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

**Ziyo Dadojonovich Oxunov, IlxomjonO’ktamovich Abdullaev,**
**Azizjon Savriddinovich Ro’ziev, Gayrat Zaidovich Yakubov**

# MA’LUMOTLARNI OLISH VA INTEGRATSIYALASH

O’quv qo’llanma 5A311502– “Geodeziya va kartografiya (geoinformatika)” mutaxassisligiga mo’ljallangan

**TOSHKENT–2015**

*Mas'ul muharrir:* Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrasi professori, t.f.d.**E. Safarov.**

*Taqrizchilar:* Geodeziya va kartografiya Milliy markazi bosh muhandisi **X. Magdiev,**
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU geodeziya, kartografiya va kadastr kafedrasidotsenti, t.f.n.**H. Muborakov,**
TAQI geodeziya va kadastr kafedrasi dotsenti, i.f.n. **A. Babajonov.**

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 printsiplari, 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 ham foydalanishlari mumkin.

**O'quv qo'llanma TEMPUS GE-UZ– "Geoinformatika: O'zbekistonda barqaror rivojlanishga erishishni ta'minlash" loyihasiko'magida nashrga tayyorlandi.**

## SO’Z BOShI

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

Qo’llanmada pozitsirlash asoslari, ya’ni er sirtini plan, karta yoki joyning raqamli modeli sifatida tasvirlashda qo’llaniladigan koordinatalar va balandliklar sistemalari, kartografik proektsiyalar, geoaxborot tizimlari (GAT) uchun ma’lumotlar olish va yig’ish, chunonchi, er usti s’yomkalari, stereofotogrammetriya va Erni 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 ishlab chiqish va koordinatali bog’lash,ma’lumotlarni tasniflash va boshqarishda qo’llaniladigan kataloglar, ma’lumotlar va metama’lumotlar, ularningsifat ko’rsatkichlari vabaholash printsiplari, ma’lumotlardan foydalanishning huquqiy tomonlari va foydalanish etikasi masalalari bayon qilingan. Shuningdek, zamonaviy geodezik va fotogrammetrik asboblar 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 taxeometrlar, elektron-raqamli nivelirlar, fotomod stantsiyalari, er usti lazer skanerlarining ishlash printsiplari va ular bilan o’lchashlarni bajarish texnologiyalari haqida ham atroflicha ma’lumotlar keltirilgan.

Mazkur qo’llanma bu sohadagi ilk kitob bo’lganligi bois mualliflar bildirilgan barcha fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

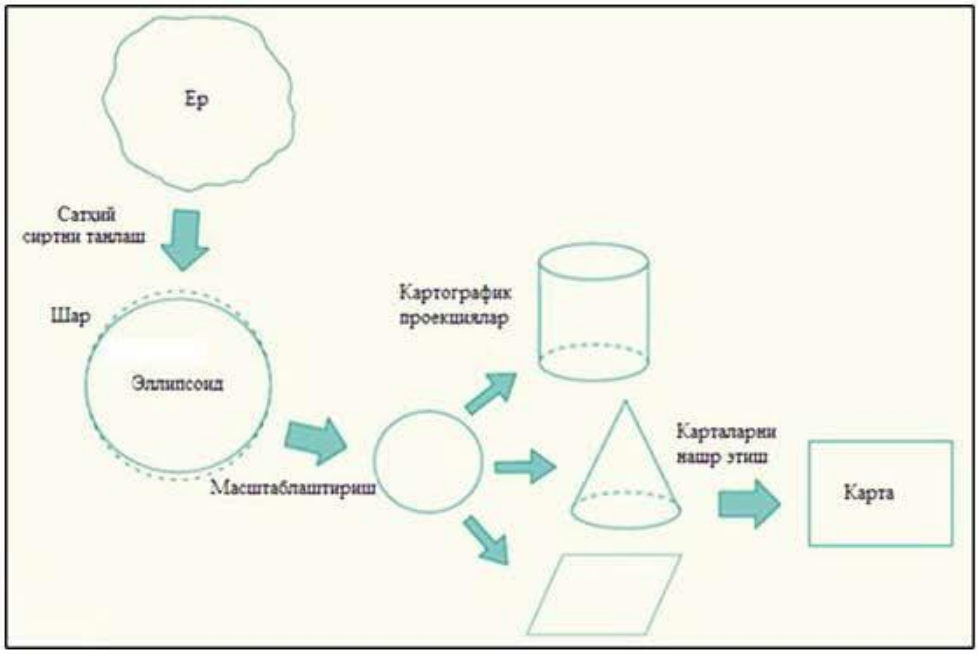
# 1-bob.POZITsIRLASh ASOSLARI

## 1.1. Pozitsirlash mohiyati. Er shakli va o'lchamlarito'g'risida ma'lumotlar

Pozitsirlash – kuzatilayotgan ob'ektlarning fazoviy-vaqtli holati parametrlarini aniqlash demakdir. Ob'ektning koordinatalari(nuqtalar orasidagi koordinatalar orttirmalari), kuzatish vaqti va boshqalar bunday parametrlar bo'libhisoblanadi.

Pozitsirlashning asosiy maqsadi er sirtida o'lchab topilgan nuqtalar va ob'ektlarning planli o'rnini qog'ozda (yoki dekart koordinatalarsistemasida) 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'yilganmaqsadga va er sirtini minimal o'zgarishlar bilan tasvirlash talabiga binoan Er shaklimatematik modelga to'g'rikeladigan shar yoki ellipsoid deb qabul qilinadi. So'ng matematik qonunlarga asoslangan kartografik proektsiya

tanlanib, er sirtida bajarilgan o'lchashlar natijalari bo'yicha nuqtalar va ob'ektlar karta va planlarda tasvirlanadi.

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

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

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

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

Ma'lumki, Er shaklini qanday ifodalash uning o'lchamlarini qanchalik aniqlik bilan hisoblab topishga bog'liqdir. Erning 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, Er shaklini Pifagor va boshqa olimlarning fikrlariga asosan matematik nuqtai nazardan hisoblashlarni osonlashtiruvchi oddiy geometrik shakl –shar deb qabul qilish mumkin. Er sirtini ifodalovchi bunday shakldan ko'pincha astronomik va navigatsion hisoblashlarda foydalaniladi. Shar Erning haqiqiy shakliga yaqin bo'lib, bir qator maqsadlarni qanoatlantirsa 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, er sirtining yassiligi tushunchasi uncha katta bo’lmagan er maydonlarini s’yomka qilishda qo’l keladi va ularning plani er egriligini hisobga olmay tuziladi. Quyidagi rasmda er 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 Erning 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, er qobig’ining haqiqiy sirtiga mos kelmaydi. Bunday sirtni faqat ko’pqamrovli gravitatsion o’lchashlar orqali aniqlash mumkin.

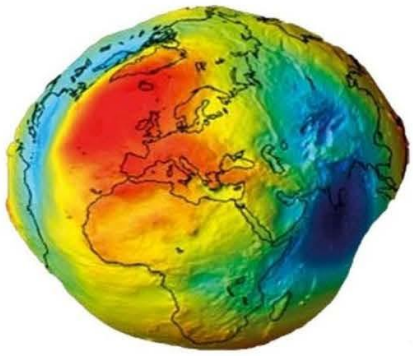
O’z ta’rifiga binoan, geoid bu barcha nuqtalarida og’irlik kuchiga normal sirt hisoblanadi. Agar Er butunlay okean suvlari bilan qoplanib, fazodagi boshqa jinslarning tortilish ta’siriga duch kelmaganida, u to’la-to’kis shar shakliga ega bo’lar edi. Amalda esa turli joylarda er sirti geoiddan ancha farq qilishi mumkin. Bunga er 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 er 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.

Er bilimi to'g'risidagi ilm-fan sohasida amalga oshirilgan tadqiqotlar Erning shakli va o'lchamlarini aniqlashda yaxshi natijalarga erishishga sabab bo'ldi.

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

1.3-rasmda keltirilgan Erning modeli uning gravitatsion o'zgarishlarini sun'iy yo'ldosh o'lchashlari orqali olingan.



*1.3-rasm.***Erning haqiqiy shakli**

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

Ta'kidlash joizki, birinchi yaqinlashishda Er shaklini shar, uning radiusini 6371,3 km deb qabul qilish mumkin. Lekin Erni shar shaklidaifodalash hisoblash aniqligi faqat 0,05% dan oshmaydigan masalalar uchun to'g'ri keladi. Shu sababli s'yomkalar va pozitsirlash uchun zaruriy sirt sifatida geoid shakliga yaqin bo'lgan boshqa matematik shakl –***ellipsoid*** qabul qilingan.Bunday geometrik shakl Erning qutblarida siqilishi va ekvatorda esa kengayishi natijasida hosil bo'lganligi tufayli geodeziyada aylanma ellipsoid deb nomlanadi.

Kosmonavtika sohasida ham Er 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 umumer ellipsoidi deb nomlanadi. Er 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$\alpha$ dan foydalaniladi.

Bundan tashqari, ellipsoidning boshqa parametrlari ham mavjud:

birinchi ekstsentrisitet

ikkinchi ekstsentrisitet

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

***Referents-ellipsoid*** –o'lchamlari aniqlangan va er sirtida ma'lum holatda orientirlangan (joylashtirilgan) ellipsoiddir. Boshqacha qilib aytganda, bunday ellipsoidning sirti geoid sirti bilan faqat Erning qaysidir bir qismida eng mos keladi, ya'ni referents-ellipsoidning shakli alohida davlat yoki bir qancha davlatlarning hududlari uchun mos keladigansirt hisoblanadi.

Odatda, referents-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'zbekistondaKrasovskiy referents-ellipsoidi qabul qilingan. 1.1-jadvalda referents-ellipsoidlar va ularning parametrlari keltirilgan.

*1.1-jadval*

**Referents-ellipsoidlar va ularning parametrlari**

| T/r | Referents - ellipsoidlar | Yil | Mamlakatlar | $a$ , m | 1/$a$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Delambr | 1810 | Frantsiya | 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. | Xeyford | 1910 | Evropa, Osiyo,Janubiy Amerika | 6 378388 | 297,0 |
| 6. | Krasovskiy | 1940 | SSSR, Rossiya, MDH davlatlari, Sharqiy Evropa | 6 378245 | 298,3 |

Umuman olganda, Er tanasida orientirlangan referents-ellipsoid quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

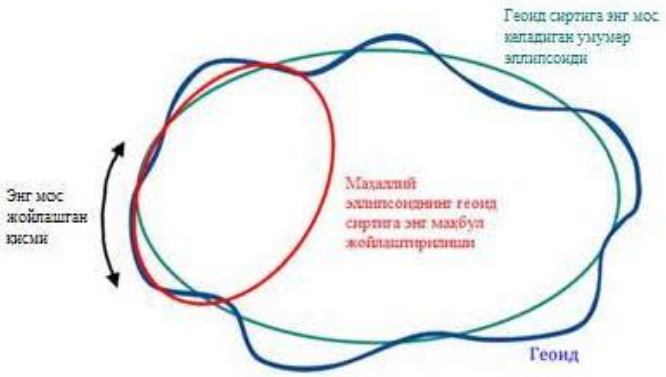
- ellipsoidning kichik yarim o'qi Erning aylanish o'qiga parallel bo'lishi;
- berilgan mintaqa hududida ellipsoidning sirti iloji boricha geoid sirtiga yaqin joylashishi kerak.

Referents-ellipsoidni Er 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 er ellipsoidi sirti deb aytiladi. Umuman olganda, geoidning meridional egri sirti dengiz va okeanlarning o'rtacha sathiga yaqin bo'lganligi tufayliunga hajmi bo'yicha eng mos sirt er ellipsoidi hisoblanadi.

Geodeziyaning global masalalari uchun umumer ellipsoidi ideal asos bo'lib xizmat qilsa, er qobig'idagi harakatlarni o'lchash va shunga o'xshash boshqa masalalarni hal etishda mahalliy ellipsoidlar (referents-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 umumer ellipsoidining mahalliy ellipsoid bilan bog'lanishi ko'rsatilgan.




