axborot resurslari hisoblanadi. Ular uchun ham metama'lumotlar – boshlang'ich tavsiflanuvchi resurslarga munosabati bo'yicha o'zida aks ettiradigan meta-metama'lumotlar mavjud bo'lishi mumkin. Metama'lumotlarning bunday shajarasi xohlagan darajadagi sonni o'z ichiga olishi mumkin. Metama'lumotlar shajarasining eng yuqori darajasini tasniflash "metama'lumotlar", "meta-metama'lumotlar" va boshqa shu kabi atamalar bilan belgilanadi.

Strukturalangan va strukturalanmagan metama'lumotlar. Tizimli funksiyalarni qo'llab-quvvatlash uchun odatda strukturalangan metama'lumotlar foydalaniladi. Foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan metama'lumotlar strukturalangan hamda strukturalanmagan bo'lishi mumkin. Strukturalangan metama'lumotlardan farqli ravishda strukturalanmagan metama'lumotlarda ularni taqdim etishning umumiy qabul qilingan standartlari mavjud emas. Strukturalangan metama'lumotlarni tiborni ko'proq jalb qiladi. Ularga juda ko'p nashrlar kiradi. Strukturalangan hamda strukturalanmagan metama'lumotlar ham strukturalangan va strukturalanmagan ma'lumotlarni tavsiflashi mumkin.

Statik va dinamik metama'lumotlar. Metama'lumotlar statik va dinamik bo'lishi mumkin. Statik metama'lumotlarda ma'lumotlar bazasi sistemalaridagi ma'lumotlar bazasining sxemasi o'zgarishsiz bo'ladi. Elektron kutubxonalarda yangi axborot obyektlari qo'shilsa, undagi kolleksiya katalogining o'zgarishi dinamik metama'lumotlarga misol bo'ladi.

Metama'lumotlarning shakllanganlik darajasi. Metama'lumotlarni taqdim etish uchun turli darajadagi shakllangan ifodalash vositalari – tabiiy til, yarim formal tillar xizmat qilishi mumkin. Masalan, Dublin yadrosi metama'lumotlari elementlari to'plami, shuningdek, formal tillar deduktiv ma'lumotlar bazasida mantiqiy vositalar bilan tavsiflanadi.

Metama'lumotlarni oshkora va yopiq taqdim etish. Turli axborot resurslari va boshqa sistemalarning xususiyatlari metama'lumotlar aniq ko'rsatilib tavsiflanadi. Bu metama'lumotlar matn hujjatlari, rasm yoki tasvir ko'rinishida, elektron jadvallarda, ma'lumotlar bazasida va boshqa turli axborot texnologiyalari instrumentlarida, masalan, CASE-instrumenti metama'lumotlari repozitorlarida yoki ochiq arxivlarda saqlanadi. Shu bilan birga ularning ayrim xususiyatlari ochiqdan-ochiq ko'rsatilmasligi mumkin. Masalan, ilmiy nashrlarda bunday holatlar kuzatiladi.

Avtonom (mustaqil)/o'rnatilgan metama'lumotlar. Metama'lumotlar tavsiflanuvchi resurslardan avtonom (mustaqil) yoki ularga o'rnatilgan bo'lishi mumkin. Avtonom metama'lumotlarga misol qilib ma'lumotlar bazasi sxemalari, XML-hujjatlar tipini

tavsiflovchi va vebda saqlanadigan DTD, ochiq arxivlar OAI texnologiyasida ochiq arxiv metama'lumotlar repozitorlarini keltirish mumkin. O'rnatilgan metama'lumotlarga esa HTML-belgilash veb-sahifalari, maqolalar annotatsiyasi va boshqa shu kabilar misol bo'ladi.

Tizimli va foydalanuvchi metama'lumotlari. Metama'lumotlar tizimli funksiyalardan (tizimli metama'lumotlar) foydalanish bilan bog'liq kompyuterda qayta ishlash, shuningdek, axborot sistemalari foydalanuvchilari uchun ham mo'ljallangan bo'lishi mumkin.

Metama'lumotlar ularning foydalanish tizimlaridahar xil funksiyalarni bajaradi. Ularning barcha imkoniyatlaridan to'la foydalanmasdan bajariluvchi metama'lumotlarning qisqacha asosiy funksiyalari quyidagilar:

Predmet sohasi modellarining tavsifi. Metama'lumotning asosiy funksiyasi predmet sohasi mavhum modelini tavsiflashdan iborat. Axborot sistemasini loyihalash ushbu modellarni ishlab chiqishdan boshlanadi. Ushbu funksiya semantik daraja tizimlarida ontologiya bilan to'ldiriluvchi predmet sohasining konseptual sxemasi hisoblanadi. Bunday modellar ishlab chiqiladigan axborot sistemalarini amalga oshirish texnologiyalariga bog'liq emas. Konseptual sxemalarni tasniflash uchun turli darajadagi rasmiy konseptual modellashtirish tillari qo'llaniladi, masalan, matematik mantiqqa asoslangan UML diagrammalar yoki bilimlarni taqdim qilishning rasmiy tillari. Xuddi shu konseptual sxema turli darajadagi predmet sohasi semantikasini o'zida saqlashi mumkin.

Ma'lumotlar manbalarining tavsifi. Metama'lumotlarning ushbu funksiyasi ma'lumotlar bazalari sxemalari, XML-hujjatlari tipini, axborot obyektlari repozitorlari uchun XML-sxemalarni, axborot manbai ontologiyasini (masalan, RDFS, OWL2) aniqlashni bajaradi.

Metama'lumotlarning "Axborot obyektlari tavsifi", "Axborot manbalari, ularning fragmentlari semantikalar tavsifi", "Turli darajadagi axborot arxitekturasini ma'lumotlarini taqdim etish tavsifi", "Tavsiflanuvchi resurslar identifikatsiyasi", "Strukturalanmagan ma'lumotlarni boshqarish", "Ma'lumotlar verifikatsiyasi", "Tavsiflanuvchi resurslar haqida foydalanuvchi ma'lumotlarini taqdim etish", "Foydalanish huquqini boshqarish", "Foydalanuvchi xarak-

teristikalari va ularning ehtiyojlari tavsifi”, “Axborot resurslarini qidirish va topishni ta’minlash”kabi funksiyalari mavjud.

7.2.3. Metama’lumotlarni tasniflash va ifodalash vositalari.

Metama’lumotlarni standartlashtirish

Metama’lumotlarni tasniflashga doir turli yondashuvlar mavjud. Tavsiflanadigan resurslar funksiyasi, semantik mavhumlik darajasi, ularning xususiyati, axborot arxitektura darajasi va boshqa qator mezonlar bo’yicha metama’lumotlarni tasniflash huquqi mavjud.

Tavsif beradigan metama’lumotlar resurs kontentini (masalan, Dublin yadrosi metama’lumotlari elementlari qiymatlarining to’p-lami),uning bibliografik ma’lumotlarini(agar bu nashr etiladigan ma’lumot bo’lsa), annotatsiyasini, resurs identifikatorlarini tavsiflaydi.

Strukturaviy metama’lumotlar resurs strukturasi umumiy tavsifi va uning tashkil etuvchilari, hajmi hamda tavsiflanuvchi resursning boshqa o’xshash xususiyati bilan tavsiflanadi.

Ma’muriy metama’lumotlar resurslar bilan ma’muriy rasmiyatchilik va boshqarish uchun zarur bo’lgan resurslarni tuzish va yangilash sanasini, u kim tomonidan tuzilganligi, ushbu resursga egalik huquqi kimdaligi, foydalanuvchi vakolatlari, ular qaerda saqlanishi kabi boshqa ma’lumotlarni tavsiflaydi.

Ma’muriy metama’lumotlar elektron kolleksiyalar va boshqa axborot resurslari bilan boshqarish va ma’muriy rasmiyatchilik uchun xizmat qiladi. Ma’lumotlarni yig’ish, ularning joylashgan o’rni, resurslarni reproduksiya qilish (nusxa olib ko’paytirish) qoidalari va usullari, qonuniy foydalanish sharoitlari haqidagi axborotni taqdim etadi.

Tavsif beradigan metama’lumotlarga katalog yozuvlari, qidirish uchun yordam beradigan axborotlar, tuzuvchi va foydalanuvchi annotatsiyalari taalluqlidir.

Saqlash metama’lumotlari. Kolleksiyalar va boshqa axborot resurslarini saqlashni boshqarish uchun mo’ljallangan.

Foydalanish bo’yicha metama’lumotlar. Resurslardan foydalanish, jumladan, qayta foydalanish, resurslarga bo’lgan mualliflik

huquqi va boshqa tavsifini ifodalaydi. Shuningdek, quyidagi ilmiy metama'lumotlar sinfi mavjud:

- ma'lumotlarni transformatsiyalash tavsifi (ilmiy modellar, kompyuter dasturlari va boshqalar);
- ma'lumotlar semantikasi tavsifi;
- ma'lumotlar strukturasi tavsifi;
- ma'lumotlar atributlari tavsifi;
- ma'lumotlar qiymati tavsifi.

Afsuski, bu tasniflash ancha tor hisoblanib, u fan va ilmiy faoliyat bilan bog'liq ilmiy asboblardan, tadqiqot faoliyati jarayoni, uning infrastruktura va boshqa resurslarni tavsiflovchi metama'lumotlarini o'z ichiga olmaydi.

Metama'lumotlarni ifodalash uchun tabiiy til va sun'iy tildan, belgilash tili, metama'lumotlar sxemalari, grafik vositalardan foydalanish mumkin.

Tabiiy tillar. Bunday tillar metama'lumotlarni taqdim etishning boshqa vositalari bilan qiyoslaganda nisbatan keng imkoniyatlari bilan ajralib turadi, biroq ular metama'lumotlarni talqin qilishning bir ma'noliligi va qat'iyiligini ta'minlamaydi. Bunday tizimlashmagan metama'lumotlarni kompyuterda ishlab chiqishning foydali tomoni kam bo'lib, ular asosan foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan. Tabiiy tilda nashrlar annotatsiyasi, tavsiflanuvchi resurslar va ularning mualliflari haqida turli ma'lumotlar ifodalanadi.

Sun'iy tillar. Bu turli tillardan iborat katta qatlam bo'lib, ularga ma'lumotlar bazasini boshqarish sistemasidagi ma'lumotlarni tavsiflash, konseptual modellash, ontologiyani tavsiflash, ishlar oqimini tavsiflash kabi tillar kiradi. Bunday toifadagi tillarga SQL tilning deskriptiv tub tili, ODL obyektlarni tavsiflash tili, COBRA standartning IDL interfeyslarini tavsiflash tili, W3C: OWL, OWL2, RDF, RDFS konsorsiumi tillari va XML-sxema tillari kiradi. Bulardan tashqari, ushbu toifaga quyida ko'rib chiqiladigan belgilash, metama'lumotlar sxemalari, vizual tillarni ham kiritish lozim.

Belgilash tillari. Bu sun'iy tillar orasida eng keng ommalashgani XML, HTML, XHTML, Tex (matematik modellarni belgilash tili) va uning shoxobchasi LaTeX hisoblanadi. Ko'pgina sistemalarda

metama'lumotlar ma'lum XML-sxemalari bilan XML-hujjatlar ko'rinishida ifodalanadi.

Metama'lumotlar sxemasi. Bunday toifadagi vositalar o'zida so'nggi yillarda juda ommalashgan sun'iy tillarning maxsus turini namoyon qiladi. Ularni ishlab chiqish uchun asossifatida Dublin yadrosi metama'lumotlari elementlari olindi. U esa, o'z navbatida, turlarga ajratilmagan metama'lumotlarning tizimlashtirilgan standarti hisoblanadi. "Metama'lumotlar sxemasi" atamasi adabiyotlarda keng qo'llaniladi va u "metama'lumotlar elementlarining to'plami" atamasining sinonimi hisoblanadi. Metama'lumotlar sxemasi – metama'lumotlar elementlari to'plami bo'lib, ulardan har biri ayrim nom, ma'no (semantika)ga va o'rnatilgan semantika orqali qiymatga ega bo'ladi, ba'zi hollarda esa boshqariladigan lug'atdan qiymat beriladi. Metama'lumotlar sxemasi orqali ifodalangan izohlanadigan resurslar metama'lumotlari ko'pincha XML-hujjatlar ko'rinishida kodlashtiriladi.

Vizual tillar. Vizual tillar ancha ilgari CASE-texnologiyalarda qo'llanilib kelingan. Bugungi kunda ushbu sohada eng keng tarqalgan til – obyektini tahlil qilish va loyihalash UML tilidir. Loyihalash bosqichida murakkab dasturiy sistemani yaratadigan turli jihatlarni izohlashga imkon beruvchi bir qancha turdagi grafik diagrammalar ushbu tilda metama'lumotlarni ifodalashning asosiy vositasi bo'lib hisoblanadi.

Metama'lumotlarning interoperabelligini ta'minlash va qayta foydalanish uchun ularni ifodalash vositalarini standartlashtirish muhim ahamiyatga ega. Bu sohada standartlashtirish rasmiy organi, industrial konsorsium, turli professional uyushmalar tomonidan anchadan buyon jadal faoliyat olib borilmoqda. Bugungi kunga qadar qo'llash sohasidan qat'i nazar maxsus foydalanish uchun mo'ljallangan metama'lumotlarning qator standartlari ishlab chiqilgan. Birinchi guruhga SQL tilning deskriptiv tub tili, ODMG konsorsiumining ODL obyektlarni izohlash tilini kiritish mumkin.

ODMG konsorsiumining standartlari: UML tili, COBRAIDL interfeyslarni izohlash tili, Common Warehouse Model (CWM) tili, W3C konsorsiumining standartlari: XML Schema, RDF, RDFS, OWL, OWL2 uning profillari bilan va WSDL veb-servislar

interfeyslarini izohlash tillari; Dublin yadrosi elementlar to'plami (Dublin Core, DC); VRML biznes jarayonlarni modellashtirish tili. Bulardan tashqari, metama'lumotlarning "umumiy" standartlari boshqa misollarini tegishli manbalardan topish mumkin.

Ikkinchi guruhdagi standartlar orasida qator sohalaridagi tadqiqotlarda yaratilgan ilmiy metama'lumotlar standartlari o'rin olgan.

7.3. Geoinformatsion kartaga olishda elektron kartalar metama'lumotlari

7.3.1. Elektron kartalar metama'lumotlari ta'riflari

Ko'p sonli foydalanuvchilar tomonidan turli masalalarni yechish uchun elektron kartalardan foydalaniladi. Topografik, maxsus va mavzuli elektron kartalar – elektron kartalar sistemasiga birlashtiriladi. Unga kiruvchi vektor va rastr elektron kartalar hisoblash masalalarini yechish va axborot olish, tahlil qilish, modellashtirish, holatni va joyni tasvirlash uchun ishlatiladi.

Elektron kartalarni tuzish (yangilash) va qo'llashda foydalaniladigan geodezik, gravimetrik, fotogrammetrik va kartografik axborot metama'lumotlarining tarkibi va mazmuniga talablar o'rnatilgan tartibda belgilab qo'yilgan.

Elektron kartalar fazoviy ma'lumot hisoblanib, ularning sistemasi elektron kartalar metama'lumotlarini tavsiflaydigan yagona fazoviy ma'lumotlar bazasi sifatida tuziladi.

Elektron kartalar metama'lumotlari – elektron kartalarning mazmuni, hajmi, fazoviy o'rni, sifati (aniqligi, to'liqligi, ishonchiligi va zamonaviyligi) va boshqa tavsiflarini, shuningdek, elektron kartalarni tuzish (yangilash) va qo'llashda foydalanilgan geodezik, gravimetrik, fotogrammetrik va kartografik axborot ma'lumotlarini izohlash imkonini beradigan ma'lumotlar hisoblanadi.

Geodezik punktlar koordinatalari katalogi – aniq maydon yoki ish olib borilayotgan hududda joylashgan geodezik punktlarning tizimlashtirilgan ro'yxati. Unda har bir punkt uchun uning nomi, sinfi, to'g'ri burchakli koordinatalari, markazining normal balandligi va orientir yo'nalishlari-ning direksion burchaklari ko'rsatiladi.

Gravimetrik punktlar katalogi – har bir punkt uchun uning nomi, oʻrning tavsifi, ogʻirlik kuchining tezlanishi va uni aniqlashning oʻrta kvadratik xatosi, planli koordinatalari va dengiz sathidan punkt balandliklarini oʻzida saqlovchi gravimetrik punktlarning tizimlashtirilgan roʻyxatidir.