*1.4-rasm.***Umumer va mahalliy ellipsoidlar orasidagi bog'lanish**

Aytish joizki, ilgari umumer ellipsoidining parametrlari an'anaviy er ustidagi o'lchashlar bilan o'rganilgan bo'lsa, hozirgi kunda erning sun'iy yo'ldosh geodeziyasi orqali Erning shakli va o'lchamlari aniqlanib, o'rnatilgan parametrlarga aniqlik kiritildi.

Ma'lumki, umumer ellipsoidi Erning tanasiga quyidagi shartlarni qanoatlantirgan holda orientirlanishi lozim:

- kichik yarim o'q Erning aylanish o'qiga to'g'ri kelishi;
- ellipsoid markazi Er 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 $\sum_{n=0}^{\infty} h_i^2 = \min$.

Umumer ellipsoidini Er tanasiga orientirlashda referents-ellipsoidga o'xshash geodezik boshlang'ich qiymatlarni kiritish shart emas.

*1.2-jadval*

**Zamonaviy umumer ellipsoidlari va ularning parametrlari**

| Nomla-nishi | O'rna til-gan yili | Mam-lakat/ Tashki lot | Katta yarim o'q,$a$, m | Aniqli gi,$m_a$, m | Siqilish, $1/\alpha$ | Aniq-ligi,$m_\alpha$ | Izoh |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GRS-80 | 1980 | IUGG) | 6 378137 | ±2 | 298,257222 | ±0,001 | (ingl.Geodetic ReferensSystem, 1980– Geodezik referents 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 | 298,257223 3 | ±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 | ±0,001 | (Parametri Zemli, 1990 – Er 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)– Er aylanishi Xalqaro xizmati (EAXX) tomonidan yuqoriuzunlik asoslari bilan radiointerferometriya (YuUAR) kuzatishlarni ishlab chiqish uchun tavsiya etilgan |

## 1.2. Geodeziyada qo'llaniladigan asosiy koordinatalar sistemalari

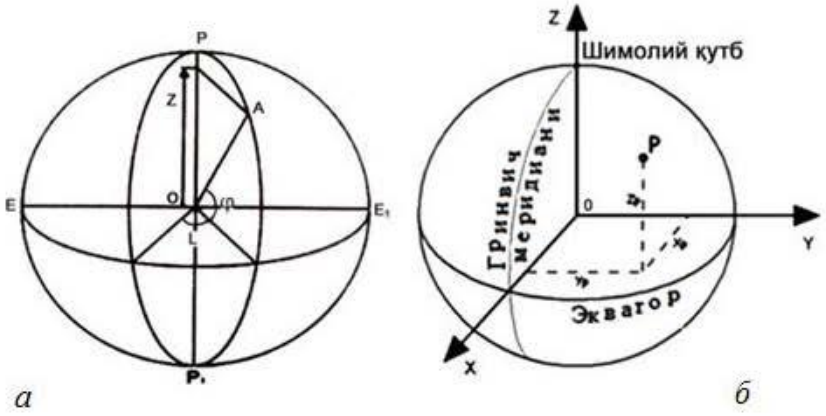
Er sirtida nuqtalar va ob'ektlar o'rnini aniqlash uchun to'g'riburchakli (tekislikda – ikki o'lchamli va fazoda – uch o'lchamli) koordinatalar sistemalaridan foydalaniladi.

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

Geotsentrik koordinatalar sistemasida koordinatalar boshi deb umumer ellipsoidi markazi (Er massasining markazi) qabul qilingan, uning $Z$ o'qi Erning aylanish o'qi bilan birlashtirilgan. Ushbu sistema er sirtining katta qismlarida yoki

Erning har qanday shakliga bog'liq geodezik masalalarni hal etishda qo'llanadi (masalan, kosmik geodeziyada).

O'z navbatida, geotsentrik koordinatalar sistemasi sferik (ellipsoidal) va fazoviy to'g'riburchakli koordinatalar sistemalariga bo'linadi (1.5-rasm). Sferik geotsentrik koordinatalar sistemasida $A$ nuqtaning o'rni ellipsoid sirtida geodezik uzoqlik $L$ va geotsentrik kenglik $\varphi$ bilan aniqlanadi (1.5-rasm, $a$).




*1.5-rasm.* **Geotsentrik koordinatalar sistemasi:**
*a– ellipsoidal; b–to'g'ri burchakli*

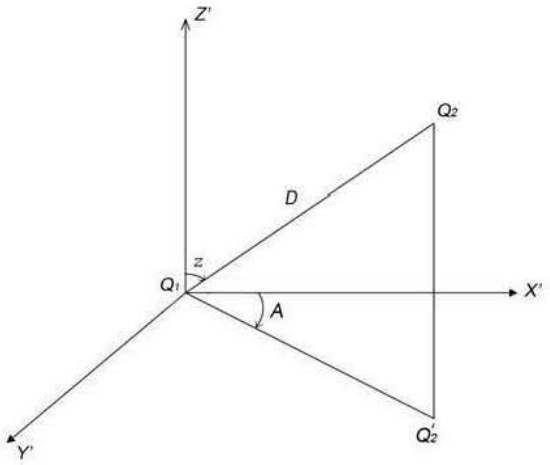
Topotsentrik koordinatalar sistemasi deb er sirtida yoki Erga yaqin fazoda kuzatish nuqtasi bilan koordinatalar sistemasining boshi to'g'ri keladigan sistemaga aytiladi.

Topotsentrik (milliy) koordinatalar sistemasida ellipsoid shunday joylashtiriladiki, berilgan hudud uchun ellipsoid sirtining geoid sirtidan chetlanishi minimal bo'lsin. Shunda Erning boshqa tomonda chetlanishi ma'lum darajada ko'p qiymatga ega bo'lib, referents-ellipsoid markazi er massasining markazidan ancha surilgan bo'lishi mumkin. Topotsentrik (milliy) sistemalarga misol qilib SK-42, SK-95 va boshqalarni keltirish mumkin.

Topotsentrik koordinatalar sistemasi gorizontal va ekvatorial sistemalarga bo'linadi.

Topotsentrik gorizontal koordinatalar sistemasida asosiy koordinata tekisligi sifatida er ekvatoriga parallel tekislik qabul qilingan.

Agar topotsentrik gorizontal koordinatalar sistemasida (1.6-rasm) $Q_1$nuqtasida $Z'$ o'qi ellipsoid sirtiga tushirilgan normalga mos kelsa, unda geodezik koordinatalar sistemasiga, agar $Z'$ o'qi $Q_2$ nuqtaning shovun chizig'i bo'yicha mos kelsa – astronomik koordinatalar sistemasigaega bo'lamiz.Ushbu sistemalar ellipsoid sirtidagi normaldan shovun chizig'ining chetlanishi bilan o'zaro bog'liqdir.



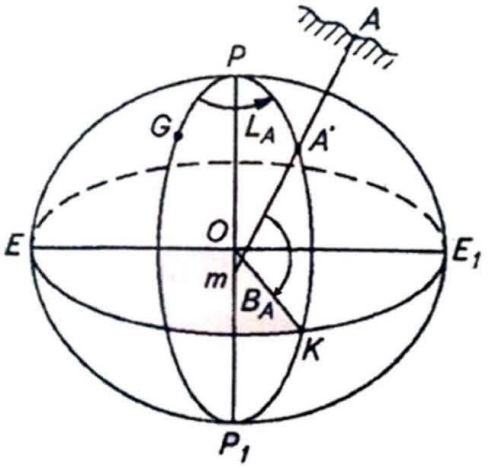

*1.6-rasm.* **Topotsentrik gorizontal koordinatalar sistemasi**

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; umumer ellipsoidi parametrlari; Erning gravitatsion maydoni modelining tavsifi bilan birga kvazigeoid balandliklari, og'irlik kuchlari va shovun chizig'idan chetlanishlar anomaliyasi hamda umumer ellipsoidi va Krasovskiy referents-ellipsoidi sirtidan kvazigeoid balandligi kartalari.

P3-90 deb nomlangan "Er parametrlari" sistemasi Rossiyada 1990 yilda kiritilgan bo'lib, unda er sirtidagi nuqtalar o'rni fazoviy to'g'riburchakli yoki geodezik koordinatalar sistemasida aniqlanishi mumkin. O'zbekistonda esa hanuzgacha nuqtalar o'rni Krasovskiy referents-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 umumer ellipsoidiga (UEE) taalluqli bo'lib, uning markazi Er massasining markazi bilan to'g'ri keladi. Bu sistemada nuqtalar va ob'ektlar 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 Grinvich observatoriyasidan o'tuvchi meridian qabul qilingan. UEEda boshlang'ich meridianning tekisligi geotsentrik to'g'riburchakli 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***, erning sirti bilan tekislikning kesishishidan hosil bo'lgan chiziqqa esa ***ekvator chizig'i*** deyiladi. Ekvator tekisligi UEEda geotsentrik koordinatalar sistemasidagi *XOY* tekisligiga mos keladi.

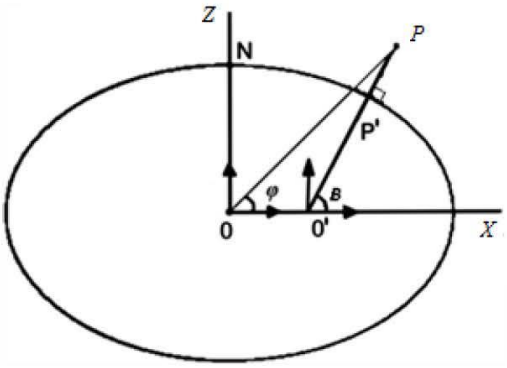
Nuqtaning fazoviy o'rni UEEga nisbatan geodezik koordinatalar:geodezik kenglik –*V*, geodezik uzoqlik – *L*, geodezik balandlik –*N* qiymatlari orqali aniqlanadi.

Geodezik kenglik *V*– er sirtida berilgan nuqtadan ellipsoid sirtiga o'tkazilgan normal va ekvator chiziqlari orasidagi o'tkir burchak, geodezik uzoqlik *L*–Grinvich (boshlang'ich) meridian tekisligi va berilgan nuqtadagi meridian tekisligi orasidagi

ikki qirrali burchak,geodezik balandlik $N$ esa er 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 er ustida masofa va burchaklarni o'lchab geodezik s'yomka natijasida topiladi. S'yomka 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 $R$ nuqtada joylashgan. $R'$– ellipsoid nuqtasi va u bo'yicha o'tkazilgan $RR'$ 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 $V$, $L$ va $N$ koordinatalar orasidagi bog'lanishlarni quyidagicha ifodalash mumkin:

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

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

$$\left.\begin{array}{c} N = \dfrac{a}{\sqrt{1 - e^2}} \sin B \\ e^2 = 2\alpha - \alpha^2 \end{array}\right\}, \qquad (1.2)$$

bu erda α–ellipsoid siqilishi.

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

Ta'kidlash joizki, geodezik koordinatalar $V$ 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

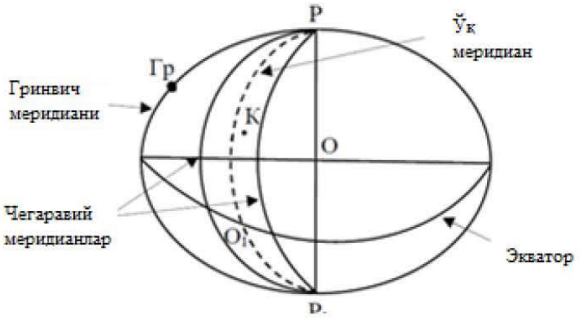
Kundalik topografik-geodezik ishlar – topografik va kadastr s'yomkalari, muhandislik inshootlari va ob'ektlarni loyihalash, qurish va foydalanishni geodezik ta'minlash maqsadlarida fazoviy geodezik koordinatalardan foydalanish murakkab va noqulaylik tug'dirishi mumkin. Bunda yassi to'g'riburchakli koordinatalar sistemasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Buning uchun geodezik koordinatalar $V$, $L$ 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 proektsiyalar" deb ataluvchi matematik qoidalar bo'yicha umumer ellipsoidi (referents-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 proektsiyasideb nomlangan ko'ndalang-tsilindrik tengburchakli kartografik proektsiya qo'llanadi va unga mos davlat koordinatalar sistemasi (masalan, O'zbekistonda SK-42) qabul qilinadi.

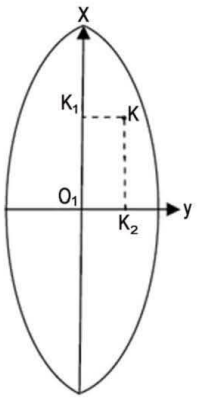
Ushbu proektsiyaga ko'ra er sirti Grinvich meridianidan boshlab uzoqlik bo'yicha har 6 yoki 3 gradusdan zonalarga bo'linadi. Zonaning o'rtasidan o'tuvchi meridianga zonaning o'q meridiani deyiladi.

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




*1.9-rasm.* **Ellipsoid sirtining zonalarga bo'linishi**

Gauss-Kryuger proektsiyasida aynan ellipsoid sirtini tekislikda tasvirlashda zonalarning 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).




*1.10-rasm.* **Gauss-Kryuger proektsiyasida alohidazonaning tekislikda tasvirlanishi**

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

Ushbu koordinatalar sistemasi va proektsiyasining afzalliklariga quyidagilarni kiritish mumkin:

- proektsiyaning tengburchakligi tufayli burchaklarni tasvirlashning xatosizligi;
- Gauss-Kryuger proektsiyasida zonalar bir xil bo'lib, koordinatalar sistemasining bog'lanishi va o'lchangan qiymatlarni tekislikka reduktsiyalash uchun qo'llaniladigan formulalar zonaning nomeriga bog'liq emasligi;
- bitta zonaning ichida har qanday nuqtaning o'rni $X$abstsissa 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, erdan foydalanish masalalarining echimini ancha osonlashtirishga imkon berdi. Shuning uchun kundalik ishlarda buasosiy sistema hisoblanadi.

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

- ushbu koordinatalar sistemasida parallellar bo'yicha cho'zilgan va katta maydonlarni egallagan (bir necha zonalarda joylashgan) ob'ektlarda dala o'lchash natijalarini matematik ishlab chiqishda qiyinchiliklar paydo bo'ladi;
- haqiqiy to'g'ri burchakli koordinatalar nuqta er sirtining qaysi joyida joylashganligi to'g'risida ma'lumot beraolmaydi, chunki u har qanday 60 ta olti gradusli zonalarning birida joylashishi mumkin.

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

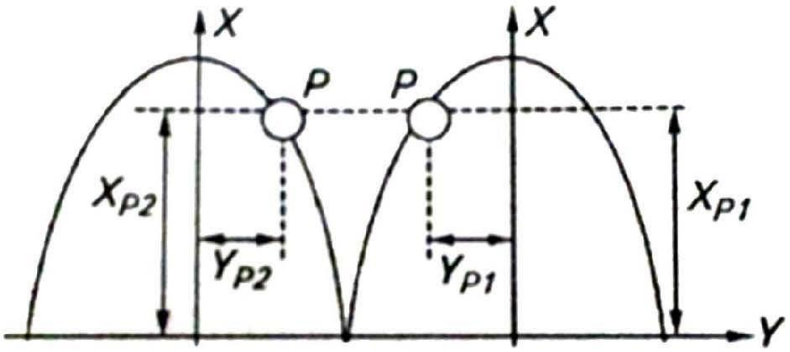
Bundan tashqari, berilgan nuqta koordinatalari bo'yicha qaysi zonada joylashganligini bilish uchun uning ordinata qiymati oldiga zona nomeri yozib qo'yiladi. Masalan, 7-zonada $A$ va $V$ nuqtalarning haqiqiy ordinatalari$Y_A$= +15345 m, $Y_V$= - 205731 m bo'lganda, nuqtalarning shartli ordinatalari $Y_A$= 7515345 m, $Y_V$= 7294269 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$V_r$ va $L_r$ ga teng bo'lsin.Ushbu nuqtani tekislikda tasvirlagan yassi to'g'ri burchakli koordinatalari (1.11-rasm) qiymatlari $X_{r1}$ va $Y_{r1}$ni tashkil qilsin. Aynan ushbu nuqta ikkinchi sistemada $X_{r2}$ va $Y_{r2}$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, $X_{r1}$ va $Y_{r1}$ koordinatalari ma'lum va $R$ nuqtaning koordinatalarini ikkinchi zonaning koordinatalar sistemasida aniqlash talab qilinsin (bu masala amalda ko'p talab qilinadi).




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

Buning uchun ma'lum yassi to'g'ri burchakli koordinatalar $Xr_1$ va $Yr_1$bo'yicha $V_{r1}$ va $L_{r1}$ geodezik koordinatalari hisoblanadi. Keyin tegishli zonalarning o'q meridianlari uzoqliklari farqini hisobga olgan holda topilgan geodezik koordinatalardan foydalanib, $R$ nuqtaning $X_{r2}$ va $Y_{r2}$ yassi to'g'ri burchakli koordinatalari faqat ikkinchi "chap" zona sistemasida (1.11-rasmda tasvirlangan) aniqlanadi.

## 1.4. Bitta koordinatalar sistemasidan boshqasigao'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 proektsiyalarning o'zgarishiga***geografik o'zgartishlar*** deb aytiladi.

Koordinata sistemalari o'zgartishining 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 usuluncha katta bo'lmagan hududlardagi ishlar uchun mos keladi va o'zgartish jarayonida yuz beradigan xatoliklar berilgan boshlang'ich qiymatlardan kichik bo'ladi.

O'zgartishning 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'zgartish aniqligini oshirish uchun Gelmert usulidan foydalaniladi. Ushbu usuletti 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'zgartish usullarini quyidagicha tasniflash mumkin:

1. Uchta parametr bo'yicha $-\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$, ikkita koordinatalar sistemalari markazlarining chiziqli siljishini ko'rsatuvchi qiymatlar, m.
2. Beshta parametr bo'yicha $-\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$, $\Delta\alpha$, $\Delta\alpha$, bu erda $\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$ – uchta o'q bo'yicha ikkita koordinatalar sistemalari markazlarining chiziqli

siljishlari, m; $\Delta a$ –ellipsoidlar katta o'qlari orasidagi farq; $\Delta\alpha$ – ikkita ellipsoid siqilish qiymatlarining farqi.

3. Ettita parametr bo'yicha –$\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$, $R_x$, $R_y$, $R_z$, $\Delta S$, bu erda $\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$ – 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 $\omega$ (omega), $\varphi$ (fi) va $\kappa$ (kappa); $\Delta S$ – 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 → geotsentrikdan geotsentrikka → geotsentrikdan geografikka.

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

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

. (1.3)

Position Vector, Coordinate frame rotation o'zgartish usullari etti parametrdan iborat Gelmert usuliga asoslangan holda o'zgartishlarni Bursha-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 erda$X_s$, $Y_s$, $Z_s$– boshlang'ich koordinatalar sistemasidagi nuqtaning koordinatalari;

$X_t$, $Y_t$, $Z_t$ – oxirgi koordinatalar sistemasidagi nuqtaningkoordinatalari;

$\Delta X$, $\Delta Y$, $\Delta Z$ – 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 | $M$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Qiymatlar** | -1,08 ±0,2 | -0,27± 0,2 | 0,9±0,2 | 0 | 0 | -0,16 ± 0,01 | $(-0,12 \pm 0,6)10^{-6}$ |

O'zbekistonda hanuzgacha SK-42 koordinatalar sistemasidan foydalanib kelinmoqda, biroq barcha sun'iy yo'ldoshqabul qilgichlariWGS-84 sistemasida ishlaganligi tufayli WGS-84koordinatalar 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.

*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 parametr bo'yichao'zgartish) | 23,9 | -141,3 | -80,9 | 0 | -0,35 | -0,16 | -0,12 |
| ArcView, ERDAS ImaginedagiProjection Utility (Molodenskiy o'zgartishi) | 28 | -130 | -95 | - | - | - | - |
| ERDAS Imagine (7 ta parametrbo'yicha o'zgartish) | 27 | -135 | -84,5 | 0 | 0 | -0,2686 | 0,2263 |
| Image Processor (7 ta parametr bo'yicha o'zgartish) | 24 | -123 | -94 | 0,02 | -0,25 | -0,13 | 1,1 |

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

*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″ |
| $H_{\text{геод}}$ | 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 |

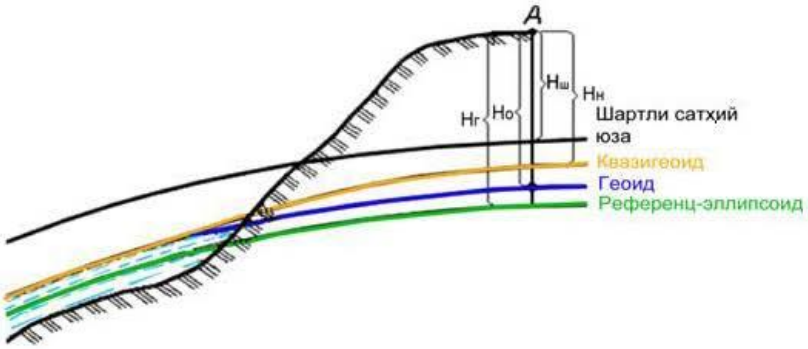
## 1.5. Balandliklar sistemalari

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

Geodeziyada er sirtidagi nuqtalar balandligini aniqlash uchun boshlang'ich sirt sifatida asosiy sathiy yuza –***geoid*** qabul qilingan. Ushbu sathiy yuzaga nisbatan geodezik o'lchashlar orqali er 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 $N_o$– geoid sirtidan er sirtidagi nuqtaga shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan vertikal masofa.

Geodezik balandlik $N_g$– referents-ellipsoid sirtidan er sirtidagi nuqtagacha normal chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan vertikal masofa.

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

Normal balandlik $N_n$ geodezik balandlik $N_g$ bilan quyidagi ifoda orqali bog'lanadi:

$$N_n = N_g + £, \qquad (1.5)$$

bu erda £– balandliklar anomaliyasi (referents-ellipsoiddan kvazigeodning balandligi).

Umumer ellipsoidi yoki referents-ellipsoiddan kvazigeoidning balandligi Erning gravitatsion maydoni modellariga muvofiq hisoblanadi.

Umumer ellipsoidi va Krasovskiy referents-ellipsoididan kvazigeodning balandligi to'g'risidagi ma'lumotlar tegishli karta-sxemalar ko'rinishida 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 er 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 Evropaning balandliklari va chuqurliklari o'lchalanadi), Marsel

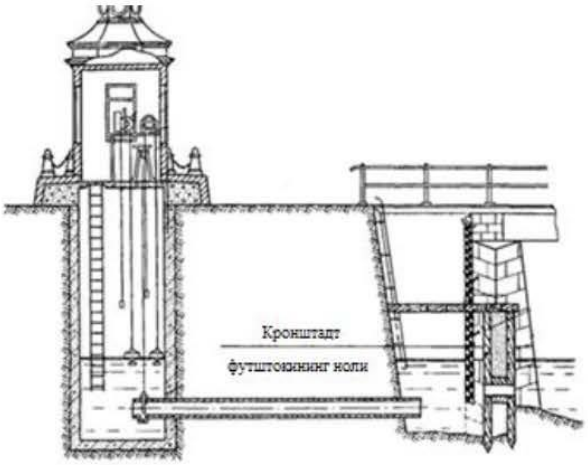
futshtoki (u bilan balandlik O'rtaerdengizi sathiga nisbatan aniqlanadi) ham mavjudligini ta'kidlash lozim.

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 gorizontal 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.



*1.14-rasm.***Kronshtadt futshtokining konstruktiv tuzilishi**

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

***Normalhohennull*** – 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 Evropa 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 ob'ektlar o'rnini aniqlashga oid yanadaqulay 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 prognoz qilish mumkin.

## 1.6. Kartografik proektsiyalar va ularning turlari

Kartografik proektsiya – bu ellipsoid (sfera)dagi nuqtalar va ularningtekislikdagi tasviri koordinatalari orasidagi analitik bog'lanishni o'rnatuvchi, ya'ni bir sirtni boshqa sirtda tasvirlashusuli hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, kartografik proektsiya tekislikka er sirtini tasvirlash usuli hisoblanib, kartalarni tuzish uchun xizmat qiladi.