Yerning gravitatsiya maydoni modeli – Yerning gravitatsiya maydoni elementlarining matematik tavsifidir. Ushbu model butun ersirti boʻyicha Yerning gravitatsiya maydonini tavsiflaydigan planetar model, alohida region va mahalliy hududlarda gravitatsion maydonni batafsil ifoda etadigan regional va mahalliy modellarga farqlanadi.

Yerning gravitatsiya maydoni raqamli modeli – Yerning anomal gravitatsiya maydoni (anomal ogʻirlik kuchi, kvazigeoid balandligi, shovun chizigʻining ogʻishi, anomal gravitatsion tezlanish) bir yoki bir nechta tavsiflari diskret qiymatlarining raqamli koʻrinishda kodlashtirilgan yagona koordinatalar, balandliklar, gravimetrik sistemalarda, oʻrnatilgan formatda axborot tashuvchi mashinalarda yozilgan, interpolyasiya algoritmini kuzatib, bu tavsiflarning oraliq qiymatlarini zaruriy aniqlikda olishni taʼminlovchi tartibga solingan majmuadir.

Elektron karta – joy va holat haqidagi maʼlumotlar boʻyicha tasvirlash, tahlil qilish va modellashtirish hamda axborot va hisoblash masalalarini yechish uchun moʻljallangan, qabul qilingan proyeksiya, koordinatalar va balandliklar sistemalarida shartli belgilarda dasturiy va texnik vositalardan foydalanib mashina tashuvchilarda (optik disklarda) shakllangan vektor yoki rastr karta.

Elektron kartalar sistemasi – yagona talab asosida tuziladigan, masshtabi, koordinatalar sistemasi, proyeksiyasi, mazmuni va shartli belgilari boʻyicha tartibga solingan va kelishilgan hamda umumiy mazmun boʻyicha birlashtirilgan elektron kartalar majmui.

Joyning raqamli modeli – joy obyektlari va uning tavsiflari haqidagi maʼlumotlarni oʻzida saqlovchi raqamli kartografik model.

Reliefning raqamli modeli – yer sirtidagi notekislik haqidagi axborotni oʻzida saqlovchi raqamli kartografik model.

Raqamli fotoplan (ortofotoplan) – berilgan koordinatalar va balandliklar sistemalarida ortogonal proyeksiyadagi joyning rastr tasviri.

7.3.2. Elektron kartalar metama'lumotlari tasnifi

Metama'lumotlar va ularning elementlarining tasnifi metama'lumotlarning o'xshashligi va farqlari bo'yicha bo'linishini nazarda tutadi. Ular quyidagi qismlarni o'z ichiga oladi:

- umumiy metama'lumotlar;
- geodezik va gravimetrik axborot metama'lumotlari;
- fotogrammetrik axborot metama'lumotlari;
- kartografik axborot metama'lumotlari.

Umumiy metama'lumotlar metama'lumot shajarasining yuqori bosqichiga to'g'ri keladi. Ular fazoviy geodezik, gravimetrik, fotogrammetrik va kartografik axborotlarning umumiy tavsiflarini aks ettirishi kerak.

Umumiy metama'lumotlar quyidagilarni o'z ichiga olishi lozim:

- metama'lumotlarning nomi;
- metama'lumotlarni taqdim etuvchi tashkilot haqida ma'lumot (nomi, manzili);
- elektron kartalarni tayyorlovchi tashkilot haqida ma'lumot, litsenziya raqami, uning faoliyat muddati, u kim tomonidan berilgan, elektron karta qayd raqami va u qayd etilgan fondning nomi kabilar ham beriladi;
- ikki qismdan tashkil topadigan kartografik mahsulotlar har bir turining kodli tavsifi: mahsulot turini aniqlovchi kod – identifikatsiya qismi va mahsulot turini tavsiflovchi belgisining kodi – axborot qismi;
- identifikatsiya axborotlari (ma'lumotlar izohi, talabni ta'minlashning vaqtinchalik davri, statusi, kalit so'zlari, ma'lumotlarni yig'ish va foydalanish uchun cheklolar);
- elektron kartalar tayyorlangan yoki yangilangan yili (kuni), joy holati (yili);
- davlat (hudud) haqida ma'lumot, nashr tili, muallif va muharrirlar haqida ma'lumotlar;

- sifat haqida axborot (atributiv va pozitsion aniqlik, ma'lumotlarning to'liqligi haqida ma'lumot, ularni generalizatsiyalash mezonlari, manbalar haqida axborot);

- fazoviy ma'lumotnomali axborotlar (koordinatalar sistemasi, kartografik proyeksiyalar, koordinatalar to'ri, yer shakli parametrlari);

- metama'lumotlarni tayyorlash vaqti haqida ma'lumot (oyi, yili);

- foydalanish huquqining chegarasi haqidagi ma'lumotlar;

- axborotlarni saqlash va uning harakati tavsiflari: saqlanadigan manzili (tashkilot), jo'natuvchi manzili, jo'natish raqami va sanasi, oluvchi manzili, olish raqami va sanasi;

- bahosi haqida ma'lumot;

- metama'lumotni olish qoidalari va bog'lanish haqidagi axborotlar.

Geodezik va gravimetrik axborotlar metama'lumotlari.

Metama'lumot tavsifiga ega geodezik ma'lumotlar obyektlari tarkibiga quyidagilar kiradi: Yerning geodezik parametrlari sistemalari, yer ellipsoidlari, koordinatalar sistemalari, balandliklar sistemalari, koordinata sistemalarini transformatsiyalash (boshqa sistemaga o'tkazish) elementlari, geodezik punktlar koordinatalari katalogi, nivelirlash punktlari balandligi katalogi, geodezik va nivelir punktlari.

Geodezik axborotlar metama'lumotlari quyidagi ma'lumotlarni saqlashi lozim:

- Erning geodezik parametrlari sistemalari: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), fundamental doimiy qiymatlari (yorug'lik tezligi, Yerning geotsentrik gravitatsion doimiysi, yer atmosferasi geotsentrik gravitatsion doimiysi, Yerning aylanish burchak tezligi va shu kabilar), ularning o'rta kvadratik xatosi, umumyer ellipsoidi (nomi), yer normal va anomal gravitatsiya maydoni planetar modeli (nomi). O'zbekiston Respublikasida asosiy SK-42 yer parametrlari sistemasi hisoblanadi.

- Er ellipsoidi: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), turi (umumyer, referens), katta va kichik yarim o'qlarning

qiymati va o'rta kvadratik xatosi, ekvatorial va qutbiy siqilishi, birinchi va ikkinchi eksentrisitetlar kvadratlari.

- *Umumyer ellipsoidi*: ushbu ellipsoidga taalluqli yer geodezik parametrlari sistemasi (nomi).

- *Referens-ellipsoid*: yer tanasida referens-ellipsoidni orientirlash uchun aniqlanuvchi boshlang'ich punktlarning geodezik koordinatalari (kenglik va uzoqlik), geodezik tarmoq boshlang'ich punktlaridagi boshlang'ich azimuth va kvazigeoid balandlik. O'zbekiston Respublikasida 1940-yilda SNIIGAiK da F.N. Krasovskiy rahbarligi ostida o'lchamlari ishlab chiqilgan "Krasovskiy ellipsoidi" nomini olgan referens-ellipsoid qabul qilingan.

- Koordinatalar sistemasi: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), turi (astronomik, geodezik, geografik), statusi (umumyer, referens), o'lchamliligi (fazoviy, yassi), koordinatalar to'ri ko'rinishi (to'g'ri burchakli, sferoidik, sferik, qutbiy va h.k.), sanoq boshi (geotsentrik, topotsentrik).

- *Umumyer koordinatalar sistemasi*: Yerning geodezik parametrlari boshlang'ich sistemasi (nomi), kosmik-geodezik tarmoq punktlari koordinatalari, ularning o'rta kvadratik xatolari va xatoliklarning korrelyasiya koeffitsientlari.

- *Referens koordinatalar sistemasi*: davlat (region), referens-ellipsoid, boshlang'ich punkt nomi, boshlang'ich yo'nalish nomi, statusi (milliy, regional, mahalliy), boshqa koordinatalar sistemalari bilan aloqasi haqida ma'lumot.

- Balandlik sistemasi: nomi, balandlik tarmog'ining oxirgi tenglashtirish yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), turi (geodezik, normal, ortometrik), boshlang'ich punkt nomi, uning geodezik koordinatalari (kenglik, uzoqlik), boshlang'ich punkt balandligi va uning o'rta kvadratik xatosi, milliy balandlik sistemasiga o'tish uchun mahalliy balandlik sistemasiga tuzatma.

- Koordinatalar sistemasini transformatsiyalash elementlari: nomi, karta varag'i nomenklaturasi, ishlab chiqarilgan yili, ishlab chiqaruvchilar haqida ma'lumot (davlat, tashkilot), koordinatalar sistemasi (nomi), balandliklar sistemasi (nomi), geodezik ishlarning turi va sinfi, katalogga kirganlari (davlat geodezik tarmoqlari, shahar triangulyasiyasi, maxsus geodezik tarmoqlar); geodezik tar-

moqlarning aniqlik tavsiflari (o'lchangan burchaklar o'rta kvadratik xatosi, direksion burchak va tomonlar uzunligi o'rta kvadratik xatosi, hududda joylashgan Laplas punktlari astronomik kengligi, uzoqligi va azimutlari o'rta kvadratik xatosi), katalogda punktlar soni va zichligi (umumiy va har bir geodezik ish turi bo'yicha).

– Geodezik punkt: geodezik punktlar koordinatalari katalogi (nomi), punktlarni saqlovchi katalog bo'limi; katalog bo'yicha punktlarning identifikatsiya raqami, nomi, turi va geodezik belgi balandligi, markaz turi, marka markazi raqami, punkt sinfi, katalog bo'yicha koordinatalar va punktlar balandligi.

– Nivelir punktlari katalogi: nomi, karta varag'i nomenklaturasi, ishlab chiqarilgan yili, ishlab chiquvchilar haqida ma'lumotlar (davlat, tashkilot), region, sinfi, punktlar koordinatalar sistemasi (nomi), balandlik sistemasi (nomi).

*– Nivelir punkti: nivelir punktlari katalogi (nomi), katalog bo'yicha punktlarning identifikatsiya raqamlari, nomi, sinfi, reper turi, nivelir markasi raqami, koordinatalar va punkt balandligi.

Metama'lumotlar bilan tavsiflanadigan gravimetrik axborot obyektlari tarkibiga quyidagilar kiradi: og'irlik kuchi normal tezlanish formulasi, gravimetrik sistema, gravimetrik punktlar katalogi, gravimetrik punkt, Yerning gravitatsiya maydoni modeli, og'irlik kuchi anomaliasining o'rta qiymati katalogi va yer sirti balandligi.

Gravimetrik axborot metama'lumotlari quyidagi ma'lumotlarni o'zida saqlashi kerak:

– Og'irlik kuchi normal tezlanish formulasi: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), Yerning geodezik parametrlari sistemasi (nomi), ekvatorida og'irlik kuchi tezlanishining qiymati va o'rta kvadratik xatosi, og'irlik kuchi normal tezlanishi formulalari koeffitsientlari, normal atmosfera tortishi uchun tuzatma (dengiz sathida).

– Gravimetrik sistema: nomi, statusi (xalqaro, milliy), joriy etilgan yili (gravimetrik tarmoqlarni yakuniy tenglashtirishlari), gravimetrik tayanch tarmoq punktlari, mutlaq va nisbiy og'irlik kuchini aniqlash soni (gravimetrik, mayatnikli), og'irlik kuchining tenglashtirilgan qiymatini aniqlash o'rta kvadratik xatosi.

– Gravimetrik punktlar katalogi: nomi, ishlab chiqarilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), regioni (nomlanishi, nomenklaturali trapetsiya kodi), mazkur hududda trapetsiyalar soni, gravimetrik tarmoqlar sinfi (fundamental, birinchi, ikkinchi, uchinchi sinflar), gravimetrik sistemalar (nomi), balandliklar sistemasi (nomi), punktlar soni, boshlang'ich punkt (nomi).

– Gravimetrik punkt: gravimetrik punktlar katalogi (nomi), katalog bo'yicha punktlar identifikatsiya raqami, tipi, sinfi, og'irlik kuchi tezlanishi qiymatini aniqlash usuli, kuzatish yili (sanasi), sun'iy yo'ldosh punktlarining mavjudligi va miqdori, markaz tipi, og'irlik kuchi tezlanishining qiymati va o'rta kvadratik xatosi, og'irlik kuchi anomaliyasining qiymati va o'rta kvadratik xatosi, punktlar koordinatalari va balandliklari hamda ularning o'rta kvadratik xatolari, relef uchun tuzatma.

– Yerning gravitatsiya maydoni modeli: nomi, ishlab chiqarilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot, mualliflar jamoasi), obyekt (normal gravitatsiya maydoni, anomal gravitatsiya maydoni), taqdim etish shakli (geopotensialning garmonik koeffitsientlari sistemasi, nuqtali massa sistemasi va boshqalar), qo'llanish sohasi (global, regional, mahalliy), modellar o'lchamliligi (erkin parametrlar soni), model parametrlarini aniqlash o'rta kvadratik xatolari.

• *Normal gravitatsiya maydoni modeli*: Yerning geodezik parametrlari boshlang'ich sistemalari (nomi), umumiyer ellipsoidi sirtida normal potensial va uning o'rta kvadratik xatosi.

• *Anomal gravitatsiya maydoni modeli*: normal gravitatsiya maydoni tayanch modeli (nomi), anomal gravitatsion maydonni aniqlab berish o'rta kvadratik xatosi, shuningdek:

• *mahalliy model uchun*: harakat doirasi shimoli-g'arbiy burchagining koordinatalari (kenglik, uzoqlik), kenglik va uzoqlik bo'yicha harakat doirasining o'lchamlari;

• *raqamli model uchun*: maydonning kenglik bo'yicha diskret (uzlukli) siljishi, maydonning uzoqlik bo'yicha diskret siljishi, kenglik bo'yicha tugunlar soni, uzoqlik bo'yicha tugunlar soni, obyekt (og'irlik kuchi anomaliyasi, kvazigeoid balandligi, shovun chizig'ining og'ishidan tashkil topuvchi), interpolyasiya usulining tugun qiymatlari, og'irlik kuchi anomaliyasi modeli uchun – gra-

vimetrik sistema (nomi), kvazigeoid balandlik modeli va shovun chizig'ining og'ishi uchun – ellipsoid (nomi);

- *garmonik koeffitsientlar sistemalari uchun*: parchalanish darajasi va tartibi, me'yorga solish turi, korrelyasiya matritsalar elementlari;

- *nuqtali massa sistemasi uchun*: kichik sistemalar soni, har bir kichik sistemada massalar soni, massalar joylashgan o'rnini ko'rsatuvchi koordinatalar sistemasi (nomi).

– Og'irlik kuchi anomaliasining o'rtacha qiymati kataloglari va yer sirti balandligi (standart trapetsiya bo'yicha): nomi, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), joriy etilgan yili, kenglik bo'yicha o'rtacha siljishi, uzoqlik bo'yicha o'rtacha siljishi, kenglik bo'yicha o'rtacha qiymat soni, uzoqlik bo'yicha o'rtacha qiymat soni, o'rta kvadratik xatosi, regional katalog uchun – hududning shimoli-g'arbiy burchaklari koordinatalari (kenglik, uzoqlik), kenglik va uzoqlik bo'yicha hududning o'lchamlari.

- *Og'irlik kuchi anomaliasining o'rtacha qiymati katalogi*: boshlang'ich gravimetrik sistema (nomi), og'irlik kuchi normal tezlanish formulasi (nomi), og'irlik kuchi anomaliasining reduksiyasi ko'rinishi (erkin havoda, Faya reduksiyasi, Buge reduksiyasi, izostatik), boshlang'ich axborot haqida ma'lumotlar (gravimetrik, altimetrik, kombinatsiyalashgan).

- *Balandlikning o'rtacha qiymati katalogi*: balandlik sistemasi (nomi).