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

Barcha kartografik proektsiyalarda er sirti tekislikda ma'lum darajadagi xatoliklar bilan tasvirlanadi. Turli proektsiyalar turli xatoliklarni beradi. Kartaning maqsadi va xatoliklarning yo'l qo'yilgan darajasiga qarab tegishli kartografik proektsiya tanlanadi.

Kartografik proektsiyalar turli xususiyatlarga ko'ra tasniflanishi mumkin:

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

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

1) tengburchakli yoki konform;
2) tengo'lchamli yoki ekvivalent (teng maydonli);
3) tengoraliqli(ekvidistant);
4) ixtiyoriy.

Tengburchakli proektsiyalarning asosiy xossalari – bu kartada tasvirlangan kichik shakllarning er sirtidagi tegishli shakllarga o'xshashligini saqlash hisoblanib, bunda burchaklar o'zgarmaydi. Tengburchakli proektsiyalar turiga Merkator, Gauss, stereografik proektsiyalar kiradi.

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

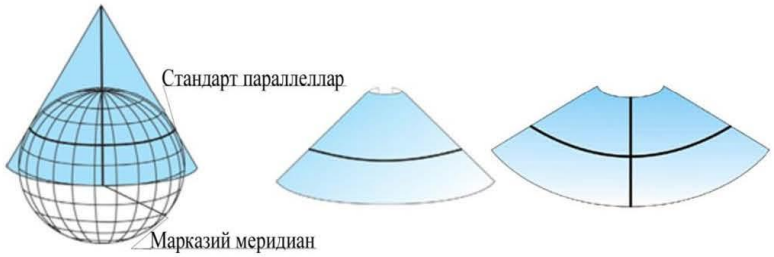
Teng oraliqli proektsiyalarda bosh yo'nalishlardan biri bo'yicha masshtabning doimiyligi saqlanadi va u 1 ga teng, lekin burchaklar va yuzalar o'zgaradi.

Ixtiyoriy proektsiyalarda turli xatoliklar yuz beradi.

Normal kartografik to'rdagi meridianlar va parallellar turi bo'yicha proektsiyalar quyidagi asosiy guruhlarga bo'linadi:

- konusli;
- tsilindrik;
- azimutal;
- ixtiyoriy.

***Konusli proektsiya.*** Bu proektsiyada normal to'rning meridiani to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi. Ular konus nuqtasi yoki uchida kesishib, konus sirtiga proektsiyalanadi. Parallellar esa normal to'rda kontsentrik doiralar bilan tasvirlanadi va ular meridianlar kesishgan nuqtasida umumiy markazga ega bo'ladi(1.15-rasm).

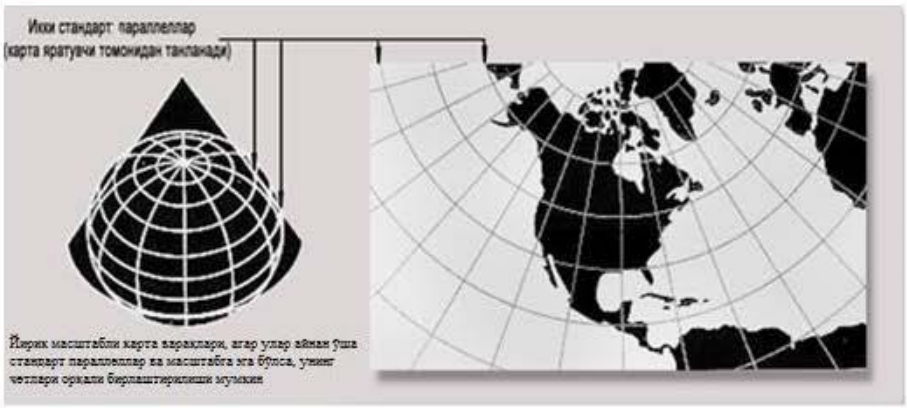



*1.15-rasm.***Konusli va kesishgan konusli proektsiyalar**

Kesishgan konusli proektsiya ikki standart parallellar bilan aniqlanadi. Ushbu proektsiyalar 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.

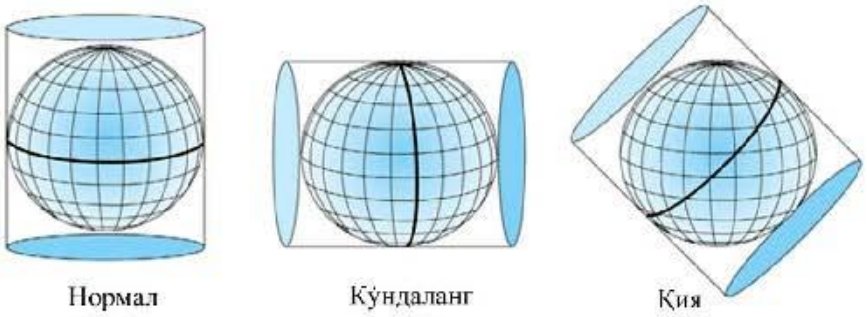
Bugungi kunda AQShda konusli proektsiya eng keng qo'llaniladigan kartografik proektsiyalardan biri hisoblanadi.

Kesishgankonusli proektsiyaga misol 1.16-rasmda keltirilgan.




*1.16-rasm.***Kesishgan konusli proektsiya**

***Tsilindrik proektsiya.*** Ushbu proektsiyada 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 tsilindrik proektsiyalar qo'llaniladi (1.17-rasm).




*1.17-rasm.***Tsilindrik proektsiyalar turlari**

Ko'ndalang-tsilindrik proektsiyaga Merkator (1569) va Gauss (1820) proektsiyalari misol bo'la oladi.

Tsilindrik proektsiyalarda burchaklar o'zgarmaydi, lekin katta shakllar va yuzalar o'zgaradi va o'zgarish ekvatordan qutblarga qarab oshib boradi. Bunday proektsiyalar konform hisoblanib, ularda katta bo'lmagan hududlarda burchak va shakllar o'zgarmaydi.

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

Tsilindrik proektsiyaning turi bo'lgan Merkator proektsiyasi 1.18-rasmda keltirilgan.




*1.18-rasm.***Merkator normal tsilindrik proektsiyasi**

***Azimutal proektsiya.*** Bunday proektsiyalarda parallellar kontsentrik doiralar bilan tasvirlanadi, meridianlar esa ularning radiusi hisoblanadi.

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




*1.19-rasm.***Azimutal proektsiyalar turlari**

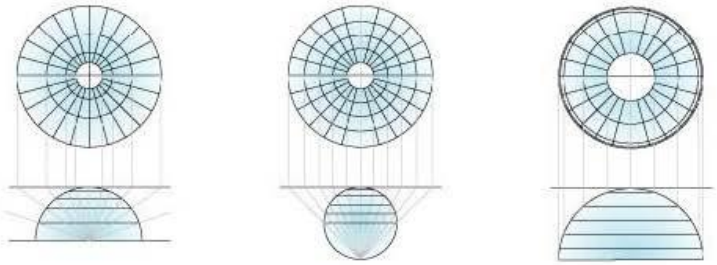
Ushbu proektsiyalardan qaysi birini tanlash tasvirlanadigan hududning joylashishiga bog'liq. Chunonchi, qutbiy hududlarni tasvirlashda – qutbiy proektsiya, g'arbiy va sharqiy yarimsharlarni tasvirlashda – ekvatorial, dumaloq shakllarni tasvirlashda esa qiya proektsiya qo'llaniladi.

Azimutal yassi proektsiyadagi markaziy nuqtadan tarqalib ketgan barcha chiziqlar bo'ylab masshtab kichiklashib boradi. Markaziy nuqtadan o'tuvchi to'g'ri

chiziq katta doira hisoblanadi. Bunday proektsiyalarda konturlar yuzalari va shakllar o'zgaradi va markaziy nuqtadan uzoqlashgan sari o'zgarishlar oshib boradi.

Qutbiy proektsiyada ekvator va boshqa barcha parallellar bo'ylab masofa o'zgarmaydi.

*Maxsus (qutbiy) tekislikdagi proektsiyalar.*Bunday proektsiyalarga gnomik, stereografik va orfografik proektsiyalar kiradi (1.20-rasm).

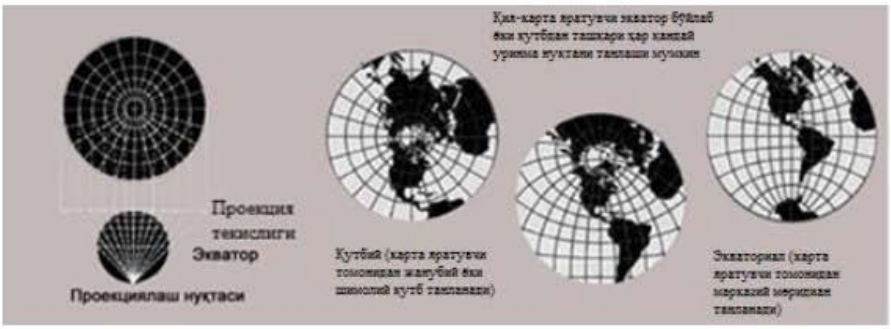


Gnomik StereografikOrfografik

*1.20-rasm.***Maxsus (qutbiy) proektsiyalar turlari**

Gnomik proektsiyalarda nuqtalarning tutashishi Erning markazi bo'ladi, ularda masshtab saqlanadi, meridianlar va parallellar esa kesishadi, teng burchakli va teng o'lchamli proektsiya hisoblanadi.

Stereografik proektsiyalarda (1.21-rasm) nuqtalar tutashishi proektsiyaning markaziga teskari bo'lib, masshtabi saqlangan holda tengburchakli hisoblanadi va ularda meridian va parallellar kesishadi.




*1.21-rasm.***Stereografik proektsiya**

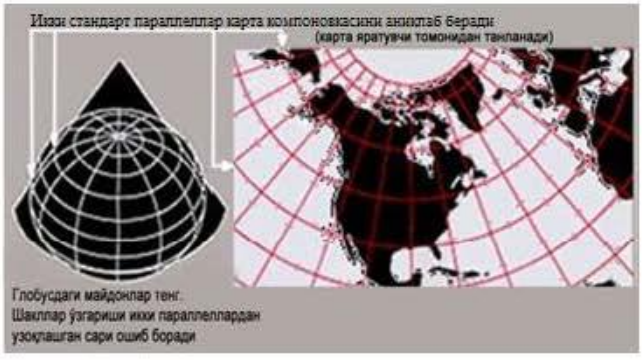
Orfografik proektsiyalarda (1.22-rasm) nuqtalar tutashishi shunchalik uzoqlashganki, nurlar parallellikka intiladi. Ularda masshtab faqat proektsiyaning markazida saqlanib, teng burchakli va teng o'lchamli proektsiya hisoblanadi.




*1.22-rasm.***Orfografik proektsiya**

***Konusli tengburchakli va tengo'lchamli proektsiyalar.*** Bunday proektsiyalarga misol qilib Lambert va Albers proektsiyalarini keltirish mumkin. Lambert proektsiyasi tengburchakli 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 proektsiyasi esa teng o'lchamli bo'lib, unda maydonlar yuzasi o'zgarmaydi va u qutbga yaqin parallellarda joylashgan hududlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan. Hozirgacha ushbu proektsiya AQSh da juda keng qo'llaniladi (1.23-rasm).

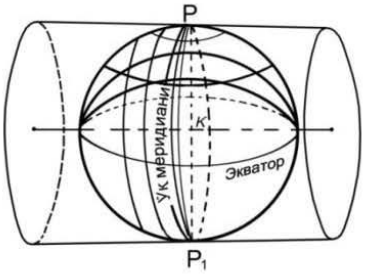



*1.23-rasm.***Albers proektsiyasi**

## 1.7. Gauss-Kryugerning teng burchakli ko'ndalang-tsilindrik proektsiyasi

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

Kartografik proektsiyalar turlariga ko'ra Gauss-Kryuger proektsiyasi o'rta meridianga nisbatan simmetrik, tengburchakli va tengo'lchamlihisoblanadi. Gauss-Kryuger proektsiyasi Universal Transverse Mercator (UTM) proektsiyasiga o'xshab ko'ndalang-tsilindrik proektsiyalar turiga kiradi. Ko'ndalang-tsilindrik proektsiyani hosil qilish uchun er sirti dastlab tsilindrning yonlama sirtiga proektsiyalanadi (1.24-rasm), keyin tekislikka yoyiladi (1.25-rasm).




*1.24-rasm.* **Gauss-Kryuger ko'ndalang-tsilindrik proektsiyasi**




*1.25-rasm.***Gauss proektsiyasida zonaning tasviri**

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

Proektsiyaning mohiyati quyidagilardan iborat: Erning sirti uzoqlik bo'yicha har $6^0$ dan meridianlar bilan zonalarga bo'linadi. Har bir zona tsilindr sirtiga o'zining o'rta (o'q) meridiani bo'yicha sharga urinma qilib proektsiyalanadi. 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 erda n – zonaning nomeri.

Er sirtini zonalarga bo'lib, uni Gauss proektsiyasida tekislikda tasvirlash sababi nuqtaning o'q meridianidan uzoqlashishi bilan uning kartadagi o'rni

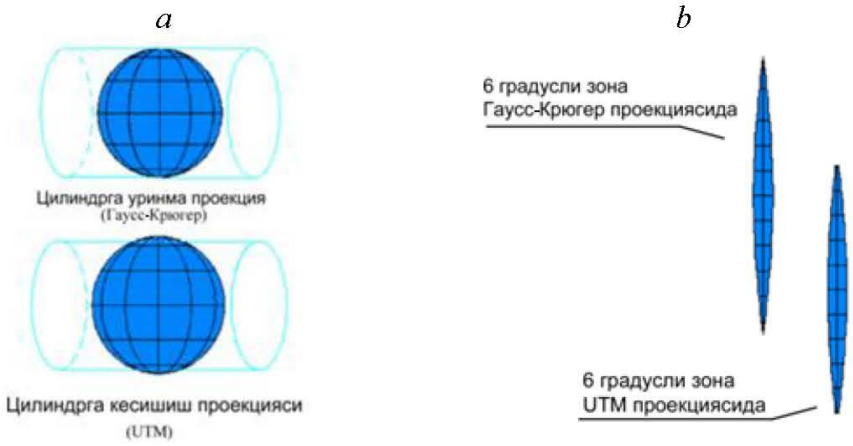
xatoligi oshib borishidir. Shuning uchun yirikmasshtabli kartalarni tuzishda $6^0$ dan $3^0$ li zonalarga o'tiladi. 1:10000 va undan maydamasshtabli kartalarni tuzishda olti gradusli zonalar, 1:5000 va undan yirikroq masshtabdagi planlarni tuzishda esa uch gradusli zonalar qo'llaniladi.

Har bir zona Gauss proektsiyasida matematik qonunga asosan tsilindrning yonlama sirtiga proektsiyalanib, so'ng tekislikka yoyiladi va Gauss proektsiyasida zonaning tasviri hosil qilinadi (1.25-rasm). Ushbu rasmdan ko'rish mumkinki, Gauss proektsiyasida 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 proektsiyasida tekislikdagi eng oddiy to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi qo'llaniladi, shunda har bir zona o'z sistemasiga ega bo'lib, abstsissa o'qiga o'q meridian, ordinata o'qiga esa ekvator chizig'i qabul qilinadi.

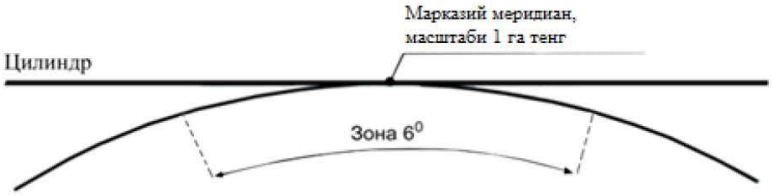
Gauss-Kryuger proektsiyasi mohiyatini yana ham yaxshiroq tushunish uchun ko'ndalang-tsilindrik proektsiya turiga kiradigan teng burchakli ko'ndalang-tsilindrik Merkator (UTM) proektsiyasi orasidagi farqlarni qo'rib chiqamiz.

1) Gauss-Kryuger proektsiyasi tsilindrga ***urinma proektsiya***, UTM proektsiyasi esa tsilindrga ***kesishish proektsiyasi*** hisoblanadi. Ushbu farqni 1.26-rasmda yaqqol ko'rish mumkin.



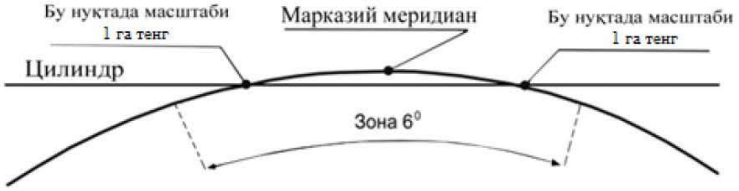

*1.26-rasm.* **Gauss-Kryuger va UTM proektsiyalari**

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




*1.27-rasm.* **Gauss-Kryuger proektsiyasida tsilindr chizig'ining joylashishi**

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




*1.28-rasm.* **UTM proektsiyasida tsilindr chizig'ining joylashishi**

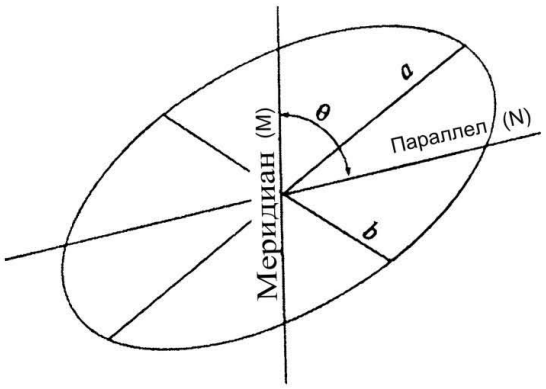
Ushbu proektsiyalarning macshtablari faqat nuqtaning o'rniga bog'liq bo'lib, yo'nalishlarga bog'liq emas. Kenglik $\varphi$ va uzoqlik $\lambda$ qiymatlarining o'zgarishi bilan proektsiyaning masshtabi ham o'zgaradi (odatda u markaziy nuqtadan yoki proektsiya chizig'idan uzoqlashib borishiga ko'ra oshib boradi). Joydagi burchak qiymati har doim kartadagi burchak qiymatiga teng.

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

## 1.8. Gauss proektsiyasidagi xatoliklar

***Gauss proektsiyasida chiziq uzunligining o'zgarishi.*** Ma'lumki, tengburchakli proektsiyalarda er sirtidagi geometrik shakllarningburchaklari o'zgarmaydi. Bundan tashqari, Gauss proektsiyasida 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 nomlangancheksiz 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

bilanmos 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 proektsiyasida $S_g$deb ifodalasak, unda Gauss proektsiyasida chiziq uzunligini tasvirlash masshtabi $m$ ni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m = \frac{S_г}{S}. \qquad (1.6)$$

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

$$\frac{S_г - S}{S} = \frac{\Delta S}{S} = m - 1. \qquad (1.7)$$

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 Er shaklini shar deb qabul kilib, unda o'q meridian va ekvator chiziqlari tushiriladi va ular $X$ va $Y$ o'qlari deb olinadi. Ma'lumki, Erning radiusi $R$ qiymatiga nisbatan oltigradusli (va uch gradusli) zonalar ichida joylashgan nuqtalar ordinatasi qiymati $Y$uncha katta qiymat hisoblanmaydi. Shu bois yuqoridagilarni inobatga olib, chiziq uzunliklari nisbiy xatoliklari (1.7) formulasini quyidagicha ifodalashimiz mumkin:

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

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 tsilindrning urinma chizig'i hisoblanadi va shardan tsilindrga xatoliksiz proektsiyalanadi.

Gaussning tekislikdagi proektsiyasida 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 $Y \approx 330$ 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 s'yomkalar aniqligini ta'minlaydi. Undan yirik masshtablar (1:5000 va undan yirik) uchun bu katta xato hisoblanadi. Shuning uchun yirik masshtabli s'yomkalarda uch gradusli zonalarning qo'llanishi tavsiya etiladi, chunki ulardagi xatoliklar olti gradusli zonalarga nisbatan ancha kichik.

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

$$\frac{P_r}{P}=\frac{S_r^2}{S}, \qquad (1.9)$$

bu erda $R_g$– Gauss proektsiyasidagi shakl yuzasi;

$R$– ellips (shar) sirtidagi shakl yuzasi.

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

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

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

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

yoki

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

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

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

yoki

$$P_г = P + \Delta P. \quad (1.13)$$

bu erda

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

(1.14) ifoda Gauss proektsiyasida shar sirtidan tekislikka o'tish uchun ***yuza 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 $\Delta P$ = 0,98ga ni tashkil etadi.

### 1.9. Gauss proektsiyasi tekisligida chiziqlarni reduktsiyalash

Geodezik tarmoq punktlari koordinatalarini hisoblashda ellipsoiddan tekislikka o'tish uchun chiziq uzunligigareduktsiyalash tuzatmasi kiritiladi.

Bu erda Gaussning tekislikdagi proektsiyasida chiziqlarni reduktsiyalash tuzatmasini hisoblash mohiyatini ko'rib chiqamiz.

(1.10) formuladan hosil qilamiz:

$$S_г + S + \Delta S. \quad (1.15)$$

bu erda

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

$\Delta S$ qiymati Gauss proektsiyasida ellipsoid (yoki shar) sirtidan tekislikka o'tishda masofaga reduktsiyalash uchun tuzatma hisoblanadi.

(1.16) formuladan ko'rish mumkinki, ushbu tuzatma hamma vaqt musbat ishorasiga ega, ya'ni Gauss proektsiyasidagi chiziq uzunligi hamma vaqt er sirtidagi tegishli chiziq uzunligidan katta.

$\Delta S$ tuzatmani hisoblashda ordinata qiymati reduktsiyalanadigan chiziq o'rta nuqtasi uchun olinadi (ushbu ordinataning taxminiy qiymatini bilish kifoya).

Hozirgi paytda reduktsiyalashga oid hisoblashlar maxsus dasturiy ta'minotlar orqali amalga oshirilmoqda. Shuni ta'kidlash joizki, kompyuterlar paydo bo'lmasdan oldin reduktsiya uchun tuzatmalarnihisoblab chiqish juda ko'p vaqtni talab qilar edi. Yaratilgan dasturlar bo'yicha har qanday proektsiyada reduktsiyalash hisoblashlarini amalga oshirish mumkin.

Oxirgi yillarda katta hududlarda ob'ektlarning qidiruv va qurilish ishlarida geodezik asosni barpo etish uchun WGS-84, UTM koordinatalar sistemalaridan keng foydalanib kelinmoqda. Bu ishlarda ham reduktsiyalashni amalga oshirish talab qilinadi.

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

*1.6-jadval*

| **Koordinatalar sistemasi** | **SK-42** | **WGS - 84, UTM** |
|---|---|---|
| Qo'llaniladigan proektsiya | 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 | Krasovskiy | WGS 84 |
| Ellipsoidning katta yarim o'qi, m | 6378245 | 6378137 |
| Ellipsoid siqilishi | 1/ 298,3 | 1/298,257223563 |

Referents-ellipsoid sirtiga er sirtida o'lchangan chiziqlarni reduktsiyalash formulasi quyidagicha:

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

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

$S_e$– referents-ellipsoidga tushirilgan chiziq uzunligi;

$N$– referents-ellipsoiddagi chiziqning o'rtacha balandligi;

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

Tekislikka chiziqni reduktsiyalash formulasi

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

bu erda $S_T$–tekislikka reduktsiyalangan chiziq uzunligi;

$Y$– ordinataning o'rtacha qiymati;

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

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

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

bu erda $Y$– 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 chiziq uzunligigahisoblangan tuzatmalar**

| Balandliklar | O'q meridiandan masofalar, km | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *N*, m | 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 chiziq 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 chiziq uzunliklariga tuzatmalar kiritilishi lozim.