Fotogrammetrik axborot metama'lumotlari. Fotogrammetrik axborot metama'lumotlari quyidagi ma'lumotlarni o'zida saqlashi zarur:

– Joyning mavjud syomka materiallari haqida ma'lumot: syomka hududining joylashgan o'rni (trapetsiya nomenklaturalari, syomka hududi chegaralarining koordinatalari, davlati, regioni, tumani, shahri), syomka bajarilgan vaqti (sanasi), boshlang'ich syomka materiallarining ro'yxati (trapetsiya nomenklaturasi, syomka turi kodlari va syomka apparatlari, boshlang'ich suratlarni taqdim etishning raqamli yoki analog shakllari kodlari, fotomaterial turlari kodlari, negativ yoki pozitiv fototasvir, marshrutlar raqami, filmlar, kadrlar).

– Filmlar haqida ma'lumot: film raqami, syomka turi kodi, trapetsiya nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, syomka hududi chegarasining koordinatalari, syomka bajarilgan tuman, shahar, sanasi va vaqti, syomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiyasi haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), syomkaning o'rta masshtabi, kadr raqami, marshrutlar raqami, plyonka tipi, spektral diapazon, filmning turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili), film nusxasining turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili).

– Marshrutlar haqida ma'lumotlar: marshrut raqami, syomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturalari, joyning ruxsatnomasi, bo'ylama va ko'ndalang yopilishi, syomka hududi chegarasi koordinatalari, syomka bajarilgan tuman, shahar, sanasi va vaqti, syomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), syomkaning o'rta masshtabi, kadr raqami, marshrutlar yoki film fragmenti turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili), marshrutlar yoki film fragmenti nusxasining turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili).

– Kadrlar haqida ma'lumot: kadr raqami, syomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, joyning kadr markazi koordinatalari, syomka tumani, shahri, sanasi va vaqti, syomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), syomkaning o'rta masshtabi, tashqi orientirlash elementlari, mavjud nuqsonlar foiz hisobida (bulutlilik, qor qoplami, tiniq emaslik, tuman, aloqasi yo'q tasvirlar), mexanik buzilishlar, elektrostatik razryad, Nyuton halqasi, kadrlar yoki film fragmenti turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili), kadrlar yoki film fragmenti nusxasining turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili).

– Raqamli suratlar haqida ma'lumotlar: kadr raqami, syomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, joyning kadr markazi koordinatalari, syomka hududi, shahri, sanasi va vaqti, syomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami,

fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), syomkaning o'rta masshtabi, syomka vaqti, tashqi orientirlash elementlari, optik zichlik (o'rtacha, minimal, maksimal vual (fotomaterialning qora-yish darajasi, odatda 0,2–0,3 chegarada bo'ladi), spektral diapazon, mavjud nuqsonlar foiz hisobida (bulutlilik, qor qoplami, tiniq emaslik, tuman, aloqasi yo'q tasvirlar), mexanik buzilishlar, elektrostatik razryad, Nyuton halqasi, kadrlar yoki film fragmenti turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili), kadrlar yoki film fragmenti nusxasining turgan joyi (tashkilot, uning kodi, manzili).

– Relefning raqamli matritsalar haqida ma'lumotlar: identifikator (kod), turi, taqdim etish formati, koordinatalar va balandliklar sistemalari, matritsalarini bog'lash nuqtalari o'ri, ramkaning janubi-g'arbiy va shimoli-sharqiy burchaklari koordinatalari qiymati, tomon o'lchamlari, diskret siljish, matritsa elementlaridagi balandlik qiymatlarini taqdim etish birliklari, hududlarning diagonallari va maydonlari, qoplanuvchi matritsalar, relefni tasvirlash aniqlik ko'rsatkichlari (planli va balandlik bo'yicha relefni tasvirlash o'rta kvadratik xatosi).

• *Matritsalarini tuzish manbalari haqida ma'lumotlar*: relef haqida boshlang'ich ma'lumotlar manbalari, tuzish sanasi, tuzish usuli, tomonlar va burchaklar bo'yicha qo'shni matritsalarini moslashtirish belgilari, planli va balandlik bo'yicha diskret siljish o'lchamlari.

• *Relef xususiyati haqida ma'lumotlar*: relefning miqdoriy ko'rsatkichlari (balandlikning ekstremal va o'rtacha qiymati, relef balandligi korrelyatsiyasi o'rta radiusi).

– Joyning raqamli modeli haqida ma'lumotlar: identifikator (kod), model turi, taqdim etish formati, koordinatalar va balandliklar sistemasi, modellarni bog'lash nuqtalari o'ri, ramkaning janubi-g'arbiy va shimoli-sharqiy burchaklari koordinatalari qiymati, tomonlar o'lchami, hudud diagonali va maydoni, joy obyektlarini tasvirlash aniqligi (konturlarning o'zaro o'rnidagi va nisbiy balandliklarni ifodalash o'rta kvadratik xatosi), mazmun elementlari belgilarining mavjudligi.

- *Modellarni tuzish manbalari haqida ma'lumotlar*: modellarni tuzish uchun boshlang'ich ma'lumotlar, tuzish sanasi, tuzish usuli, planli va balandlik bo'yicha o'lchash birligi, relef kesim balandligi, model mazmun elementlarini moslashtirish belgilari.

- *Joy xususiyati haqida ma'lumotlar*: joy xususiyatining miqdor ko'rsatkichlari.

- Raqamli fotoplanlar (ortofotoplanlar) haqida ma'lumotlar: kodi, burchaklarining koordinatalari, koordinatalar sistemasi va proyeksiyasi, nuqtalarning mutlaq va nisbiy koordinatalarini hisoblash o'rta kvadratik xatosi.

Kartografik axborotlar metama'lumotlari. Kartografik axborot metama'lumotlari quyidagi ma'lumotlarni o'zida saqlashi kerak:

- Identifikatsiya ma'lumotlari: nomenklatura kodi, elektron kartalar turi, asosiy aholi punktlari yoki muhim geografik obyektlar nomlanishi.

- Elektron kartalarning eng muhim belgilari: maqsadi, mazmuni, taqdim etish (ifodalash) shakli (vektor, rastr). Geodezik asosdagi matematik elementlar va fizik tavsiflar hamda aniqlik parametrlari haqidagi ma'lumotlar: masshtab, nomenklatura, proyeksiya, komponovka, varaqlarga bo'linishi, mavjud to'g'ri burchakli to'r, kartografik va to'g'ri burchakli to'rlarning chastotasi, karta varag'i ramkasi burchaklarining geodezik va to'g'ri burchakli koordinatalari, yarimsharlar, parallellar kesimi kengligi qiymati, burchak va chiziq o'lchamlarda tomonlar kattaligi, kartalarni nashrga tayyorlash yilidagi magnit milining og'ishi, magnit mili og'ishining yillik o'zgarishi, kengaytirilgan varaq ramkasining janubi-g'arbiy burchagi to'g'ri burchakli koordinatalari, relef balandligi mavjud matritsalar va uning parametrlari (diskret siljishi, ustunlar va qatorlar soni), relefni tasvirlash usuli va u haqidagi axborotni taqdim etish (ifodalash) shakli, planli asos, boshlang'ich triangulyasiya punkti, koordinatalar sistemasi, balandlikning boshlang'ich sathi (balandlik sistemasi), boshlang'ich meridian (uzoqlikni hisoblash uchun), ellipsoid parametrlari, raqamlashtirishning diskretligi predmetlar va konturlarning planli o'rtadagi o'rta kvadratik xatosi, balandlik o'rta kvadratik xatosi, boshlang'ich parallel (kenglikni hisoblash uchun), o'q meridian uzoqligi,

Grinvich meridianiga o'tish uchun uzoqlikka tuzatma, ekvatorga o'tish uchun kenglikka tuzatma.

– Hisob-statistik tavsiflar: yer sirtida eng ko'p uchraydigan qiyalik burchaklari, relef balandligi o'rta kvadratik og'ishining o'rtacha sathi, relef balandligi korrelyasiya radiusi, relefning maksimal va minimal balandliklari, baland obyektlarning maksimal balandligi.

– Joyda alohida o'ziga xos (boshqa joyda uchramaydigan) obyektlarning mavjudligi, mazmun elementlari tavsiflari va ularni elektron kartalarda tasvirlash haqida ma'lumotlar: kartografik axborotlarning mazmuni, mazmun elementlarining mavjudligi.

– Elektron mavzuli kartalar haqida ma'lumotlar: mavzulari, kartalar mualliflari va asosiy foydalanilgan materiallar, kartografik tasvirlash usullari, shkalalarning batafsilligi.

– Elektron fotokartalar (ortofotokartalar) haqida ma'lumotlar: kodi, burchaklarining koordinatalari, koordinata sistemasi va proyeksiyasi, nuqtalarning mutlaq va nisbiy koordinatalarini hisoblash o'rta kvadratik xatosi, mazmun elementlarining mavjudligi va tavsiflari haqida ma'lumot, shartli belgilar va nomlarning yozilishi, planli va balandlik bo'yicha o'lchash birliklari, plandagi mustahkam konturlar o'zaro o'rnidagi o'rta kvadratik xatosi, nisbiy balandlikni aniqlashning o'rta kvadratik xatosi, relefni tasvirlash usullari, relef kesim balandligi, aholi punktlarini tasvirlash usullari.

7.4. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash

7.4.1. Raqamli kartalar ma'lumotlar sifatini baholash prinsiplari

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash quyidagilarni:

– raqamli kartalarni tuzish va yangilashda ma'lumotlarning belgilangan talablarga, shu jumladan aniq turdagi va masshtabdagi raqamli kartalarning eng so'nggi me'yoriy hujjat talablariga mos kelish darajasini;

– raqamli kartalarning ma'lumotlaridan boshqa sohalarda foydalanish imkoniyatini aniqlash maqsadida amalga oshiriladi.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash obyektlari quyidagilar:

- ma'lumotlar to'plami majmuasi;

- ma'lumotlar to'plami;

- ma'lumotlar to'plami fragmenti.

Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholash usullari quyidagilar hisoblanadi:

- avtomatik – dasturiy vositalar bilan inson ishtirokisiz bajariladi;

- avtomatlashtirilgan – dasturiy vositalar yordamida inson tomonidan amalga oshiriladi;

- avtomatlashtirilmagan – inson tomonidan bajariladi.

Ma'lumotlar to'plami sifatini baholash raqamli kartalarning foydalanish bosqichlarida amalga oshiriladi. Unda quyidagi nazoratlar bajariladi:

- raqamli kartalarni tuzish yoki yangilash uchun foydalanilgan boshlang'ich ma'lumotlar sifatining nazorati;

- raqamli kartalarni tuzish yoki yangilash vaqtida ma'lumotlar to'plami sifatining nazorati;

- raqamli kartalarni tuzish yoki yangilash jarayoni tugashi bilan ma'lumotlar to'plami sifatining nazorati;

- foydalanuvchi talablarini hisobga olib, raqamli kartalarni tuzish va foydalanish jarayonida raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining nazorati.

Ma'lumotlar sifati aniqligini baholash natijalari raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami hayotiy bosqichlariga bog'liq bo'lib, quyidagi ko'rinishda namoyon bo'ladi:

- sifatni baholash natijalari haqida hisobot;

- ma'lumotlar to'plami sifati haqida metama'lumot;

- ma'lumotlar to'plami sifatining me'yoriy-texnik hujjatlarga mos kelishi haqida ma'lumot va xulosa.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholashning o'rnatilgan prinsiplari har qanday ko'rinishdagi, shu jumladan qog'oz ko'rinishida ifodalangan geofazoviy ma'lumotlar sifatini baholashda ham qo'llanishi mumkin.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash prinsiplari ma'lumotlarni olish usuli, texnologiyasi va texnik vositalariga bog'liq emas.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash standartida belgilangan raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash prinsiplari kartografik tasvir ko'rinishidagi raqamli kartalar mazmunini ifodalash talablariga ma'lum chegara qo'ymaydi.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash quyidagi asosiy prinsiplarga muvofiq amalga oshiriladi:

- ma'lumotlar sifatini baholashning to'liqligi;
- ma'lumotlar sifatini baholashning dolzarbligi;
- ma'lumotlar sifatini baholashning to'g'riligi;
- ma'lumotlar sifat ko'rsatkichlarining keng qamrovliligi;
- ma'lumotlar sifat ko'rsatkichlari tanqidiy ahamiyatining o'rnatilishi;
- ma'lumotlar sifatini baholash natijalarining tartibga solinishi;
- ma'lumotlar sifat ko'rsatkichlarining mahalliylik ahamiyati;
- ma'lumotlar sifatini baholash natijalarini ko'rsatishning ortiqcha emasligi.

Ma'lumotlar sifatini baholashning to'liqligi. To'liqlik raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholashda eng muhim prinsip hisoblanadi. Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholash taqdim etiladigan ma'lumotlarning muhim guruh va elementlari uchun ushbu prinsipga muvofiq barcha sifat jihatlarini qo'llab amalga oshiriladi.

Ma'lumotlar sifatini baholashning dolzarbligi. Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamini tayyorlovchilar ma'lumotlar sifatini baholashning maqbul dolzarbligi kafilligini olishlari kerak, ya'ni raqamli kartalar ma'lumotlarini baholash ma'lumotlar joriy holatini belgilangan talablarga muvofiqligini o'zida aks ettirishi lozim. Buning uchun ma'lumotlar to'plami statusi (statik yoki dinamik) aniqlanadi, sifatni baholash rejimlari (tezkor yoki davriy) o'rnatiladi, shuningdek, sifatni davriy baholashning vaqt oraliqlari va joyning joriy holati va foydalanuvchilarning ma'lumotlarga bo'lgan amaliy

talablarini tahlil qilish asosida to'plam sifati haqida metama'lumotlarni yangilash amalga oshiriladi.

Statik ma'lumotlar sifatini baholash tartibi. Raqamli kartalar ma'lumotlari statik to'plami sifatini baholash uchun ma'lumotlarni davriy yangilash natijalari bo'yicha davriy baholash qo'llaniladi. Davriy baholash jarayoni baholanuvchi ma'lumotlar barcha to'plami nusxalarini tuzish, ularning sifatini baholash va keyingi davriy baholash tugaguncha baholanuvchi ma'lumotlar nusxalarini va sifatni baholash natijalarini saqlash uchun mo'ljallangan.

Dinamik ma'lumotlar sifatini baholash tartibi. Raqamli kartalar ma'lumotlari dinamik to'plami uchun sifatni davriy va tezkor baholash qo'llaniladi.

Ma'lumotlar dinamik to'plami sifatini davriy baholash ma'lumotlarning statik to'plami uchun ko'rsatilganidek ma'lumotlarning barcha to'plami nusxalaridan foydalanib davriy yangilash natijalari bo'yicha bajariladi.

Ma'lumotlarning dinamik to'plami sifatini tezkor baholash tezkor yangilash jarayonida amalga oshiriladi. Yangilash jarayonida to'plam tarkibiga yangilanishi kerak bo'lgan ma'lumotlar hamda yangi kiritiladigan ma'lumotlar bilan bog'liq fazoviy yoki mantiqiy ma'lumotlar kiritiladi.

Sifatni tezkor baholash natijalari ma'lumotlar to'plami sifati bo'yicha hisobot va metama'lumotga baholash bajarilgandan so'ng tezkor ravishda kiritilishi kerak. Yangilangan hisobot va metama'lumotlar tezkor yangilanish natijalariga kiritiladigan o'zgarishlarni o'z ichiga oladigan ma'lumotlar to'plami nusxalari sifatini baholash materiallari bo'lib hisoblanadi.

Ma'lumotlar sifatini baholash to'g'riligi. Raqamli kartalar ma'lumotlar sifatini baholashda to'plam bir jinsli bo'lmagan ma'lumotlardan tarkib topganligini hisobga olish kerak. Ma'lumotlar to'plami sifatini to'g'ri baholash uchun ularning sifat ko'rsatkichini baholashda yoki bir xil ko'rsatkichlarning turli xil tanqidiy ahamiyati bo'yicha foydalanishda qo'llaniluvchi turli xil jamlanmasini bir jinsli ma'lumotlar guruhlariga ajratish kerak bo'ladi.

7.4.2. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining miqdor va tavsif ko'rsatkichlari

Raqamli kartalar ma'lumotlari to'plami sifati quyidagi asosiy sifat jihatlari bo'yicha aniqlanuvchi miqdor ko'rsatkichlari bilan baholanadi:

- sintaktik to'g'riligi;
- mantiqiy tuzilishning to'g'riligi;
- ma'lumotlarning dolzarbligi;
- ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi;
- ma'lumotlarning mantiqiy uyg'unligi;
- ma'lumotlarning aniqligi;
- foydalanish maqsadiga muvofiqligi.