**Asosiy tushunchalar**

**Pozitsirlash asoslari, geoid, er ellipsoidi, referents-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 proektsiyalar, Gauss-Kryuger va UTM proektsiyalari, Gauss proektsiyasidagi xatoliklar, chiziqlarni reduktsiyalash.**

## Nazorat savollari

1. Pozitsirlashning asosiy maqsadi nimadan iborat? Pozitsirlashning umumiy sxemasini keltiring.
2. Geoid, er ellipsoidi va referents-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 sistemasiorasidagi farqni izohlang.
7. Balandliklar sistemasi va Kronshtadt futshtokiga tushuncha bering.
8. Qanday kartografik proektsiyalar turlarini bilasiz? Ularning farqini izohlang.
9. Gauss teng burchakli tsilindrik proektsiyasini tushuntirib bering.
10. Merkator teng burchakli tsilindrik proektsiyasi va uning Gauss proektsiyasidan farqi nimadan iborat?
11. Konusli proektsiya deganda nimani tushunasiz?
12. Gauss proektsiyasida chiziq uzunliklarining xatoligi qanday hisobga olinadi?
13. Gauss proektsiyasida yuzalarning xatoligi qanday hisobga olinadi?
14. Gauss proektsiyasida chiziqlarni tekislikka reduktsiyalash qanday amalga oshiriladi?
15. Geografik o'zgartishlarning qanday usullarini bilasiz?

# 2-bob.ER USTI S'YoMKALARI (GEODEZIYa): TRIANGULYaTsIYaDANLAZER SKANERLAShGAChA

## 2.1. Geodeziya fani, uning qisqacha tarixi va rivojlanishi

Geodeziya – Er to'g'risidagi fanlarning biri bo'lib, er sirtida o'lchashlarni bajarish, Erning shakli va o'lchamlarini aniqlash, Er yoki uning alohida bo'laklarini karta, plan va profillarda tasvirlash, turli muhandislik-geodezik masalalarni echish usullarini o'rganish bilan shug'ullanadi.

Mashhur nemis olimi Robert Fridrix Gelmertning fikricha, geodeziya – bu er sirtidagi o'lchashlar va kartalashtirish (jumladan, Erning gravitatsion maydoni va dengiz tubini aniqlash) to'g'risidagi fandir. Shuningdek, geodeziya Erning geometrik shakli, er 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 er sirtida kerakli topografik-geodezik va kartografik tadqiqot ishlari olib boriladi.

Er sirtida o'lchashlarni bajarish usullarini o'rganish, chunonchi, joyda chiziq uzunligi, burchaklar va balandliklarni o'lchash, o'lchash natijalarini ishlab chiqish hamda plan, karta va profillarni tuzish, turli muhandislik-geodezik masalalarni echishda ular natijalaridan foydalanish geodeziyaning asosiy vazifalari qatoriga kiradi. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda turli xil geodezik asboblar, hisoblash va chizish texnika va texnologiyalari ishlatiladi. Shu boisgeodezik asboblar 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 fan1930 yillargacha ikkiga– oddiy geodeziya yoki topografiya va oliy geodeziyaga bo'linib o'rganib kelingan.

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

***Oliy geodeziya*** (o'z ichiga fizika, matematika va astronomiya ma'lumotlarini chuqur qamrab olgan) Er 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, er ustki qobig'ining gorizontal va vertikal siljishini geodezik usullarda aniqlash bilan shug'ullanadi. Bundan tashqari, oliy geodeziya fanining vazifalariga geoid sirti va Erning 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 uchunjoyda bajariladigan muhandislik-geodezik tadqiqotlar, ularni qurish va foydalanishdagi geodezik o'lchashlarni ta'minlash, konstruktsiya 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 fandir.

***Fotogrammetriya*** – er sirtini uchish apparatlari yordamida suratga olish va joyning fotosuratlari hamda er usti fototeodolit s'yomkasi 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 zondlash*** deb nomlanib kelmoqda.

***Kosmik geodeziya***oliy geodeziyaga doir ilmiy-amaliy masalalarni Erning sun'iy yo'ldoshlari, Oy, sayyoralar va turli kosmik apparatlarni kuzatish orqali echish 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, er o'lchash, er maydonlari chegaralarini aniqlash, xo'jalik maqsadlari uchun plan, kartalar tuzishga ehtiyoj paydo bo'lishi bilan vujudga kelgan. Uning tarixi eramizdan bir necha asr ilgari QadimgiMisrda erlarni o'lchash va taqsimlash, Nil daryosi havzasida erlarni 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 Erning shaklini aniqlash bilan shug'ullanib kelgan. Eratosfen miloddan 3 asr ilgari Misrda gradusli o'lchashlar deb nom olgan to'g'ri geometrik printsiplar asosida ilk bor Er 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 proektsiyalarni ishlab chiqdilar, kartalarda meridian va parallel to'rlarini tushirdilar, astronomik kuzatishlar orqali er 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-hikma" ilmiy markazi olimlari tomonidan Erning o'lchamlarini aniqlashga doir ishlar olib borilgan. Xususan, "gradus o'lchash usuli" orqali Mosul shahri yaqinida o'lchashlar bajarilib, Er 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 Erning o'lchamlarini aniqlashga oid faol izlanishlar olib borilib, Er 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 er sirtida o'lchashlarni bajarish va tasvirlash usullari ancha takomillashdi. 1615–1617 yillarda geodeziyaning rivojlanishiga katta hissa qo'shgan gollandiyalik olim Snellius triangulyatsiya usulini ishlab chiqqan. Ushbu usulhanuzgacha topografik s'yomkalar 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 triangulyatsiyada burchakli o'lchashlar aniqligini oshirishga imkon yaratdi.

XVII asrning ikkinchi yarmida mashhur olim I. Nyuton tomonidan Butun dunyo tortish qonunining kashf etilishi Erning sferik shakldaligi, ya'ni Er 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 Er shaklining haqiqatdan ham ellipsoidga yaqin ekanligi aniqlandi va uning o'lchamlari hisoblab topildi.

XIX asr davomida bir qator olimlar tomonidan er 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 Evropada va so'ngra jahon miqyosida Erning 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 Erning o'lchamlarini aniqlashga doir katta hududda ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilib, er 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 kvartsli soatlar asosida global vaqt sistemasi kiritildi.
- Geoidal va gravitatsion o'lchashlar orqali oliy geodeziya va amaliy geofizika masalalarini echish 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 Er resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastri 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. Er usti s'yomkalari to'g'risida qisqacha ma'lumot

Er usti s'yomkalarini bajarish usullari va texnologiyalarini rivojlantirish va takomillashtirish bilan asosan oddiy geodeziya yoki topografiya shug'ullanadi.

Er usti s'yomkalar quyidagi turlarga bo'linadi: teodolit s'yomkasi, taxeometrik s'yomka, menzula s'yomkasi, yuzani nivelirlash, fototopografik s'yomka, er usti lazer s'yomkasi.

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

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

Menzula s'yomkasi ham topografik s'yomka turlaridan biri hisoblanib, s'yomkaning dala va kameral ishlari geodezik asbob–menzula va kipregel yordamida bir vaqtda joyning o'zida bajariladi. Menzula s'yomkasi asosan uncha katta bo'lmagan tafsilot va relefi murakkab er uchastkalarini yirik masshtablarda s'yomka qilishda, shuningdek, ushbu joylar uchun aerofotos'yomka materiallari mavjud bo'lmaganda yoki aerofotos'yomka 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 s'yomkasida ob'ektning fazoviy koordinatalarini aniqlash va topografik planlarni tuzish maxsus asbob – fototeodolit orqali ma'lum bazisdan olingan fotosuratlar(stereojuftlar) bo'yicha amalga oshiriladi. Bunday s'yomkada geodezik ishlar bazis uchlaridan birining uchta koordinatalarini aniqlash, bazisga direktsion 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, s'yomka aniqligi to'g'risida xulosa chiqariladi va kerak bo'lganda fotogrammetrik ma'lumotlarga tuzatmalar kiritiladi.

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

Keyingi yillarda geodezik asbobsozlikning jadal rivojlanishi elektron-raqamli asboblar, chunonchi, elektron taxeometrlar, elektron-raqamli nivelirlar, er usti lazer skanerlar va boshqalarningishlab chiqarilishiga olib keldi. Shu bilan birga bunday zamonaviy geodezik asboblar va texnologiyalar an'anaviy er usti s'yomkalar – teodolit s'yomkasi, menzula s'yomkasi va er usti fototopografik s'yomkalarga chek qo'yishi bilan bir qatorda yangi er usti s'yomkalar turlari – elektron taxeometriya (elektron taxeometr s'yomkasi), elektron-raqamli nivelirlash va er usti lazer skanerlash kabi s'yomkalarning paydo bo'lishiga sabab bo'ldi.

## 2.3. S'yomka tarmoqlarini yaratishningzamonaviy usullari

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

Hozirgi davrda s'yomka geodezik tarmoq nuqtalari planli - balandlik o'rninian'anaviy geodezik asboblar bilan bir qatordasun'iy yo'ldosh geodezik qabul qilgichlarni qo'llash asosida aniqlash imkoni mavjud. S'yomka tarmoqlari teodolit yo'llari yoki mikrotriangulyatsiya, texnik yoki trigonometrik nivelirlash yo'llarni rivojlantirish orqali quriladi.

***S'yomka 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 s'yomkalarni bajarish texnologiyasi va imkoniyatlari kengayishiga xizmat qiladi.

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

S'yomka asosini rivojlantirish uchun boshlang'ich punktlar sifatida ob'ekthududida va uning tashqarisida joylashgan barcha geodezik tarmoq punktlarini qo'llash tavsiya etiladi. Shunda s'yomka asos nuqtalarining koordinatalarini tayanch geodezik asos punktlari koordinatalari va balandliklari sistemalariga keltirish uchun kamida 4 ta planlikoordinatalari va 5 ta balandliklari ma'lum punktlar mavjud bo'lishi kerak.

Sun'iy yo'ldosh texnologiyasini qo'llab s'yomka tarmoqlarini rivojlantirish ma'lum darajada cheklanmagan, chunki ushbu texnologiyaning aniqligi qo'yilgan talablarni qanoatlantiradi, s'yomka tarmoqnuqtalari 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 s'yomka tarmoqlarini sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali rivojlantirish maqsadga muvofiq.

Sun'iy yo'ldosh texnologiyasini qo'llab s'yomka asosini rivojlantirishda s'yomka masshtabi, relef kesimi balandligiga qarab ikki usuldan birini qo'llash tavsiya etiladi: *tarmoqni qurish*yoki *osmanuqtalarni aniqlash*usuli. Sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali s'yomka 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 1soatdan 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 davomiylikda 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 vakt 1 soatdan 4 soatgacha va qabullar faqat bitta qabul qilgichda bajarilishi kerak.

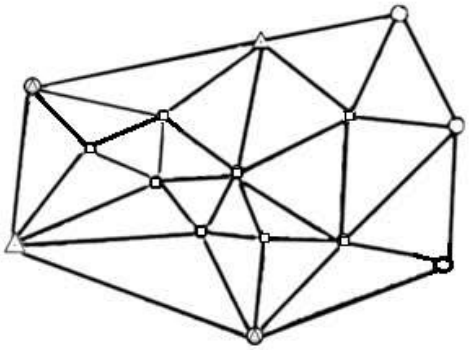
Turli s'yomka masshtablari va relef kesimi balandliklari uchun sun'iy yo'ldosh o'lchashlari orqali planli va balandlik asoslarini qurish va o'lchash usullari 2.2-jadvalda keltirilgan.