Ma'lum bir ma'lumotni baholashda ushbu sifat jihatlarining maxsus talablarga mos bo'lmaganlarini chiqarib tashlashga ruxsat etiladi. Zarur hollarda ko'rsatilgan sifat jihatlari to'ldirilishi ham mumkin.

Sintaktik to'g'riligi. Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamining sintaktik to'g'riligini baholash uning fizik strukturasi foydalanilgan ma'lumotlar formati talablariga mosligini tekshirish hisoblanadi.

Mantiqiy tuzilishining to'g'riligi. Ma'lumotlarning "mantiqiy tuzilishining to'g'riligi" sifat jihati o'rnatilgan me'yoriy-mantiqiy tuzilishli aniq turdagi va masshtabdagi raqamli kartalar ma'lumotlarini taqdim etish mosligini aniqlaydi.

Ma'lumotlarning dolzarbligi. Joyda sodir bo'ladigan uzluksiz o'zgarishlar sababli raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami dolzarbligini baholash amalga oshiriladi.

Ma'lumotlar dolzarbligini baholashda quyidagi ma'lumot manbalari xizmat qiladi:

– navbatchi kartalar (joyda yuz bergan o'zgarishlarni o'zida saqlaydigan kartalar);

– aero- va kosmik syomkalar;

– boshlang'ich ma'lumotlarni tuzish va yangilash vaqti haqidagi ma'lumotlar;

– ma'lumotlar to'plamini tuzish, yangilash va o'zgartirish vaqti haqidagi metama'lumotlar.

Ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi. Bu sifat jihati muayyan bir davrda predmet sohasi holati ma'lumotlarining mosligini aniqlaydi.

Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamining sifat ko'rsatkichlari me'yoriy standartlarda belgilab berilgan. Ular quyidagilar:

- ma'lumotnomali ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi;
- metrik ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi;
- semantik ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi.

Ma'lumotlarning mantiqiy uyg'unligi. Ma'lumotlarning mantiqiy uyg'unligi (mosligi) ularning o'zaro qarama-qarshi bo'lmashligi bilan tavsiflanadi.

Raqamli kartalarning quyidagi sifat ko'rsatkichlari me'yoriy standartlarda belgilab qo'yilgan:

- ma'lumotnomali ma'lumotlarning mosligi;
- metrik ma'lumotlarning mosligi;
- semantik ma'lumotlar mosligi;
- metrik va semantik ma'lumotlar uyg'unligi.

Ma'lumotlar aniqligi. Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami aniqligini baholash uchun quyidagi sifat ko'rsatkichlari belgilangan:

- ma'lumotnomali ma'lumotlar aniqligi;
- metrik ma'lumotlar aniqligi;
- semantik ma'lumotlar aniqligi.

Ma'lumotnomali ma'lumotlar aniqligi. Ushbu ko'rsatkich bo'yicha raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholashda raqamli karta nomenklatura varag'i pasportining tegishli ustunlariga joylashgan ma'lumotlar elementlarining ko'rsatkich qiymatlari aniqligi tahlil qilinadi.

Metrik ma'lumotlar aniqligi. Agar baholash jarayonida raqamli karta yoki uning bir qismidagi obyektlarning planli va balandlik bo'yicha mutlaq va o'zaro joylashish o'rnidagi o'rta kvadratik va chekli xatolari aniqlansa hamda ular raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami uchun o'rnatilgan o'rta kvadratik va chekli xatolar qiymatidan oshmasa, raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami "metrik ma'lumotlar aniqligi" ko'rsatkichi bo'yicha talabga javob beradi.

Semantik ma'lumotlar aniqligi. Ushbu jihat bo'yicha raqamli kartalar to'plami sifatini baholashda raqamli kartalar obyektlari tavsifining xatolik qiymatlari sonini aniqlash kerak.

Foydalanish maqsadiga muvofiqligi. Ushbu jihat bo'yicha raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholashning quyidagi ko'rsatkichlari o'rnatilgan:

- raqamli kartalar ma'lumotlari to'plamidan to'g'ri maqsadlarda foydalanish imkoniyati;
- sohada va boshqa sohalarda raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamidan to'g'ri maqsadda foydalanish imkoniyati.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining tavsif ko'rsatkichlari ma'lumotlarning hayotiy bosqichi tahlili natijalariga asoslanadi va ma'lumotlar sifatining bilvosita va qo'shimcha tavsifi bo'lib xizmat qiladi.

Maxsus yo'riqnomalarda raqamli kartalar sifatining quyidagi tavsif ko'rsatkichlari o'rnatilgan:

- vazifasi;
- kelib chiqishi;
- foydalanish.

Ma'lumotlarning "vazifasi" va "kelib chiqishi" sifat ko'rsatkichlari majburiy ko'rsatkich hisoblanadi. Ularning raqamli kartalar ma'lumotlari to'plami sifatini baholash natijalari haqidagi hisobotlarda beriladigan ko'rsatkichlar tarkibida mavjud bo'lmasligi holatlarida buning sabablari ko'rsatilishi shart.

"Vazifasi" sifat ko'rsatkichi ma'lumotlar to'plamida ko'rsatiluvchi predmet sohani ko'rsatishi va me'yoriy hujjatlarga havolani saqlashi kerak.

"Kelib chiqishi" ko'rsatkichi ma'lumotlarni tayyorlovchi tashkilot, raqamli kartalarni tuzish va yangilashda foydalanilgan usullar, texnologiyalar, boshlang'ich materiallar, texnik va dasturiy vositalar, ma'lumotlarni tuzish va yangilash vaqti haqida ma'lumotlar, shuningdek, qo'shimcha ravishda ma'lumotlar to'plamining dolzarbligi, to'liqligi, ishonchliligi va aniqligi haqida muhokama qilish imkonini beruvchi boshqa ma'lumotlarni berishi kerak.

Ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi. Bu sifat jihati muayyan bir davrda predmet sohasi holati ma'lumotlarining mosligini aniqlaydi.

Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamining sifat ko'rsatkichlari me'yoriy standartlarda belgilab berilgan. Ular quyidagilar:

- ma'lumotnomali ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi;
- metrik ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi;
- semantik ma'lumotlar tarkibining muvofiqligi.

Ma'lumotlarning mantiqiy uyg'unligi. Ma'lumotlarning mantiqiy uyg'unligi (mosligi) ularning o'zaro qarama-qarshi bo'lmashligi bilan tavsiflanadi.

Raqamli kartalarning quyidagi sifat ko'rsatkichlari me'yoriy standartlarda belgilab qo'yilgan:

- ma'lumotnomali ma'lumotlarning mosligi;
- metrik ma'lumotlarning mosligi;
- semantik ma'lumotlar mosligi;
- metrik va semantik ma'lumotlar uyg'unligi.

Ma'lumotlar aniqligi. Raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami aniqligini baholash uchun quyidagi sifat ko'rsatkichlari belgilangan:

- ma'lumotnomali ma'lumotlar aniqligi;
- metrik ma'lumotlar aniqligi;
- semantik ma'lumotlar aniqligi.

Ma'lumotnomali ma'lumotlar aniqligi. Ushbu ko'rsatkich bo'yicha raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholashda raqamli karta nomenklatura varag'i pasportining tegishli ustunlariga joylashgan ma'lumotlar elementlarining ko'rsatkich qiymatlari aniqligi tahlil qilinadi.

Metrik ma'lumotlar aniqligi. Agar baholash jarayonida raqamli karta yoki uning bir qismidagi obyektlarning planli va balandlik bo'yicha mutlaq va o'zaro joylashish o'rnidagi o'rta kvadratik va chekli xatolari aniqlansa hamda ular raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami uchun o'rnatilgan o'rta kvadratik va chekli xatolar qiymatidan oshmasa, raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami "metrik ma'lumotlar aniqligi" ko'rsatkichi bo'yicha talabga javob beradi.

Semantik ma'lumotlar aniqligi. Ushbu jihat bo'yicha raqamli kartalar to'plami sifatini baholashda raqamli kartalar obyektlari tavsifining xatolik qiymatlari sonini aniqlash kerak.

Foydalanish maqsadiga muvofiqligi. Ushbu jihat bo'yicha raqamli kartalar ma'lumotlar to'plami sifatini baholashning quyidagi ko'rsatkichlari o'rnatilgan:

- raqamli kartalar ma'lumotlari to'plamidan to'g'ri maqsadlarda foydalanish imkoniyati;
- sohada va boshqa sohalarda raqamli kartalar ma'lumotlar to'plamidan to'g'ri maqsadda foydalanish imkoniyati.

Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining tavsif ko'rsatkichlari ma'lumotlarning hayotiy bosqichi tahlili natijalariga asoslanadi va ma'lumotlar sifatining bilvosita va qo'shimcha tavsifi bo'lib xizmat qiladi.

Maxsus yo'riqnomalarda raqamli kartalar sifatining quyidagi tavsif ko'rsatkichlari o'rnatilgan:

- vazifasi;
- kelib chiqishi;
- foydalanish.

Ma'lumotlarning "vazifasi" va "kelib chiqishi" sifat ko'rsatkichlari majburiy ko'rsatkich hisoblanadi. Ularning raqamli kartalar ma'lumotlari to'plami sifatini baholash natijalari haqidagi hisobotlarda beriladigan ko'rsatkichlar tarkibida mavjud bo'lmasligi holatlarida buning sabablari ko'rsatilishi shart.

"Vazifasi" sifat ko'rsatkichi ma'lumotlar to'plamida ko'rsatiluvchi predmet sohani ko'rsatishi va me'yoriy hujjatlarga havolani saqlashi kerak.

"Kelib chiqishi" ko'rsatkichi ma'lumotlarni tayyorlovchi tashkilot, raqamli kartalarni tuzish va yangilashda foydalanilgan usullar, texnologiyalar, boshlang'ich materiallar, texnik va dasturiy vositalar, ma'lumotlarni tuzish va yangilash vaqti haqida ma'lumotlar, shuningdek, qo'shimcha ravishda ma'lumotlar to'plamining dolzarbligi, to'liqligi, ishonchliligi va aniqligi haqida muhokama qilish imkonini beruvchi boshqa ma'lumotlarni berishi kerak.

“Foydalanish” sifat ko‘rsatkichi raqamli karta ma’lumotlaridan foydalanishning ma’lum dalillari va har birini qo‘llashning yutuqlari haqida ma’lumot berishi kerak.

Asosiy tushunchalar

Ma’lumot, ma’lumotlar sifati, ma’lumotlar to‘plami, meta-ma’lumot, geoinformatsion kartaga olish, elektron kartalar metama’lumotlari, elektron karta, elektron kartalar ma’lumotlari sifati, ma’lumotlar sifatini baholash, geofazoviy ma’lumotlar, ma’lumotlar to‘plami fragmenti.

Nazorat savollari

1. Ma’lumotlar sifati nima?
2. Ma’lumotlar sifatini tavsiflaydigan mezonlar qaysilar?
3. Ma’lumotlar sifatiga ta’sir etuvchi xatolar manbalari qaysilar?
4. Metama’lumot deganda nimani tushunasiz?
5. Metama’lumot qanday funksiyalarni bajaradi?
6. Metama’lumotlar qaysi mezonlar bo‘yicha tasniflanadi?
7. Elektron kartalar metama’lumotlari deganda nimani tushunasiz?
8. Elektron kartalar metama’lumotlari qanday tasniflanadi?
9. Raqamli kartalar ma’lumotlar sifatini baholash qaysi maqsadlarda amalga oshiriladi?
10. Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholash prinsiplari qaysilar?
11. Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholashning miqdoriy ko‘rsatkichlari haqida ma’lumot bering.
12. Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholashning tavsifli ko‘rsatkichlari haqida ma’lumot bering.

VIII BOB. HUQUQIY JIHATLAR VA ETIKA MASALALARI

8.1. Qonuniy javobgarlik muammolari

Bugungi kunda ma'lumotlarni olish, saqlash va boshqarishda foydalaniladigan kompyuter texnologiyalarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi yangidan-yangi qonuniy jihatlar va etika masalalari kelib chiqishiga sabab bo'lmoqda. Mahalliy va global tarmoqlar, ma'lumotlar bazasi va ma'lumotlarni qayta ishlovchi dasturlarni o'zida mujassamlashtirgan elektron axborot sistemalarining samaradorligi va tezligi insonlar orasida axborotlardan foydalanish qonuniyatlari va majburiyatlarining buzilishiga olib kelmoqda.

Axborot sistemalarida etikamasalasi juda muhim ahamiyatga ega. Axborot – hokimiyatning asosi bo'lib, asta-sekinlik bilan unga kalit bo'lib xizmat qiladi. Shunday ekan, axborot sistemalaridagi rivojlanish ijtimoiy va siyosiy munosabatlarga ham ta'sir o'tkazmay qolmaydi. Elektron axborot sistemalari hozirgi kunga kelib jamiyatning barcha jabhalariga, ish joylari va shaxsiy hayotimizga ham kirib keldi va hatto mazkur sistemalarga kirish huquqiga ega bo'lmagan insonlarga ham turli yo'llar bilan sezilarli darajada o'z ta'sirini o'tkazmoqda.

Boshqa sohalarda bo'lgani kabi axborotdan foydalanish bo'yicha qonuniy qarorlarni ishlab chiqish texnologik rivojlanishdan ortda qolmoqda. Bu holatda faqat insonlardagi axborotdan foydalanish etikasigina mazkur bo'shliqni to'ldirishi mumkin. Quyida axborotdan foydalanishning ba'zi huquqiy va etik (axloqiy) jihatlari ko'rib chiqiladi.

Qonuniy muammolar GAT texnologiyalarining rivojlanishi va taraqqiyoti bilan uzviy bog'liq ravishda ortib bormoqda. Darhaqiqat, endilikda qabul qilinayotgan har qanday qonunlarda keng jamoatchilik va shaxsiy GAT loyihalarini yaratish va amalga oshirish jarayonida yuzaga keladigan muammolarni ham esdan chiqarmaslik lozim.

Hozirgi axborot asrida axborot har qanday loyiha va biznes uchun asos bo'lib xizmat qilmoqda. Har qanday ishlab chiqaruvchi ma'lum bir mahsulot va xizmatni yaratishdan oldin mazkur sohaga tegishli bo'lgan va kelajakda uning faoliyatiga ta'sir ko'rsatadigan

omillarni oldindan aniqlash uchun ma'lum bir axborotlar jamlanmasini tahlil qilib chiqadi. Mazkur jarayonda ma'lumotlar bazasini yaratuvchi va tarqatuvchilar o'zlari taklif qilayotgan ma'lumotlarning ishonchliligiga, to'g'riligiga mas'ul bo'lsalar, uni iste'mol qiluvchilar kelishuvga bog'liq holda ularga axborot uchun to'lov to'lash majburiyatini oladilar. Shu asnoda axborot sistemalariga bog'liq bo'lgan huquqiy jihatlar, ya'ni qonuniy javobgarlik muammolari yuzaga keladi. Ma'lumotlar bazasidagi xatoliklar (ishonchsiz va noto'g'ri ma'lumotlar, ma'lumotlar bazasini yaratayotganda yo'l qo'yilgan kamchilik va loqaydlik) tufayli iste'molchi qandaydir iqtisodiy zarar ko'rgan holatlarda mazkur zararlar ma'lumotlarni yaratuvchilar tomonidan qoplanishi zarur bo'ladi.

O'zbekiston Respublikasi "Geodeziya va kartografiya to'g'risida"gi Qonunining 20-moddasida geodeziya va kartografiya faoliyati natijasida etkazilgan zararni qoplash xususida to'xtalib o'tilgan. Unga ko'ra, geodeziya va kartografiya faoliyati natijasida shaxsga yoxud yuridik yoki jismoniy shaxsning mol-mulkiga etkazilgan zarar qonunda belgilangan tartibda qoplanishi lozimligi ko'rsatilgan.

8.2. Jamoaviy foydalanish

Jamoat muassasalari GAT imkoniyatlaridan o'z vakolatlarini to'liq bajarish va ish samaradorligini oshirishda foydalanadilar. Ularning yuqori texnologiyalardan foydalanishi bir qator muammolarga ham sabab bo'lishi mumkin, chunki bu jamoat muassasalaridan axborotga bo'lgan ulkan talabni yuzaga keltiradi. Ammo davlat hujjatlaridan foydalanish uchun maxsus ruxsatnoma talab etiladi.

Axborot erkinligi qonuni. AQShda axborot erkinligi qonuni 1966-yilda qabul qilingan va ko'pchilik tomonidan ma'qullangan. Umume'tirof etilgan qonunlarga binoan, demokratik jamiyat mamlakatda sodir bo'layotgan barcha o'zgarishlardan xabardor bo'lishni talab qilib, mazkur holatda jamoat muassasalari hisobotlarni shaxslarga taqdim qilishi kerak bo'ladi. Bu holat esa milliy xavfsizlik to'g'risidagi yoki shaxsiy hayotning daxlsizligi kabi ba'zi

qonunlarga nomutanosibdir. Shunday bo'lsa-da, jamoat muassasalari o'z hisobotlarini jamoaga taqdim qilishi talab qilinadi.

Har qanday davlatda hukumatning o'z vakolatini suiiste'mol qilish holatlarini kamaytirishga yo'naltirilgan qonunlari mavjud. Ammo javobgarlik muammosi axborot texnologiyalarining va jamoat axborotlari qiymatining keskin o'sishi bilan bog'liq holda qorong'uligicha qolmoqda. Bu esa ikkita muhim savolni keltirib chiqaradi:

- Shaxslar qanchalik darajada jamoat axborotlarini talab qilish huquqiga ega?

- Davlat muassasalari jamoat ma'lumotlarini sotish orqali xarajatlarni qoplashi mumkinmi?

Garchi jamoat tashkilotlari yirik hajmli axborotlarni ko'chirishda GATni juda muhim deb topsalar-da, ular axborot sistemasini yaratishda juda katta miqdordagi xarajatga duch kelishadi. Ko'pchilik mazkur masalaning yechimini axborot xizmatlarini sotish orqali hal qilish mumkin deb hisoblasa-da, ammo mazkur yechim qabul qilingan ba'zi bir me'yorlarga qarshi bo'lishi mumkin.

Nazariy jihatdan olib qaralganda fuqarolarda jamoat tashkilotlari axborotlaridan bepul foydalanish huquqi mavjud. Ammo axborot sistemasini yaratishga ketgan katta xarajatning ma'lum bir qismini qoplash mazkur huquqni bekor qilib, axborot uchun to'lov talab qilishi mumkin. Bir vaqtning o'zida jamoat tashkilotlari GAT yordamida yaratgan va taqdim qilayotgan axborotlar juda ham qimmat bo'lsa-da, ma'lum shaxslar va korxonalar uchun iqtisodiy jihatdan katta foyda keltirishi mumkin. Shu sababli axborotlardan foydalanuvchi va uni taklif qiluvchi tashkilot va shaxslar o'rtasida ma'lum shartnomalar tuzilib, axborot bazasini yaratish uchun ketgan mablag' qoplanishi mumkin. Buni amalga oshirishda tashkilotlar oldida asosan uchta tanlov mavjud:

1. Axborotni tarqatish xarajatlarini qoplatish.

2. Axborotni yaratish va tarqatish xarajatlarini to'laligicha qoplatish.

3. Foyda olish maqsadida GAT axborotlarini yaratish uchun ketgan xarajatlardan ko'proq miqdordagi to'lov talab qilish.

8.3. Majburiyat

Real dunyo haqida aniq tasavvurga ega bo'lish uchun ma'lum kartalar, sxemalar va diagrammalardan foydalaniladi. Ulardan foydalanish jarayonida yo'l qo'yilgan kichik xatolar ham salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Aniqlanishicha, Amerikada sodir bo'lgan aerohalokatlarning biriga radiosignal tarqatuvchi minoraning koordinatalari kartaga noto'g'ri tushirilganligi sabab bo'lgan. Ma'lumotlardagi xatolarning fojiaiy oqibatlariga yana ko'pgina temir yo'l halokatlarini keltirishimiz mumkin. Bunda poezdlar qatnovi grafida yo'l qo'yilgan bir necha daqiqalardagi xato to'qnashuvlarga olib kelishi mumkin. Xuddi shunga o'xshash holatlarda javobgarlarni topish, ularni jazoga tortish va ko'rilgan zararni qoplash uchun har bir yaratilgan axborot bazasi, uning ishonchliligi va aniqligi uchun javobgarlik belgilangan.

Bugun GAT mutaxassislari jamoaga taqdim qilayotgan ma'lumotlar bazasidagi har bir axborotning ishonchliligi va aniqligi uchun yuridik jihatdan javobgarliklarini tushunib yetishgan. Agar iqtisodiy zarar GAT ma'lumotlar bazasi axborotlaridagi xato sababli kelib chiqsa, jabrlanuvchilar GAT mutaxassislari sudga berish huquqiga egadirlar. Bunda ko'rilgan iqtisodiy zarar GAT ma'lumotlaridagi xatolik asosida kelib chiqqan deb topilsa, nafaqat xato uchun, balki iqtisodiy zarar uchun ham tovon to'lashlari mumkin.

Ko'zlanmagan maqsadlarda va nomuvofiq foydalanishlar. Kartalar maxsus foydalanishlar uchun yaratiladi. Turli xil aniqlikka ega maxsus kartalar maxsus maqsadlar uchun mo'ljallangan bo'lib, ba'zida kartalar ularning yaratuvchilari tomonidan boshqa maqsadlarda ham foydalanilishi mumkin. Masalan, AQShda ko'llar davlat mulki hisoblanadi. Ba'zan ko'ldagi suv sathi ko'tarilib, ko'lining egallagan maydoni kengayib, jamoat mulki suv ostida qoladi, bu esa kartalarda o'z aksini topmagan. Mazkur holatda karta bo'yicha qaraganda jamoat mulki davlat hisobiga o'tib qolishi holatlari kuzatiladi. Bunday sharoitda kartalardagi kamchiliklar tufayli jamoat mulkiga daxl qilgan davlat javobgar hisoblanadi.

Garchi turli mamlakatlarda qonunlar turlicha bo'lsa-da, umuman ularning barchasida axborotlar uchun bo'lgan javobgarlik 4 banddan iborat:

1. O'lchash va ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonlarida yo'l qo'yiladigan xatolar asosida koordinatalarda yuzaga keladigan xatolar.

2. Ma'lumotlarni ma'lum tasvirlarda ko'rsatishdagi xatolar.

3. Ma'lumotlardan (dasturlar va integratsiyalash sistemalaridan) ko'zlanmagan maqsadlarda foydalanish asosida kelib chiqadigan zararlar.

4. Mualliflik huquqining va boshqa dasturiy himoyalash sistemasining buzilishi.

Jamiyatga munosabat bo'yicha majburiyatlar. Professional GAT butun jamiyat va uning kichik bir bo'lagiga, kelajak avlodga o'zining faoliyati ta'sirini anglashi lozim va bajarilayotgan ishlarda ularni e'tiborga olishi kerak. Jamiyat oldidagi majburiyatlar, agar boshqa majburiyatlarga qarama-qarshi bo'lsa ham, birinchi darajali hisoblanadi. Shu sababli professional GAT quyidagilarni ta'minlashi kerak:

1. O'zining ishlarida eng yuqori sifatni ta'minlashga erishish:

– obyektiv bo'lish, puxta ishlash va barcha bilimi hamda professional malakasidan foydalanish;

– ishning tegishli prinsipini saqlash va boshqa shaxslarning asoslanmagan talablariga berilmaslik;

– to'liq, ravshan va aniq axborotlarni taqdim qilish;

– o'zining faoliyati natijasida yuz berishi mumkin bo'lgan ijobiy va salbiy oqibatlarni nazarda tutish;

– qonun doirasida harakatlarni amalga oshirishga intilish.

2. Barcha ruxsat va tavsiya etilgan usullar bilan jamiyat rivojlanishiga ko'maklashish:

– o'zining ishlanmalarini umumiy foydalanish uchun mo'ljallangan ma'lumotlar qilishga intilish;

– masalani qo'yish, ma'lumotlarga talablar, ularni tahlil qilish va yechimlarni qabul qilishda ko'pchilik qatnashishini ta'minlash;

– jamiyat foydasiga tekin xizmatlarni taklif qilish.

3. Jamiyatning muhim masalalari bo'yicha shaxsiy fikrlarini bildirish:

– yangi muammolarning paydo bo‘lishiga jamiyat e’tiborini jalb qilish va o‘zining professional tajribasi asosida ularni hal qilish yo‘llarini taklif qilish;

– o‘ziga tegishli bo‘lgan xatolarni vijdonan tan olish va ularni imkon qadar to‘g‘rilash.

Ish beruvchi va idoraga nisbatan majburiyatlar. Professional GAT yangi mahsulotlarni tuzish va tegishli xizmatlarni taqdim qilish uchun ishga olishni e’tirof etadi. Ish beruvchi sifatli ish va professional odob-axloqni kutishga haqlidir. Shu sababli professional GAT quyidagilarga majbur:

1. Yuqori sifatli ishlash:

– qo‘yilgan masalani yechish uchun professional tayyor bo‘lish;

– o‘zining faoliyati doirasida so‘nggi yutuqlar va ishlanmalardan xabardor bo‘lgan holda doimiy ravishda malakasini oshirib borish;

– o‘zining ishi natijasida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavf-xatarlarni anglash va ularni kamaytirishning barcha imkoni bor choralarini qo‘llash;

– kompaniya imkoniyatlari tahlilidan ularni amalga oshirish muqobil variantlarini boshqarmaga taklif qilish;

– boshqa kishilar muammosiz foydalana olishlari uchun ilova qilinuvchi hujjatlarni tuzish.

2. Professional munosabatlarni zarur darajada qo‘llab-quvvatlash.

3. Ma’lumotlarni taqdim qilishda o‘ziga nisbatan vijdonli bo‘lish va boshqa shu kabilar.

8.4. Ma’lumotlar maxfiyligi. Mualliflik huquqining himoya qilinishi

GAT ma’lumotlar bazasi shaxsga tegishli har qanday geografik axborotni o‘z ichiga oladi. U soliq va yer hujjatlari, shaxsiy mulk ro‘yxati, qurilish bo‘yicha ma’lumotlar, suv ta’minoti bo‘yicha axborotlarni o‘zida qamrab olishi mumkin. Shu o‘rinda har qanday shaxs yoki tashkilotda “GAT ma’lumotlar bazasini tekshirib ko‘rishga va axborotlarga murojaat qilishgahuquq bormi”, degan savol tug‘iladi.

GAT ma'lumotlar bazasida mavjud axborotlarning ma'lum qismi maxfiy bo'lishi mumkin, ma'lumot egasi uni boshqalarning foydalanishidan asrash yo'llarini izlashi kerak bo'ladi. So'nggi vaqtlarga kelibelektron sistemalardagi muloqotlarda shaxslar va tashkilotlar kompyuter ma'lumotlarini uzatishda va saqlashda maxfiylikni ta'minlash uchun kodlash sistemasidan keng foydalana boshladilar va shu orqali ma'lumotlar daxlsizligi ta'minlanmoqda.

Mualliflik huquqi inglizcha "*copyright*", ya'ni "*right to copy*" so'zidan olingan bo'lib, muallifga o'z asari ustidan to'liq egalik qilish huquqini anglatadi. Mualliflik huquqiga asosan nashriyotdagilar asarni qayta nashr qilish uchun muallifdan ruxsat olishlari talab qilinadi. Mualliflik huquqi fuqarolarga arzon narxlarda yuqori sifatli nusxalar olish tomonidan foyda keltiradi.

Mualliflik huquqi har qanday adabiy va badiiy asarlar, ilmiy ishlar, suratlar, topografiya, geografiya, arxitekturaga oid plan, kartalar va chizmalarni himoyalaydi hamdaularidan belgilangan tartibda nusxa ko'chirishni nazorat qiladi. Buning uchun 1971-yilda umume'tirof etilganxalqaro Bern Shartnomasi mavjud.

Mualliflik huquqining himoya qilinishi mualliflarga o'zlari yaratgan ilmiy va badiiy asarlari (kitoblar, chizmalar, suratlar va boshqalar) ustidan egalik qilish huquqini beradi. Bugungi kunda ushbu qonun kompyuter dasturlari, kartalar va ma'lumotlar bazalarini himoyalash uchun ham qo'llanilmoqda. Mazkur qonun mualliflarga o'z ijod mahsullari ustidan nafaqat iqtisodiy jihatdan nazorat qilish, shuningdek, turli xil ma'naviy egalik huquqini ham beradi. Masalan, uni o'zgartirishlariga qarshi chiqish huquqi.

Mualliflik huquqi bevosita g'oyaning o'zini emas, balki uning ko'rinishi, ma'nosi, usuli va formulasini himoya qiladi. Mualliflik huquqi davlat darajasidagi qonun bo'lib, uni buzgan shaxs yoki tashkilotlar qonunni buzgan sanalib javobgarlikka tortiladi.

Mualliflarning huquqini iqtisodiy va ma'naviy himoya qiladigan davlat qonunlari mazkur sohadagi mintaqaviy va butunjahon talablariga muvofiq bo'lishi kerak. Axborot tabiatining va texnologiyasining o'zgarishiga bog'liq holda mazkur qonunlarga tuzatmalar kiritib borish talab qilinadi. Masalan, qo'lyozmalar va

ma'lumotlar bazasining elektron shaklini ham himoya qilish bandining qo'shilganiga uncha ko'p vaqt bo'lmadi.

Ma'lumotlar bazasini qonuniy himoyalash. Ilmiy va badiiy asarlarni himoya qilish bo'yicha Bern Shartnomasi (Xalqaro intellektual egalik tashkiloti, 2001) ma'lumotlar bazasining nusxa ko'chirishga doir huquqlarini himoyalaydi va avtomatik tarzda nusxa olishga yo'l qo'ymaydi. Ensiklopediya va ontologiyaga o'xshash ma'lumotlardan "nusxa ko'chirish" uchun maxsus shartlar, kelishuvlar joriy qilingan (Bern Shartnomasi, 2-band) va mazkur bazalardagi shaxsiy ishlar uchun alohida mualliflik huquqlari joriy qilinishi ham mumkin.

Shuningdek, mualliflik huquqlari patentlar orqali himoya qilinib, patentlar ixtirodan foydalanish bo'yicha vaqtinchalik monopoliyani kafolatlaydi.

Ma'lumotlar bazasidan foydalanish va GATbilan bog'liq qonuniy jihatlariga yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari yana quyidagilarni ham keltirishimiz mumkin:

- tashkiliy va kommersiya (tijorat) maxfiyligini himoyalash;
- shaxslar yoki guruhlar uchun shaxsiy hayot maxfiyligi (shaxsiy ma'lumotlar maxfiyligi)ni ta'minlash;
- axborotlarni eksport va import qilishda davlat qonunlariga rioya qilish;
- litsenziyalash muddatlarini tushunish va rioya qilish;
- axborotlarga, dasturiy ta'minot mahsulotlariga rioya qilish bilan bog'liq majburiyatlarni olish.

O'zbekiston Respublikasi "Geodeziya va kartografiya to'g'risida"gi Qonunining 15-moddasi "Geodeziya va kartografiya mahsulotiga bo'lgan mualliflik huquqi" deb nomlanib, unda "Geodeziya va kartografiya mahsulotiga, shu jumladan, geodeziya va kartografiya faoliyati natijasida olingan topografiya, gidroografiya va aerokosmik surat materiallariga, geodeziya va gravimetriya ma'lumotlariga bo'lgan mualliflik huquqlari qonun hujjatlari bilan tartibga solinadi" deb belgilangan.

Ushbu qonunning 16-moddasi esa geodeziya va kartografiya faoliyatini litsenziyalashga bag'ishlangan bo'lib, u quyidagicha bayon qilingan:

Geodeziya va kartografiya faoliyati qonun hujjatlarida belgilangan tartibda litsenziyalanishi lozim; Yuridik va jismoniy shaxslar tomonidan geodeziya va kartografiya faoliyatini litsenziyasiz yoxud litsenziyada ko'rsatilgan shartlarni buzgan holda amalga oshirish qonun hujjatlariga muvofiq javobgarlikka sabab bo'ladi; Davlat organlari va ular mansabdor shaxslarining geodeziya va kartografiya faoliyatini litsenziyalash bilan bog'liq xatti-harakati ustidan sudga shikoyat qilinishi mumkin.