*2.2-jadval*

| **S'yomka** | **Planli asos** | **Planli- balandlik yoki balandlik** |
|---|---|---|

| masshtabi/ relef kesimi balandligi | | | asosi | |
|---|---|---|---|---|
| | Cun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali s'yomka asosini qurishusullari | Sun'iy yo'ldosho'lchashlari usullari | Sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali s'yomka asosini qurish usuli | Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari usullari |
| 1:10000, 1:5000/1m | Osma punktlarni aniqlash | Tezkor statika yoki reokkupatsiya | Tarmoq qurish | Tezkor statika yoki peokkupatsiya |
| 1:2000,1:1000 1:500/ 1m va ortiq | Tarmoq qurish | Tezkor statika yoki reokkupatsiya | Tarmoq qurish | Tezkor statika yoki peokkupatsiya |
| 1:5000/0,5 m | Osma punktlarni 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 |

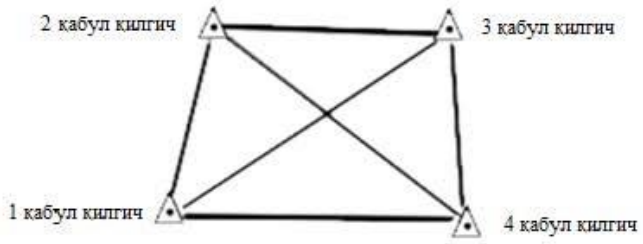
S'yomka asosini tarmoq qurishusulida rivojlantirish sxemasi va ob'ektdagi dala ishlari dasturini shu tarzda tuzish kerakki, unda tarmoqning barcha tomonlari, shu jumladan, geodezik asos punktlariga tutashgan chiziqlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda kuzatilsin. Bunda s'yomka asosi aniqlanadigan har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



*2.1-rasm.* **Tarmoq qurish usulida s'yomka asosini rivojlantirish sxemasi:**

○ – *balandlik geodezik asos punkti;* △ – *planli geodezik asos punkti;*
□ – *s'yomka asos nuqtalari*

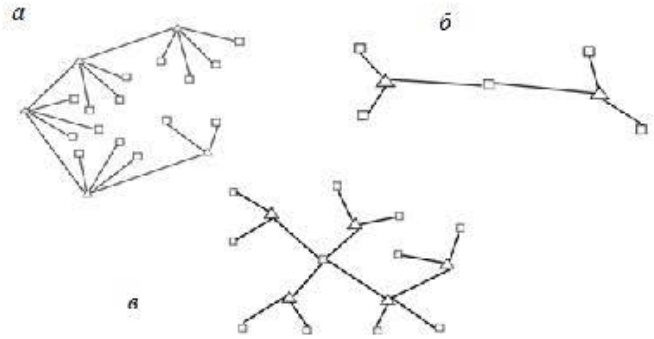
Sun'iy yo'ldosh o'lchashlari 2 tadan ko'p qabul qilgichlardan foydalanib 3 ta va undan ko'p punktlarda bajariladigan har bir seans uchun mustaqil aniqlanadigan chiziqlar sifatida shundaylarni tanlash kerakki, ularning tutash siniq chiziqlari tutash nuqtalarida o'z-o'zini kesishmasin va yopilmasin (2.2-rasm).




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

*mustaqil o'lchashlar;* *bog'liqli o'lchashlar*

S'yomka asosini sun'iy yo'ldosh osmanuqtalari usulida qurishsxemalari2.3-rasmda keltirilgan. Osma punktlarni aniqlash usulida s'yomka asosini rivojlantirishda (2.3-rasm, *a*) har bir s'yomka 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 s'yomka asos nuqtalaridan tayanch geodezik tarmoqning bir necha yaqin punktlarigacha bo'lgan chiziq uzunliklarini aniqlashni loyihalash zarur (2.3-rasm, *b, v*).




*2.3-rasm.***Osma nuqtalar usulida s'yomka asosini rivojlantirish sxemalari:**

*Δ–tayanch geodezik asos punktlari; □ – s'yomka 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;

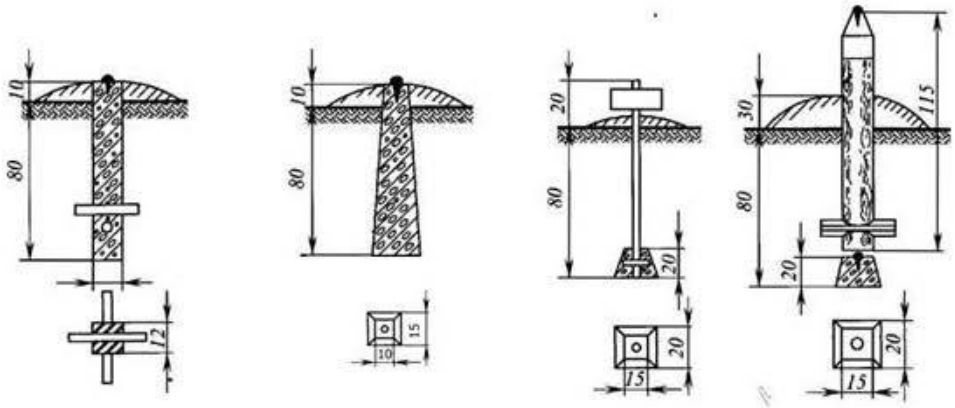
• vektorlarningWGS-84 koordinatalar sistemasidagi qiymatlari, ularni tenglash va aniqligini baholash natijalari;

• koordinatalarni WGS-84 koordinatalar sistemasidan talab qilingan koordinatalar sistemasiga o'tkazib hisoblash parametrlari va usuli;

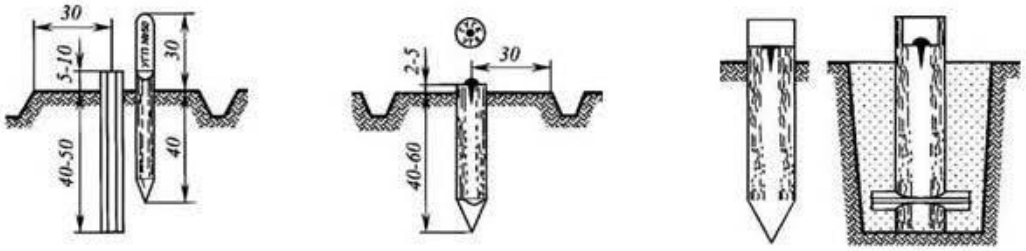
• s'yomka geodezik asos nuqtalarining davlat va mahalliy sistemalardagi koordinatalari va balandliklari katalogi.

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.

S'yomka tarmog'i nuqtalari saqlanish muddatiga qarab joyda turli belgilar bilan mahkamlanadi. Uzoq muddatgamahkamlash belgilari turlari 2.4-rasmda, vaktincha mahkamlash belgilari turlari esa 2.5-rasmda keltirilgan.




*2.4-rasm*.**S'yomka tarmoqlari nuqtalarini uzoq muddatga mahkamlash belgilari**




*2.5-rasm*.**S'yomka tarmoqlarinuqtalarini vaqtincha mahkamlash belgilari**

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

### 2.4.1. Elektron taxeometriya mohiyati

Er usti s'yomkalari orasida taxeometrik s'yomka asosan relefi o'ziga xos bo'lgan tor enli cho'ziq er uchastkalari, masalan, yo'llar, quvuro'tkazgichlar va boshqa chiziqli inshootlar trassasi bo'ylab joyning yirik masshtabli planini tuzish uchun asosiy s'yomka turi hisoblanadi. Elektron taxeometrlar paydo bo'lishi bilanbu s'yomka katta maydonlarning raqamli modelini tuzishda asosiy s'yomka turiga aylandi va taxeometrik s'yomkani to'liq yoki qisman avtomatlashtirish imkonini berdi, ya'ni elektron taxeometriya yuzaga kelishiga sabab bo'ldi.

S'yomkani bajarish uchun elektron taxeometr s'yomka 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 natijalaritaxeometrdagi EHMyordamida ishlab chiqiladi va piket nuqtalargacha$\Delta X$ va $\Delta Y$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 s'yomkalardan 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 – mikroprotsessor 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 korrektsiyalovchi 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 turlarini bajarishda samarali qo'llaniladi:

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

Kompyuterlashgan elektron taxeometrlar ma'lumotlarni to'g'ridan-to'g'ri daladagi va bazadagi EHM bilan ayirboshlash, masofadan 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

s'yomkasi, karer va konlar s'yomkasi, er osti qazishlar, kadastr s'yomkasi,loyihani joyga ko'chirish va h.k.

Elektron taxeometr o'zida s'yomka, rejalash va amaliy dasturlardan 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 etishiga imkon beradi.

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

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

2. Ish ob'ektining rekognostsirovka 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 s'yomka asos tarmoqlarini rivojlantirish bosqichida s'yomka qilinishi kerak bo'lgan barcha ob'ektlar va tafsilotlar, marza belgilari o'rinlarini aniqlashni ta'minlay oladigan zichlikda geodezik asos zichlashtiriladi.

4. Topografik(kadastr) s'yomka elektron taxeometr yordamida "s'yomka" 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 s'yomka materiallari

nazoratdan o'tkaziladi va tuzatiladi. So'ngra topografik yoki kadastr plani chizilib, er uchastkasining yuzasi aniqlanadi va barcha hujjatlar rasmiylashtiriladi.

### 2.4.2. Elektron taxeometrlar

Elektron taxeometr (ET) – teodolit, svetodalnomer, mikroprotsessor yoki mikro EHMmujassamlangan asbob yoki modulli ishlanma hisoblanadi. Oxirgi yillarda optik -mexanik va optik -elektron geodezik asboblarni ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan etakchi chet el firmalari tomonidan jahon bozoriga turli ETlar taqdim etildi. Ularga misol qilib quyidagilarni ko'rsatish mumkin: Leica AG (Shveytsariya), 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 asboblar. Bunday taxeometrlarda burchak o'lchashlar aniqligi 5-10$^{''}$, chiziq o'lchashlar esa (3+5x10$^{-6}$ D) mm ni tashkil qiladi.

Universal ET–imkoniyatlari kengaytirilgan asboblar hisoblanadi. Ular ko'p sonli o'rnatilgan dasturlar bilan jihozlangan bo'lib, burchaklarni o'lchash aniqligi 1 - 5$^{''}$, chiziq o'lchashlar esa (2+5x10$^{-6}$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 (Shveytsariya), Trimble (AQSh) ilg'or firmalari tomonidan ishlab chiqarilgan elektron taxeometrlar to'g'risida to'xtalib o'tamiz.

Keyingiyillarda "Leica Geosystem" (Shveytsariya) 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 s'yomka 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 SmartWorx Viva dasturiy ta'minoti orqali yanada moslashuvchanlikka erishiladi.

Leica FlexLine TS 06 plus elektron taxeometri ham (2.6-rasm) o'rtacha aniqlikda kundalik s'yomka 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 FlexFild 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 etakchi 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 s'yomka ishlarini, balki har qanday murakkab masalalarni katta ishonch bilan bajarish mumkin. Yangi o'rnatilgan Leica FlexFild plus dasturi va rangli sensor displey bajariladigan ishlar samarasini yanada oshirishga imkon beradi.

*2.3-jadval*

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

| Ko'rsatkichlar | TS02 | TS06 | TS09 |
|---|---|---|---|
| **Burchak o'lchashlar:** | | | |
| Gorizontal *Hz* /Vertikal *V* | 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 s'yomka), rejalash, 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 s'yomkalarini 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.



*2.7-rasm.* **Trimble M3 DRelektron taxeometri**

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

- taxeometrik yo'llarni qurish;
- geodezik s'yomka asosini qurish va rivojlantirish;
- topografik, kadastr va qurilishdagi s'yomkalarni bajarish;
- erlar ajratish(er uchastkalari chegaralarini o'rnatish);
- er uchastkalari chegaralarini joyga ko'chirish;
- rejalash ishlari.

*2.4-jadval*

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

| Ko'rsatkichlar | 1″ | 2″ | 3″ | 5″ |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Ko'rish trubasining kattalashtirishi, 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″<br>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 pikselli) | | | |
| DO' holatidagi ekran | Orqa yoritqichi bilan SK-displey (128x64 pikselli) | | | |
| 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 bluetoothmoduli | | | |
| 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 | |

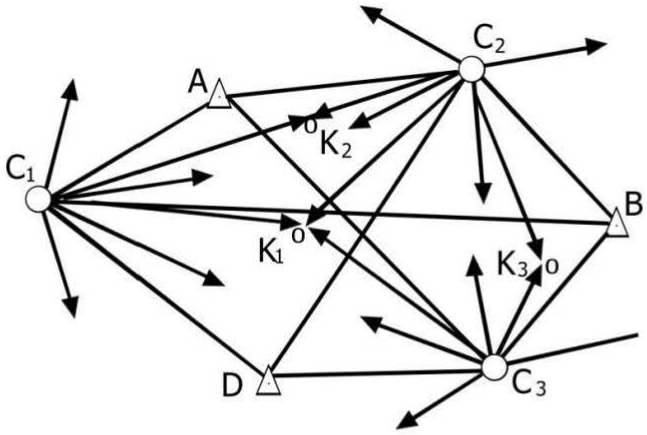
## 2.4.3. Elektron taxeometriyani bajarish texnologiyasi

Topografik s’yomkalarni elektron taxeometrlar bilan elektron-blokli taxeometriya texnologiyasidan foydalanib amalga oshirish mumkin. Ushbu texnologiyaning mohiyati shundan iboratki, s’yomka uchun mo’ljallangan ob’ektning barcha hududi alohida uchastka– bloklarga bo’linadi. Bitta blokning hududida s’yomka elektron taxeometrni bir o’rnatishda bajariladi. Shunda oldindan s’yomka asosi barpo etilmaydi, u s’yomka ishlari jarayonida shakllanadi.