8.5. GAT etikasi haqida tushuncha

Ma'lumot va axborotlarni yig'ish va ulardan foydalanishda axloq me'yorlari masalalarini hal etadigan etikaga zarurat tug'iladi. Shu sababli ham kompyuter dasturlari hamda dasturiy qurilmalar, tarmoqlar va turli ma'lumotlardan foydalanishda axloq me'yorlari siyosatini kiritishadi.

Axborotlardan axloq me'yori doirasida foydalanish masalalari bo'yicha 1997-yil mart oyida Monakoda bo'lib o'tgan birinchi INFOethics "Raqamli ma'lumotlarning axloqiy, huquqiy hamda jamoaviy yondashuvlari" kongressidan keyin dunyo bo'ylab katta qiziqish uyg'ona boshladi. Undan so'ng INFOethics 1998, Monakoda "Kiberfazoning axloqiy, huquqiy hamda jamoaviy yondashuvlari" mavzusida, INFOethics 2000, Parijda "21-asrda axborotlarga universal kirishga huquq" mavzusida kongresslar o'tkazildi. Ushbu kongresslarda yuqorida ta'kidlangan uchta masalaga bag'ishlangan maqolalar, tadqiqotlar va rezolyusiyalar axborotdan foydalanishda axloq me'yorlarining saqlanishi va uning buzilishining global maydondagi yondashuvini ko'rsatib berdi.

Mazkur kongresslarning maqsadi jamoat sektorida qo'yiladigan axborotlar va ularga bo'lgan kirish imkoniyatlari, ya'ni qaysi turdagi axborotlar omma e'tibori uchun havola qilinishi va qilinmasligi masalalarini yoritishdan iborat. Ushbu masala bo'yicha UNESCO quyidagi ko'rsatmalarni keltirdi: "Har qanday jamiyatning bosh maqsadi barcha fuqarolarni axborot va bilim olishlari va undan foydalana olishlarini qo'llab-quvvatlashdan iborat. Hozirgi kundagi axborot inqilobi davrida har bir kishi va millat an'alarining

o'zgachaligi va ilmiy yutuqlaridan qat'i nazar teng huquqli oddiy insoniy huquqqa ega bo'lishi kerak".

Fazoviy axborotlarga qaratilgan, ya'ni biror-bir joyning atributlarini ko'rsatuvchi axborotlarni yig'ish, tarqatish hamda ulardan noqonuniy ravishda foydalanish borasida turli axloqiy muammolar kelib chiqmoqda.

Axborot axloq me'yorlari tushunchasi an'anaviy axloq me'yorlari kabi uzoq tadqiq etilmagan bo'lsa-da, o'tgan yillar mobaynida bu borada ko'plab izlanishlar olib borildi va hozirgi kunga kelib ko'plab adabiyotlar keng omma uchun havola etilgan.

Axborot etikasi va kompyuter etikasi ko'pchilik hollarda bir xil ma'noda qo'llanilib kelinadi, ba'zan esa bu tushunmovchiliklarga ham sabab bo'lmoqda. Umuman olganda, axborot etikasi atrofida bo'layotgan munozaralar texnologiyalardan mustaqil tarzda olib borilishi mumkin, ya'ni axborot kompyuterdan foydalanilmagan holda ham foydalanilishi, noto'g'ri foydalanilishi hamda buzib ko'rsatilishi mumkin. Lekin yuqorida ta'kidlanganidek, ma'lumot o'zicha hech qanday etikani talab etmaydi, balki undan foydalanish axloq me'yorlarini talab qilishi mumkin, ayni shu o'rinda kompyuterlar ishga tushadi.

Kompyuter etikasi (KE) boshqa turdagi falsafiy fanlar kabi analitik an'analarda uchta asosiy xususiyatga ega:

1. Analogik fikrlashga yo'naltirilgan mantiqiy argument.
2. Tahlil qilish uchun empirik asos.
3. Muammolarni hal etish yondashuvlari.

Yuqorida keltirilgan qarashlar doirasida KE boshqa o'ziga xos xususiyatlarga ham ega:

4. Ichki muammolarni hal etishga yo'naltirilganlik.
5. Qator izlanishlarga asoslanganlik.

Kompyuter etikasi aynan kompyuter vositasida olib borilgan ishlar va ular tufayli yuzaga kelgan axloqiy kelishmovchiliklarga e'tiborini qaratadi. Masalan, shaxslar va tashkilotlar o'zlarida mavjud bo'lgan axborotlarning tarqalib ketishi tufayli yuz beraligan zararlarning oldini olish majburiyatlariga egalar. Kompyuter etikasi bilan shug'ullanuvchilar esa axborot mutaxassislariga hamda fuqa-

rolarga yakuniy bo'lmagan hukmlarga aniqlik kiritish uchun xizmat qiladilar.

O'tgan davr mobaynida GAT mutaxassislari va geografik axborot jabhasida etika kodi hamda uning tatbiq etilishi masalasi ko'pchilikda qiziqish uyg'otmoqda. AQShdagi shahar va hududiy axborot sistemasi Assotsiatsiyasi URISA (Urban and Regional Information Systems Association) tomonidan 2003-yil aprel oyida chop etilgan qator maqolalar ham ayni shu jihatni yoritib beradi.

GAT etikasi bo'yicha maxsus kodeks ishlab chiqilgan bo'lib, u shaxsiy ishlarni GAT etikasi nuqtai nazaridan to'g'rilashga yordam berishga mo'ljallangan.

GAT etikasi kodeksi quyidagi etik prinsiplarga asoslangan: boshqa insonlarga hurmat bilan munosabatda bo'lish va hech qachon o'zining maqsadi yo'lida ulardan vosita sifatida foydalanmaslik – deontologiya prinsipi. Ushbu prinsipga muvofiq, o'zining hamkasblari, rahbarlari, boshqa insonlar va keng omma uchun shaxsiy faoliyatida yuz berishi mumkin bo'lgan oqibatlarini hisobga olish zarur.

Ma'lumotlarni olish, to'plash, qayta ishlash, tarqatish va muhoqot qilish uchun yaratilayotgan yangi kompyuter texnologiyalari axborotlardan keng va tezkor foydalanish imkonini beradi. Shu bilan birga ular bir qator etik muammolarni ham keltirib chiqaradi. Elektron axborot sistemalarining tezligi va samaradorligi, mahalliy va global internet tarmog'i, ma'lumotlar bazasi va axborot almashinuv dasturlarini o'zida qamragan holda axborotlardan foydalanish bo'yicha yangi qonunlar va kompyuter texnologiyalari taraqqiyotidan ilgari yaratilgan me'yorlarning buzilishiga yo'l ochib beradi.

Axborot sistemalarida etikaning ahamiyati. Axborot sistemalaridagi rivojlanishijtimoiy va siyosiy sohalarga, jumladan, axborotlardan qanday foydalanish borasidagi yangi etik qarashlarning yuzaga kelishiga ham ta'sir o'tkazadi. Axborot sistemalari hokimiyat, ish joylari va shaxsiy hayotimizning barcha sohalariga kirib kelib, hech qanday cheklovlarsiz kishilar orasidagi muhim axborot almashinuv vositasiga aylangan holda turli yo'llar bilan ularga ta'sir o'tkaz-

moqda. Mazkur ta'sirlarning salbiy oqibatlaridan saqlanish uchun yangi etikaga oid va huquqiy tadbirlar ishlab chiqish talab etiladi.

Etika texnologiyalar uchun qabul qilingan qarorlardagi bo'shliqlarni to'ldirish vositasi sifatida. Boshqa sohalarida bo'lgani kabi yuridik sohalar ham texnologik rivojlanishdan bir qadam orqada qolmoqda. GAT etikasi mazkur sohaga taalluqli kamchiliklarni to'ldirib, axborotlardan qanday foydalanish borasida kishilar orasida o'zaro murosa yo'lini belgilab beradi. Elektron axborot sistemalaridagi yuridik masalalar qonuniy yo'l bilan hal qilinguncha, turli kelishmovchiliklar umumqabul qilingan etik qoidalar bo'yicha murosa qilinadi.

Elektron axborot sistemalariga xos etik masalalar. Etika jamiyatdagi odob-axloq me'yorlari doirasidagi va ma'lum mutaxassislik a'zolarining qoidalariga muvofiq holda shaxslar tomonidan amalga oshiriladigan ma'naviy tanlovlarni o'zida qamrab oladi. Elektron axborot sistemalariga taalluqli bir qator masalalar, jumladan, axborotni nazorat qilish va undan foydalanishga huquq berish, shaxsiy hayotning maxfiyligi va ma'lumotlardan ko'zda tutilmagan maqsadlarda foydalanish – bularning barchasi elektron sistemalarda, elektron ma'lumotlar bazasida va GAT larda keng tarqalgan. Mazkur uch sohada aniqlangan har bir masala qandaydir etik yechimni talab qiladi. Internet tarmoqlari, elektron axborot sistemalaridagi etik masalalar umumiy, GAT laridagi esa alohida muhokama qilinadi.

8.6. Elektron internet tarmoqlari

Internet tarmog'i tushunchasi. Bir kompyuterning boshqa bir kompyuter bilan bog'lanishiga sistema deb ataladi. Ba'zi sistemalarning faqatgina bitta korxona, tashkilot va institutlardagi kompyuterlarni o'zaro bog'lashiga mahalliy sistema deb ataladi. Dunyo miqyosidagi kompyuterlarning o'zaro muloqotini ta'minlovchi sistemalar esa global internet tarmog'i deb yuritiladi. Mazkur global tarmoq internet deb nomlanib, bunda minglab, millionlab kompyuterlar o'zaro muloqotga kirishib, qandaydir masalani muhokama qilishi, axborotlarni almashishi, izlashi, tarqatishi va shunga o'xshash qator faoliyatlarni amalga oshirishi mumkin.

Internet tarmoqlari qudrat manbai sifatida. Elektron tarmoqlar dastavval muloqot va ma'lumotlar almashinuvining samarali vositasi sifatida yuzaga kelib, keyinchalik uning imkoniyatlari keskin oshdi. Hozirda bu yirik tarmoqlar qudratning yangi manbai sifatida yuzaga chiqdi. Muloqotning samaradorligini va ishonchliligini ta'minlash uchun axborotlarning harakati boshqa bir insonga yoki kompyuterga bog'liq bo'lmaydi va boshqalar tomonidan nazorat qilinmaydi. Buning oqibatida yirik internet tarmoqlarida anarxiya hukm suradi. Kam resurslarga ega oddiy insonlar ma'lum axborotlar va g'oyalarni tarmoqda muhokama qilishlari va o'zaro muloqotga kirishishlari mumkin. Ammo g'ayrioddiy, siyosiy va ba'zi yovuz g'oyalar va axborotlar bir zumda butun dunyo bo'ylab tarqalib ketishi mumkin. Hech qanday hukumat, hech qanday ierarxik sistema buni nazorat qilib yoki to'xtatib qo'yish imkoniga ega emas. Shuning uchun ham internet sistemalari ko'pchilikni o'ziga jalb qilib, kimlar uchundir tahdid, buzg'unchilik manbai, kimlarga esa yangi ish manbai bo'lib xizmat qilmoqda.

Tarmoqlar jamoat joyi sifatida. Internet tarmoqlari kishilar orasida do'st orttirish, muammolarni muhokama qilish, o'yinlar o'ynash, muloqot qilish kabi imkoniyatlari orqali jamoat joyiga aylandi. Mazkur harakatlar internet tarmog'ining an'anaviy muloqotlar bilan taqqoslab bo'lmaydigan darajada kuchga ega ekanligini ko'rsatadi. Hikoyanavis Ray Oldenburg internetga "UCHINCHI MAKON" degan yangi nom berib, uni ish joyi va uydan tashqari (BIRINCHI VA IKKINCHI MAKON) muloqot uchun kishilarning to'planuvchi joyi deb ataydi. Shuningdek, uning ta'kidlashicha, hozirgi rivojlangan jamiyatda tarmoqlar ijtimoiy aloqalar o'rnini egallashi mumkin. Boshqalar esa, gapijtimoiy tarmoqlar borasida ketganda birmuncha ehtiyotkorlik bilan malakali atamalarni qo'llab, ularni haqiqiy jamoat joyi deb ta'riflaydilar. Faqatgina muloqotga kirishish uchun yuzma-yuz muloqot yetishmaydi. Boshqa tomondan, shaxslarning ko'rinishi, jinsi, toifasi kabi kishilar orasidagi to'g'ridan-to'g'ri aloqalarni belgilovchi bir qator xususiyatlar internet tarmog'ida yashirin bo'lishi mumkin. Shuningdek, mazkur tarmoqlar orqali kishilarning shaxsiy hayotiga aralashish, ularning sha'niga tegadigan axborotlarni tarqatish, odob-axloq me'yorlariga

zid turli harakatlarni ham amalga oshirish internet tarmoqlaridagi etik muammolar sifatida ko'rsatiladi.

8.7. Tarmoqlarda qabul qilingan axloq me'yorlari. Axloqning yangi standartlari. Yangi etika masalalari

Madaniyat me'yorlari va qadriyatlar maqbul axloqiy jamiyatni shakllantiradi. Tarmoqda o'rnatilgan Onlayn axloq standartlari jamiyat me'yorlariga asoslangan, biroq ular birmuncha keng mazmundagi me'yorlar va qadriyatlar bo'lib, ko'pincha elektron tarmoqlarda insoniy o'zaro munosabatlar tavsiflariga qarshi chiqmoqda. Turli qadriyatlar va an'analarga ega turli jamiyatlarda tarmoqlar tarqalgan. Ushbu tarmoqlarni shakllantiradigan kompyuterlar insonlarga oldin amalga oshira olmagan ishlarini anonim tarzda bajarish imkonini beradigan potentsialga ega.

Tarmoqlardagi maqbul axloqiy masalalar oddiy odob standartlari negiziga asoslangan. Ma'lumotlarni tarqatishdagi huquq va majburiyatlar masalasi hanuzgacha qonunda o'z aksini topmagan.

Raqamli axborotlar bazasining keskin o'sishi bilan mazkur axborotlardan qonuniy va noqonuniy foydalanish turli xil kelishmovchiliklarning ko'payishiga sabab bo'lmoqda. Buning oqibatida raqamli axborotlar sistemalaridan foydalanish odatda yuqori qiymatga ega bo'lgan ma'lumotlarni yig'ish, to'plash qiymatini keskin pasaytirib yubormoqda.

Yangi etika masalalarining foydali tomonlari quyidagilar:

- hukumat javobgarligi noto'g'ri qarorlarni bekor qilish, fond ma'lumotlaridan noqonuniy foydalanishni cheklash va boshqalar bilan rivojlanishi mumkin;

- hukumat samaradorligi oshishi mumkin;
- yangi biznes va marketing imkoniyatlari;
- jamoa xavfsizligining yuqori sifati.

Kamchiligi:

- murakkab axborot tuzilmasi orqali shaxsiy hayotga tahdid solishi;

- kompyuter sistemalari orqali "har erda hozir" ma'lumotlarni jamoadan himoyalashning qiyinligi;

- arxeologik va ma'naviy eksponatlarning joylashgan o'rni, foydali qazilma konlarining koordinatalari kabi ba'zi ma'lumotlarning juda maxfiyligi;

- axborot texnologiyalaridan foydalanish huquqiga ega va ega bo'lmagan foydalanuvchilarning aniq belgilangan chegarasiyo'qligi.

Asosiy tushunchalar

Huquqiy jihatlar, etika masalalari, GAT etikasi, axborot etikasi va kompyuter etikasi, ma'lumotlarning maxfiyligi, mualliflik huquqi, axloqiy me'yorlar.

Nazorat savollari

1. Ma'lumotlardan foydalanishning qonuniy jihatlari deganda nimani tushunasiz?

2. GAT axborotlaridan jamoaviy foydalanish muammolari nimada?

3. GAT axborotlariga bo'lgan majburiyatlar nimadan iborat?

4. Ma'lumotlarning maxfiyligi deganda nimani tushunasiz?

5. Mualliflik huquqlari qanday himoyalangani?

6. GAT ma'lumotlaridan foydalanish etikasi haqida tushuncha bering.

7. Internet tarmoqlarida qabul qilingan axloqiy me'yorlar nimaga asoslanadi?

8. Yangi etika masalalarining foydali tomonlari va kamchiliklari nimalardan iborat?

GLOSSARIY

Avtonom rejim – navigatsiya va harbiy qabul qilgichlar o‘rnini aniqlashning asosiy usuli.

Aktiv syomka – sun’iy manba yordamida obyektlarni majburiy nurlantirish hisobiga amalga oshiriladigan syomka.

Atribut – vektor obyektlarni tavsiflaydigan ma’lumot.

Aerokosmik usul – havodan (aero) va koinotdan (kosmik) suratga olish usuli.

Aerofotosuratni orientirlash–suratga olish vaqtida aerofotosuratning fazodagi holatini aniqlash.

Binokulyar ko‘rish – ikki ko‘z bilan qarash.

Bir turda bo‘lmagan ma’lumotlar – xususiyatlariga ko‘ra umumiylikka ega bo‘lmagan ma’lumotlar.

Bir turdagi ma’lumotlar – bir yoki bir nechta bir xilxususiyatlari bilan birlashgan ma’lumotlar.

Bir chastotali qabul qilgich – ENSY laridan tarqaluvchi ikki chastotali signallardan faqatgina bittasida ishlovchi qabul qilgich.

Bo‘ylama qoplanish – bitta marshrutli aerofotosyomkada ketma-ket olingan suratlarining bir-birini bo‘ylamasiga qoplashi.

Vektor tasvir – obyektlar joylashishi, tashqi chegarasi shu obyektga tegishli bo‘lgan nuqtalarning koordinatalari yig‘indisi tarkibi bilan ifodalangan ko‘rinishi.

Gauss-Kryuger proyeksiyasi – to‘g‘ri burchakli konform ko‘ndalang- silindrik proyeksiya.

Gelmert usuli – bitta koordinata sistemasidan boshqasiga o‘tishni ta’minlashga qaratilgan geografik o‘zgartishlar usuli.

Geoqaytaishlash – geografik ma’lumotlarning tahlili.

Geografik o‘zgartishlar – nuqtalar koordinatalarini bir koordinatalar sistemasidan boshqasiga o‘zgartirish amalga oshiriladigan matematik jarayon.

Geografiya qurollar paneli – tasvirni kattalashtirish yoki kichiklashtirish va boshqa joyga o‘tkazish uchun mo‘ljallangan qurollar paneli.

Geodezik balandlik – referens-ellipsoid sirtidan yer sirtidagi nuqtagacha normal chizig‘i yo‘nalishi bo‘yicha o‘lchanadigan vertikal masofa.

Geoma'lumotlar bazasi – ArcGIS ilovalari bilan ishlash jarayonida qo'llanadigan barcha turdagi ma'lumotlarni saqlash uchun asos.

Geometrik omil – sun'iy yo'ldoshlarning geometrik joylashuvi.

Geofazoviy ma'lumotlar – fazoviy obyektlarning o'rni va ularning xususiyatlari (fazoviy va fazoviy bo'lmagan atributlar) to'g'risidagi axborotlarni (ma'lumotlarni) o'zida saqlovchi fazoviy obyektlar haqida raqamli ma'lumotlar.

Girostabilizator – samolyotning tebranish ta'sirini aerofotoapparatlarda kamaytirish va gorizontal holatini ta'minlash uchun mo'ljallangan qurilma.

Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi (GNSYS) – yer usti, suv va havodagi obyektlar o'rnini tez va aniq topish uchun mo'ljallangan maxsus kosmik va yer usti texnik vositalari, dasturiy ta'minoti va texnologiyalar majmuasi.

Deshifrovka – joyning fotosuratidagi obyektlarni topish, ularning tavsiflarini aniqlash va mohiyatini ochib berish.

Deshifrovka qilishning aerovizual usuli – obyektlarning tavsiflarini samolyot yoki vertolyotdan turib aniqlash.

Deshifrovka qilishning dala usuli – suratda anglash mumkin bo'lmagan va mufassal tekshirilishi lozim bo'lgan obyektlarnibevosita joyning o'zida o'rganish.

Deshifrovka qilishning kameral usuli – obyektlarni anglash, topish va uning tavsiflarini aniqlashni dalaga chiqmasdan xonada fototasvir xususiyatlarini o'rganish hisobiga amalga oshirish.

Digitayzer – nuqtali va chiziqli obyektlarni koordinatalar bo'yicha kompyuter xotirasiga kiritishga moslashgan qurilma.

Digitalizatsiya – ma'lumotlarni kompyuterga digitayzer yordamida kiritish jarayoni.

Differensial rejim (DGPS) – obyekt koordinatalarini yuqori aniqlikda topishga qaratilgan usul.

Yorug'lik qaytarish indikatrasi – obyektlar yuzasining tuzilishiga qarab yorug'likning turli yo'nalishda va har xil kuch bilan tarqalishi.

Yorug'lik kontrasti – ikki obyekt yorug'ligi orasidagi farq.

Ikki chastotali qabul qilgich – GPS va GLONASS sun'iy yo'ldoshlaridan tarqaluvchi ikki chastotali signallarni qabul qiluvchi qabul qilgich.

Ionosfera – yer sirtidan taxminan 50 km dan 100 km gacha balandlikda tarqalgan qatlam.

Ichki orientirlash – aerofotosuratga nisbatan proyeksiyalash markazining joylashgan o‘rni aniqlash.

Kartografik proyeksiya – ellipsoid (sfera)dagi nuqtalar va ularning tekislikdagi tasviri koordinatalari orasidagi analitik bog‘lanishni o‘rnatuvchi bir sirtning boshqa sirtga tasvirlash usuli.

Konvergensiya burchagi – ikki ko‘zning ko‘rish o‘qlari orqali topilgan burchak.

Kosmik segment – GNSYS da Yerning atrofida ma‘lum orbitalarda harakatlanuvchi Yerning navigatsion sun‘iy yo‘ldoshlari (ENSY) turkumi.

Kronshtadt futshtoki – nuqtalar mutlaq balandliklari Boltiq balandliklar sistemasida Kronshtadt futshtokining noliga nisbatan aniqlanadigan futshtok xizmati.

Ko‘ndalang qoplanish – ko‘p marshrutli aerofotosyomkada bir marshrutdagi suratlarining ikkinchi marshrutdagi suratlar bilan ko‘ndalangiga qoplanishi.

Lazer skanerlash – fazoviy koordinatalari bilan nuqtalar to‘plamini ifodalovchi obyektning uch o‘lchamli modelini yaratishga imkon beruvchi texnologiya.

Mavhumuzoqlik – sun‘iy yo‘ldosh (signal tarqalishi paytida) va qabul qilgich (signalni qabul qilish paytida) orasida o‘lchangan soat ko‘rsatkichlarini taqqoslash yo‘li bilan olinadigan masofa.

Ma‘lumotlar guruhi – mavzuli yoki fazoviy planlarda yaxlitlikka ega bo‘lgan raqamli kartalar ma‘lumotlari to‘plamining u yoki bu turi.

Ma‘lumotlar sifatini baholash – ma‘lumotlar to‘plamini baholash sifat ko‘rsatkichlari nomenklaturasini tanlashni o‘z ichiga oladigan jarayonlar majmuasi.

Ma‘lumotlar to‘plami – yer sirtidagi uchastka to‘g‘risida identifikatsiyalangan va muvofiqlashtirilgan majmua.

Ma‘lumotlar to‘plami fragmenti – ma‘lumotlar to‘plami tarkibida bitta mavzuli qatlamdan tashkil topgan ma‘lumotlar.

Ma‘lumotlar xatoligi – ma‘lumotlarning uning haqiqiy qiymatidan farqi.

Ma‘lumotlarning sifat ko‘rsatkichlari – u yoki bu masalalarni yechish uchun bir-biriga bog‘liq ehtiyojlar, bir turdagi ma‘lumotlarning bir yoki bir nechta xususiyatlari tavsifi.

Merkator proyeksiyasi (UTM—Universal Transverse Mercator) – to‘g‘ri burchakli konform ko‘ndalang- silindrik proyeksiya.

Metama‘lumot – o‘zida aniqlashtirish, qidirish, baholash va boshqarish maqsadida izohlanadigan obyektlar tavsiflarini namoyon etadigan sistemalashtirilgan ma‘lumot.

Metrik ma‘lumotlar – joy obyektlari fazoviy o‘rmini ma‘lum koordinatalar sistemasida aks ettiruvchi kartografik ma‘lumotlar turi.

Mobil kartaga olish sistemasi – harakatdagi transport vositasidan obyektlarning fazoviy o‘rni haqidagi ma‘lumotlarni to‘plash imkonini beruvchi sistema.

Molodenskiy usuli – beshta parametr bo‘yicha bitta koordinatalar sistemasidan boshqasiga o‘tishni ta‘minlashga qaratilgan usul.

Monokulyar ko‘rinish o‘tkirli – ko‘zning kuzatish obyekti batafsil mayda elementlarga ajrata olish qobiliyati.

Monokulyar ko‘rish – bir ko‘z bilan qarash.

Nazorat va boshqarish segmenti – GNSYS ishini uzluksiz kuzatish va nazoratini amalga oshirish uchun mo‘ljallangan yer usti vositalari majmuasi.

Nol stereoeffekt – stereomodelning tekis, ya‘ni relefsiz ko‘rinishi.

Normal balandlik – geoid sirtiga yaqin kvazigeoid sirtidan yer sirtidagi nuqtagacha shovun chizig‘i yo‘nalishi bo‘yicha o‘lchanadigan balandlik.

Obyektivning ruxsat etish qobiliyati – obyektivning mayda detallarni hosil bo‘layotgan tasvirda yaqin, aniq va ajratib ko‘rsatish qobiliyati.

Ortometrik (mutlaq) balandlik – geoid sirtidan yer sirtidagi nuqtagacha shovun chizig‘i yo‘nalishi bo‘yicha o‘lchanadigan vertikal masofa.

Ortofotoplan – markaziy proyeksiyadan ortogonal proyeksiyaga o‘zgartirilgan aerofotosuratlardan tuzilgan va aniq geodezik tayanch nuqtalarga bog‘langan joyning fotografik plani.

Passivsyomka – asosiy yoritish manbai sifatida Quyoshdan foydalanib bajariladigan syomka.

Perspektiv aerofotosyomka – aerofotoapparat optik o‘qining vertikalga nisbatan og‘ish burchagi 3° dan katta bo‘lgan holatda bajariladigan syomka.

Piksel (pixel) – rastr tasvirlarni ifodalaydigan ikki o‘lchamli eng kichik element.

Planli aerofotosyomka – aerofotoapparat optik o‘qining vertikalga nisbatan og‘ish burchagi 3° dan oshmaydigan holatda bajariladigan syomka.

Planli fototriangulyasiya – tayanch nuqtalarning ikkita koordinatalarini aniqlash.

Pozitsirlash– kuzatilayotgan obyektlarning fazoviy-vaqtli holati parametrlarini aniqlash.

Raqamli kartalar ma’lumotlari sifati – ma’lum masalalarni yechish uchun qo‘llash imkonini ta’minlovchi raqamli kartalar ma’lumotlari xususiyatlari majmui.

Raqamli fotogrammetriya – kompyuter texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog‘liq bo‘lgan fotogrammetrik tadqiqotlarning zamonaviy rivojlanish bosqichi.

Rastr tasvir – surat, fotosurat yoki boshqa grafik materiallarni rastrli nuqtalar yig‘indisi shaklida kompyuterda tasvirlash.

Relefning raqamli modeli (RRM) – joyning balandliklari (relefi) to‘g‘risidagi raqamli ma’lumotlardan iborat mantiqiy-matematik model.

Reokkupatsiya – ko‘chma bekat bilan nuqtada turib kuzatishlar ikkita qabulda bajariladigansun‘iy yo‘ldosh o‘lchashlari usuli.

Referens-ellipsoid – o‘lchamlari aniqlangan va yer sirtida ma’lum holatda orientirlangan (joylashtirilgan) ellipsoid.

Semantik ma’lumotlar – joy obyektlari mohiyati va tavsiflarini aks ettiruvchi kartografik ma’lumotlar turi.

Skan–ELS ning ishlash natijasi bo‘lganrastr tasvir.

Spektr yorug‘lik koeffitsienti – har xil spektral zonalarda xromatik (rangli) obyektlar yorug‘ligining farqi.

Standartqurollar paneli – elementlarni boshqarish uchun ko‘p foydalaniladigan qurollarni va ularning tarkibini ko‘rish uchun mo‘ljallangan panel.

Statistik ma’lumotlar to‘plami – uzoq vaqt davomida o‘zgar-maydigan ma’lumotlar to‘plami.

Stereojuft (stereoskopik juft) – joyning ikkita nuqtadan yoki suratga olish bazisining ikki uchidan bir-birini qoplab olingan ikkita aerosurati.

Stereoko‘rish radiusi–stereoskopik tarzda kuzatish mumkin bo‘lgan eng katta oraliq.

Stereomodel (stereoskopik model) – ikkitaaerofotosuratni kuzatishda hosil bo‘ladigan predmetning relefli tasviri.

Stereoskopik ko'rish – ikki ko'z bilan qarash orqali predmetning relefligini tasavvur qilish.

Stereofotogrammetriya – obyektlarning uch o'lchamli hajmli shakllarini o'lchash usullarini stereojuft suratlar orqali o'rganadigan fotogrammetriyaning bo'limi.

Stereoeffekt (stereoskopik effekt) – ikkita aerofotosuratni kuzatib predmet relefligini ko'z bilantasaavvur qilish.

Suratning ishchi maydoni – ikki marta bo'ylama va ko'ndalang qoplanishlar o'rtasidan o'tuvchi chiziqli bilan chegaralangan maydon.

Tashqi orientirlash – joydagi koordinatalar sistemasiga nisbatan suratning va proyeksiyalash markazining joylashishini aniqlash.

Teskari stereoeffekt – stereomodel releflining joydagi relefga teskari tarzda qabul qilinishi.

To'g'ri stereoeffekt – stereomodel releflining joydagi relefga to'g'ri kelishi.

Umumiy yorug'lik koeffitsienti – obyektida biror yo'nalish bo'yicha kelib urilgan yorug'lik kuchiga nisbatan obyektidan qaytgan nurlarning miqdori.

O'zaro orientirlash – suratga olish vaqtida juft fotosuratlarining bir-biriga nisbatan o'zaro holatini aniqlash.

Fazoviy fototriangulyasiya – tayanch nuqtalarning uchta koordinatalarini aniqlash.

Foydalanuvchilar segmenti – GNSY sistemalari signallarini qabul qiluvchi apparaturalar.

Fotogrammetrik distorsiya – obyektivdan ma'lum burchak ostida chiqqan nurning predmetdan aynan shu burchak ostida qaytmasligi hisobiga hosil bo'ladigan tasvirdagi xato.

Fotogrammetriya – obyektlarning shakli, o'lchami, holati va boshqa ko'rsatkichlarini ularning fototasvirlari orqali aniqlaydigan ilmiy-texnik fan.

Fototriangulyasiya – fotogrammetrik qurilma yoki ishchi stansiyalarda aerofotosuratlarini o'lchash orqali tayanch nuqtalarning o'rnini aniqlash usuli.

Silindrik proyeksiya – meridianlar teng parallelli to'g'ri chiziqlar, parallellar esa meridian tasviriga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar bilan tasvirlanadigan proyeksiya.

Elektron taxeometriya (syomka) – elektron taxeometrlar yordamida topografik syomkalarni bajarish.

ArcCatalog – turli xildagi geografik ma'lumotlarni tashkil etish va boshqarishga mo'ljallangan Arc GIS dasturiy ta'minotiga mansub mustaqil ilova.

ArcCatalog ning qurollar paneli – kiritilgan ma'lumotlarni ko'rish va ArcGIS dasturida ishchi hudud va ma'lumotlar boshqaruvi bo'yicha qator masalalarni yechish mumkin bo'lgan panel.

ArcGIS Server qurollar paneli – Arc GIS servislarini Arc Catalogdan ishga tushirish, to'xtatish va boshqarish maqsadida foydalanishga mo'ljallangan panel.

ArcToolbox – geoqaytaishlash qurollar panelini o'zida mujassam etgan maxsus ilova.

C/A kodlar – L1 chastotada tarqaluvchi qo'pol (Coarse Aquisition), osonlik bilan aniqlanadigan (Clear Access), osonlik bilan topiladigan (Clear Aquisition) yoki standart (S-Standard) kodlar.

Cyclone – yer usti skanerlash ma'lumotlarini ishlab chiqish dasturiy ta'minoti.

DEM (Digital Elevation Model) – RRMni tuzishda ishlatiladigan qat'iy tartibdagi relef modeli.

DPI (Dots per inch) – bir dyuymga to'g'ri keladigan nuqtalar soni.

ModelBuilder–uncha murakkab bo'lmagan ishchi jarayonlarni yaratish va bajarishda qo'llanadigan vizual dasturlash tili.

P kod– L1 va L1 chastotalarda tarqaluvchi aniq (Precision) yoki muhofazalangan (Protected) kod.

Python – mustaqil platformalararo ochiq dasturlash tili.

Adabiyotlar

1. Ahmed el-Rabbany. Introduction to GPS. The Global Positioning System. Boston-London, Artech house, 2002.
2. Antenucci, John C., et al. 1991. "Legal Issues". Chap. 11 in Geographic Information Systems: A Guide to the Technology. New York: Van Nostrand Reinhold. 103rd Congress (1993) Senate Bill 1782 (amends the FOIA in reference to electronic information).
3. Bernhard Hofmann – Wellenhof, Herbert Lichtenegger, Elmar Wals. GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and more. New York, Springer, 2007.
4. Bieves C. (2004). RFID chips watch Grandma brush her teeth. New Scientist, 17 March 2004.
5. Brassel K, Bucher F, Stephan E-M and Vekovski A 1995 Completeness. In Guptill S. C. and Morrison J. L. (eds) Elements of spatial data quality. Oxford, Elsevier: 81 – 108.
6. Brown G. (1990). The information game: Ethical issues in a microchip world. Humanities.
7. Calais E.: The shape of the earth. Purdue University, 2002.
8. Craig W. (1993). A GIS Code of Ethics: What can we learn from other organizations?
9. Ebner H., Fritsch D., Heipke C.: Digital photogrammetric systems, Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe, 1991.
10. Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty. Understanding GPS. Principles and Applications. Boston-London, Artech house, 2006.
11. Federal Geographic Data Committee (FGDC) 1994 Content Standards for Digital Geospatial Metadata (June 8). Washington DC: Federal Geographic Data Committee.
12. Galhardas H., Simon E., Tomasic A. A Framework for Classifying Scientific Metadata. INRIA, 1998. <http://www.aai.org/Papers/Workshops/1998/WS-98-14/WS98-14-015>.
13. Ghilani Charles D., Wolf Paul R. Elementary surveying: an introduction to geomatics. Prentice Hall, 2008.
14. Halshofer B., Klas W. A Survey of Techniques for Achieving Metadata Interoperability /ACM Computing Surveys, Vol. 42, No. 2, Article 7, February 2010.
15. Howard Veregin, (1998) Data Quality Measurement and Assessment, NCGIA Core Curriculum in GIScience, <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u100/u100.html>.

16. ISO 15836:2009. Information and documentation -- The Dublin Core metadata element set.
17. Jeusfeld M.A. Metadata. In: Encyclopedia of Database Systems, Springer, 2009. – pp. 1723-1724.
18. Jie Shan, Charles K. Toth. Topographic laser ranging and scanning: principles and processing. USA, CRC PRESS, 2008.
19. Kainz W. 1995 Logical consistency. In Guptill S C and Morrison J L (eds) Elements of spatial data quality. Oxford, Elsevier: 109-137.
20. Lillasand T. M., Kiefer R. W., Chipman W.J.: Remote Sensing and Interpretation. John Wiley and Sons, Inc., 2007.
21. Michael Zeiler. Modeling our world. The ESRI Guide to Geodatabase Design. Redlands, California. Environmental Systems Research Institute, Inc. 1999.
22. Muborakov X.M. Geodeziya. T.: Cho'lpon, 2007.
23. Muborakov X.M. Geodeziya. T.: Cho'lpon, 2013.
24. Oxunov Z.D. Geodeziyadan praktikum. T.: Universitet, 2009.
25. Oxunov Z.D. Topografik geodezik ishlarni avtomatlashtirish. T.: Universitet, 2009.
26. Qihao Weng: Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications, USA, 2010.
27. Roger A. Longhorn, Victoria Henson-Appolonio, and Jeffrey W. White. Legal Issues in the Use of Geospatial Data and Tools for Agriculture and Natural Resource Management, [http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53402010/Jeff White Documents/AdobeAcrobat/Longhorn2002IPRPimer.pdf](http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53402010/Jeff%20White%20Documents/AdobeAcrobat/Longhorn2002IPRPimer.pdf).
28. Rüdiger Gens: Map projections, 2006.
29. ShNK 1.02.18-09 "Syomka geodezik tarmoqlari. Qoidalar to'plami". T.: Davarxitektqurilish, 2010.
30. Stephan C. Guptill, J.Morrison. Elements of spatial data quality. 1995.
31. Task Force on Metadata. Summary Report //American Library Association. Committee on Cataloging:Description and Access. June1999.<http://www.libraries.psu.edu/tas/jca/ccda/tfmeta3.Html>
32. Thapa K. and Bossler J. 1992 Accuracy of spatial data used in geographic information systems. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 58(6): 835-841.

33. Yong-Qi Chen, Yuk-Cheung Lee: Geographic Data Acquisition, Austria, 2001.

34. Yueqin Zhu, Jiantong Zhang, Liqiu Meng, "Ethical concerns of online geoinformation services", http://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2009/html/nonref/22_3.pdf.

35. Власов И.Б. Глобальные навигационные спутниковые системы. М.: Рудомино, 2010.

36. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. М.: Картгеоцентр, 2004.

37. ГОСТ 68-3.4.1-03 Карты цифровые. Оценка качества данных. Основные положения. М.: ЦНИИГАиК, 2003.

38. ГОСТ Р 51353 – 99 ГСРФ. Геоинформационное картографирование. Метаданные электронных карт. М., 2000.

39. Фуломова Л.Х. География ахборот тизимлари ва технологиялари. 1-қисм. Т., 2010

40. Фуломова Л.Х., Сафаров Э.Ю. География ахборот тизимлари ва технологиялари. 2-қисм. Т., 2013

41. Инструкция по развитию съёмочного обоснования с применением глобальных навигационных спутниковых систем. М.: ЦНИИГАиК, 2002.

42. Инструкция по топографической съёмке в масштабе 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. М.: Недра, 1985.

43. Капралов Е.Г., Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики. В 2 кн. Кн.2. М.: Академия, 2004.

44. Коголовский М.Р., Калининченко Л.А. Концептуальное и онтологическое моделирование в информационных системах // Программирование. МАИК "Наука"/ Интерпериодика. 2009. № 5.

45. Маслов А.В. Геодезия. М.: Недра, 1980.

46. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение земельно-кадастровых работ. М.: Колос, 2008.

47. Oxunov Z.D., Abdullaev I.O'. Fotogrammetriya. T.: Cho'lpon, 2007.

48. РСТ Уз 1.1:92 ГСС Уз. Порядок разработки, согласования, утверждения и регистрации государственных стандартов Узбекистана.

49. Safarov E. Yu. Geoinformatsion kartografiya. T.: 2010.

50. Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования. М.: Каталог, 2002.
51. Середович В. А., Комиссаров А. В., Широкова Т. А.. Наземное лазерное сканирование. Новосибирск: СГГА, 2009.
52. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации и их применения. М.: Эко-Трендз, 2003.
53. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС. М.: Горячая линия – Телеком, 2005.
54. <http://www.library.uq.edu.au/papers/ctmeta4.html> Taylor C. An Introduction to Metadata. The University of Queensland, Australia.
55. <http://www.niso.org/standards/resources/UnderstandingMetadata.pdf> Understanding metadata. National Information Standards Organization (NISO), 2004
56. <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00660000044n000000> A quick tour of the Catalog window
57. http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=964&SECTION_ID=29 by Baklanov A.B. Data integration
58. <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//006m00000069000000.htm> ArcCatalog window
59. <http://www.dnotice.org.uk/system.html> 1
60. http://www.brook.edu/its/cei/cei_hp.htm

MUNDARIJA

SO‘Z BOSHI	3
------------------	---

I BOB. POZITSIRLASH ASOSLARI

1.1. Pozitsirlash mohiyati. Yer shakli va o‘lchamlari to‘g‘risida ma’lumotlar	4
1.2. Geodeziyada qo‘llaniladigan asosiy koordinatalar sistemalari.....	11
1.3. Yassi to‘gri burchakli koordinatalar sistemasi	17
1.4. Bitta koordinatalar sistemasidan boshqasiga o‘tish.....	21
1.5. Balandliklar sistemalari	26
1.6. Kartografik proyeksiyalar va ularning turlari.....	29
1.7. Gauss-Kryugerning teng burchakli ko‘ndalang-silindrik proyeksiyasi.....	38
1.8. Gauss proyeksiyasidagi xatoliklar.....	41
1.9. Gauss proyeksiyasi tekisligida chiziqlarni reduksiyalash	45

II BOB. YER USTI SYOMKALARI (GEODEZIYA):

TRIANGULYASIYADAN LAZER

SKANERLASHGACHA

2.1. Geodeziya fani, uning qisqacha tarixi va rivojlanishi	49
2.2. Yer usti syomkalari to‘g‘risida qisqacha ma’lumot	55
2.3. Syomka tarmoqlarini yaratishning zamonaviy usullari	57
2.4. Zamonaviy geodezik asboblari va texnologiyalar yordamida GAT uchun ma’lumotlar olish	62
2.4.1. Elektron taximetriya mohiyati	62
2.4.2. Elektron taximetrlar	65
2.4.3. Elektron taximetriyani bajarish texnologiyasi	71
2.4.4. Nivelirlash ishlarida elektron-raqamli nivelirlarni qo‘llash	75
2.5. Yer usti lazer skanerlash.....	86
2.5.1. Lazer skanerlarning turlari va texnik tavsiflari	86
2.5.2. Yer usti lazer skanerlarning ishlash prinsipi	92
2.5.3. Yer usti lazer skanerlash texnologiyasi	97

2.5.4. Yer usti lazer skanerlash ma'lumotlarini ishlab chiqish dasturiy ta'minotlari	101
--	-----

III BOB. GLOBAL NAVIGATSION SUN'IY YO'LDOSH SISTEMALARI YORDAMIDA MA'LUMOTLARNI OLISH. MOBIL KARTOGRAFIYA

3.1. Global navigatsion sun'iy yo'ldosh texnologiyalari va ularning ishlash prinsipi	107
3.2. O'lchash va ma'lumotlarni uzatish uchun radiosignallar	113
3.3. GNSYS da qo'llaniladigan koordinatalar sistemasi	117
3.4. O'lchashlar aniqligi va xatoliklar manbai	118
3.5. Qabul qilgichlarning turlari va texnik tavsiflari	120
3.6. GNSY bilan kuzatishlarni bajarish va ma'lumotlarni ishlab chiqish usullari	123
3.7. Kartaga olish mobil sistemasi	127

IV BOB. STEREOFOTOGRAMMETRIYA, ORTOFOTOTASVIRLAR VA MASOFADAN ZONDLASH ASOSIDA MA'LUMOTLAR OLISH

4.1. Fotogrammetriya asoslari	132
4.1.1. Suratga olishning fizik va kimyoviy jarayonlari	132
4.1.2. Aerokosmik syomkada qo'llaniladigan fotoapparatlar	138
4.1.3. Aerofotosyomka turlari	141
4.1.4. Aerofotosuratlardagi xatoliklar	147
4.2. Aerofotosuratni orientirlash elementlari	157
4.2.1. Ichki orientirlash elementlari	157
4.2.2. Tashqi orientirlash elementlari	158
4.2.3. Aerofotosuratlarni o'zaro orientirlash elementlari	160
4.3. Aerosuratlar jufti (stereojuft) to'g'risida umumiy ma'lumotlar	164
4.3.1. Stereojuftlarning geometrik mohiyati	164
4.3.2. Stereoskopiya asoslari	167
4.4. Deshifrovka qilish	172
4.4.1. Aerofotosuratlarni deshifrovka qilish usullari	172

4.4.2. Deshifrovka ishlarida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash	183
4.5. Raqamli fotogrammetriya. PHOTOMOD va uning modullari	184

V BOB. MA'LUMOTLAR INTEGRATSIYASI

5.1. Karta ma'lumotlar manbai sifatida	202
5.1.1. Kartalarni kompyuter xotirasiga kiritish yo'llari	202
5.1.2. Rastrni koordinatali bog'lash (Georeferencing)	208
5.1.3. Kartografik ma'lumotlarni qo'lda va avtomatik tarzda raqamlash	209
5.1.4. Ma'lumotlarni tekshirish	212
5.2. Ma'lumotlarning turi va tarkibi	222
5.3. Ma'lumotlar integratsiyasi	226

VI BOB. MA'LUMOTLAR INTEGRATSIYASI: KATALOGLAR VA MA'LUMOTLAR MANBAI

6.1. Kataloglar. ArcCatalog haqida ma'lumot	230
6.2. GAT tarkibini boshqarish	236
6.3. Geoma'lumotlar bazasi	237
6.4. Geoma'lumotlar bazasini boshqarish	239
6.5. Geoqaytaishlash qurollari paneli, modellar va Pythonskriptlar	243

VII BOB. MA'LUMOTLAR SIFATI VA METAMA'LUMOTLAR

7.1. Geografik axborot tizimlarida ma'lumotlar sifati	251
7.1.1. Xatolar manbalari	254
7.1.2. Ma'lumotlarni modellashtirish xatolari	256
7.2. Metama'lumotlar, ularning xususiyatlari, tasniflanishi va ifodalash vositalari	258
7.2.1. Metama'lumot atamasining ta'riflari. Metama'lumotlar bilan tavsiflanadigan resurslar	258
7.2.2. Metama'lumotlarning xususiyatlari va funksiyalari	260
7.2.3. Metama'lumotlarni tasniflash va ifodalash vositalari. Metama'lumotlarni standartlashtirish	263

7.3. Geoinformatsion kartaga olishda elektron kartalar metama'lumotlari	266
7.3.1. Elektron kartalar metama'lumotlari ta'riflari	266
7.3.2. Elektron kartalar metama'lumotlari tasnifi	268
7.4. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash	277
7.4.1. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash prinsiplari	277
7.4.2. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining miqdor va tavsif ko'rsatkichlari	281

VIII BOB. HUQUQIY JIHATLAR VA ETIKA MASALALARI

8.1. Qonuniy javobgarlik muammolari	2285
8.2. Jamoaviy foydalanish	286
8.3. Majburiyat	288
8.4. Ma'lumotlar maxfiyligi. Mualliflik huquqining himoya qilinishi.....	290
8.5. GAT etikasi haqida tushuncha	293
8.6. Elektron internet tarmoqlari	296
8.7. Tarmoqlarda qabul qilingan axloq me'yorlari. Axloqning yangi standartlari. Yangi etika masalalari	298
Glossariy	300
Adabiyotlar	307

Qaydlar uchun

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

**Z.D. Oxunov, I.O' Abdullayev,
A.S. Ro'ziyev, G.Z. Yakubov**

**MA'LUMOTLARNI OLISH VA
INTEGRATSIYALASH**

Muharrirlar: *A.Tilavov*
 A.Abduljalilov
Texnik muharrir: *Y.O'rinov*
Badiiy muharrir: *I.Zaxidova*
Musahhiha: *N.Muxamedova*
Dizayner: *Y.O'rinov*

Nash.lits. № AI 245. 02.10.2013.

Terishga 16.09.2017-yilda berildi. Bosishga 08.12.2017-yilda ruxsat etildi.

Bichimi: 60x84 1/16. Ofset bosma. «Times» garniturası. Shartli b.t. 19,75

Nashr b.t. 18,36. Adadi 400 nusxa. Buyurtma №140.

Bahosi shartnoma asosida.

«Sano-standart» nashriyoti, 100190, Toshkent shahri,
Yunusobod-9, 13-54. e-mail: sano-standart@mail.ru

«Sano-standart» MCHJ bosmaxonasida bosildi.

Toshkent shahri, Shiroq ko'chasi, 100-uy.

Telefon: (371) 228-07-94, faks: (371) 228-07-95.







«Sano-standart»
nashriyoti

ISBN 978-9943-5001-4-3



9 789943 500143