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

***Ozod bekatlar*** taxeometriyasi fazoviy burchakli, chiziqli va kombinatsiyalashgan kestirmalarni qo’llagan holda bekat o’rnini aniqlashga asoslangan. Bunday s’yomka 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 taxeometrlar bilan bekat nuqtalari balandligi trigonometrik nivelirlash orqali aniqlanadi, buning uchun bekatdan balandligi ma’lum nuqtagacha qiyalik burchak va masofa o’lchanishi lozim. Ozod bekatlar taxeometriyasiningsxemasi 2.8-rasmda ko’rsatilgan.

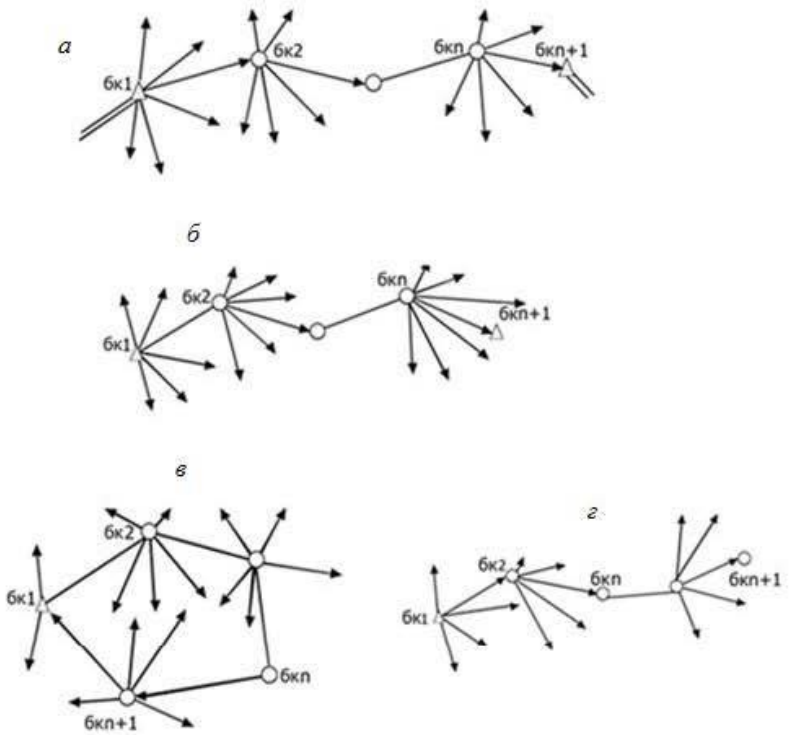



*2.8-rasm.***Ozod bekatlar taxeometriyasini bajarish sxemasi**

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

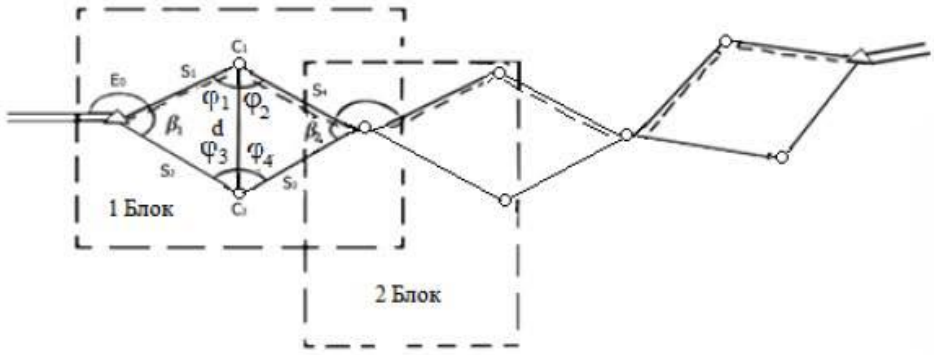
Bo'lakli-blokli taxeometriya usulida bekatlarning koordinatalari va balandliklarini aniqlash uchun qo'llanadigan boshlang'ich geodezik asos punktlari sifatida mayoqli piketlardan foydalanish mumkin. Buning uchun koordinatalari va balandliklari ma'lum joydagi predmetlar (teleminoralar, tutun mo'rilari,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

Yuqorida ta'kidlanganidek, elektron-blokli taxeometriyani 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 taxeometriya*** usuli shakllanadi. Bunda piket nuqtalari s'yomkasi bilan s'yomka 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-bloklitaxeometriya yo'llari**

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

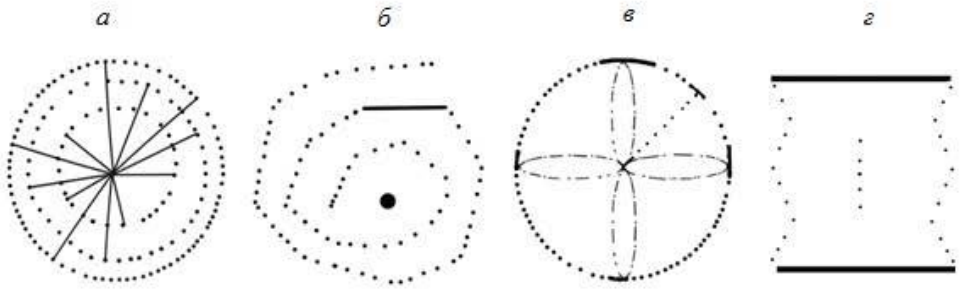



*2.10-rasm.***Taxeometrik yo'lning sxemasi**

Ushbu usulning mohiyati shundaki, ET o'rnatadigan qo'shni s'yomka 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 s'yomkani amalga oshirishda quyidagi sxemalardan foydalanish mumkin (2.11-rasm):




*2.11-rasm.***Elektron-blokli taxeometriyada piket nuqtalari s'yomkasining sxemalari:**

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

Elektron taxeometriya sohasida so'nggi yutuq elektron taxeometr va GNSS qabul qilgichni bitta sistemada mujassamlagan majmuaviy asbob – ***Smart Station Leica*** (Shveytsariya) sistemasi hisoblanadi (2.12-rasm). Ushbu sistemaning afzalligi shundan iboratki, s'yomkani 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 s'yomka boshlanadi. Shunda asbobning GPS/GLONASS sistemalari bilan to'liq moslashuvi s'yomkani bajarishda yangi imkoniyatlarni tug'diradi, s'yomka 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 s'yomka asosni qurish;

4) aerosuratlarni bog'lash;

5) joyning yirik masshtabli topografik s'yomkasini bajarish;

6) muhandislikqidiruvlaridagi geodezik ishlar;

7) bino va muhandislik inshootlarini qurishda montajishlarining geodezik ta'minoti;

8) kadastr s'yomkasi va er 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 asboblar – optik nivelirlar bilan nivelirlash (nivelir yo'llarni o'tkazish, balandlik asoslarni barpo etish, trassani nivelirlash, yuzani nivelirlash va boshq.)ni bajarish printsiplari va uslublari, aniqligi va boshqalar ko'pgina ilmiy-texnik adabiyotlar va me'yoriy hujjatlarda o'z aksini topgan.

Elektron-raqamli nivelirlarga chet el firmalaritomonidan ishlab chiqarilayotgan Dini 12, Dini12T, Dini 0.3, Dini 0.7 Trimble (AQSh), DNA03, DNA10, "Sprinter" Leica (Shveytsariya), DL-101C , DL-102C TOPCON (Yaponiya)va boshqa nivelirlarni misol qilibkeltirish 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 reykasi bo'yicha sanoq olish;

- o’lchash natijalariga ko’rish trubasi vizir o’qining tsilindrik adilak o’qiga parallel emasligi(*i* burchagiga) hamda er egriligi va refraktsiya 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 reykalargacha 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 USBmoslamasidan foydalanish.

Nivelirlarda o’rnatilgan dastur alohida o’lchash, qayta o’lchash, o’rtadan va oldinga geometrik nivelirlash, rejalash 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.

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



*2.13-rasm.* **Dini 0.3 raqamli nivelir**

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

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.

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 balandliklarniyuqori aniqlikda, masofalarni esa aniq elektron o'lchashlar orqali bajarishga mo'ljallangan. Ushbu nivelirlar bilan invar reykalaridan foydalanibo'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 s'yomka qilish;
- avtomobil va temir yo'llarni nivelirlash;
- o'zanli s'yomkalarni bajarish;
- yuzani nivelirlash.

DNA 03 va DNA 10 Leica (Shveytsariya) 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(Shveytsariya) 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.

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



*2.14-rasm.***DNA 03 raqamli nivelir**

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

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

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

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

*2.5-jadval*

**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 kmnivelir 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 (reykaning30 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 $360^0$ | | |
| - 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' |
| Displey | 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 | 6000o'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/AM3 1,5V | Alkalaynli batareya 6xLR6/AA/AM 3 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 |

*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'rtaga keltiriladi va iplar to'rining tasviri okulyar vinti orqali fokuslanadi.

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

Aytish joizki, raqamli nivelirlar orqali to'siqlar bilan qisman yopilgan reykaga 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, echim 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 (elkalarning maksimal uzunligi, vizirlashning maksimal balandligi, refraktsiya koeffitsienti, reykaning doimiy qiymati va boshqalar)ni kiritish uchun mo'ljallangan.

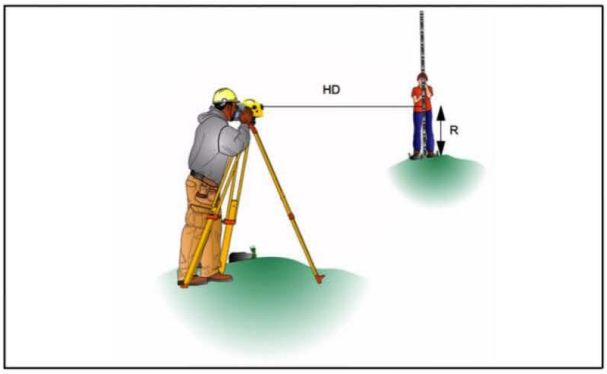
5. Dini raqamli nivelirlarda o'rnatilgan dasturiy ta'minotga qarab turli o'lchashlarni bajarish mumkin, jumladan:

- 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:

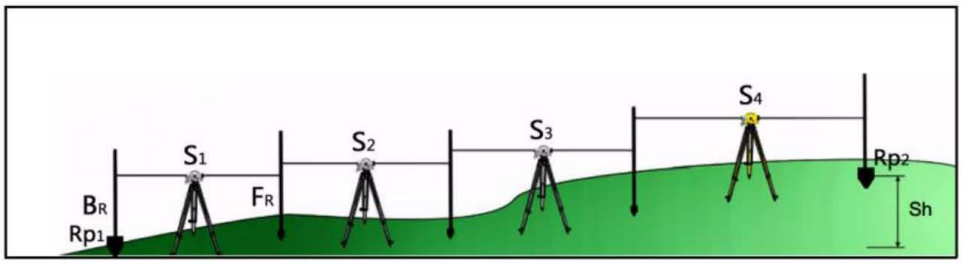
R – reyka bo'yicha olingan sanoq; ND – gorizontal qo'yilish (2.17-rasm).

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.




*2.17-rasm.* **Alohida o'lchashlar**

*Nivelir yo'lini reperlarga bog'lab o'tkazish*. Bunda kerakli operatsiyalar alohida o'lchashlar usulida IntM klavish yordamida ishga tushiriladi. Dastlab reperning 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.

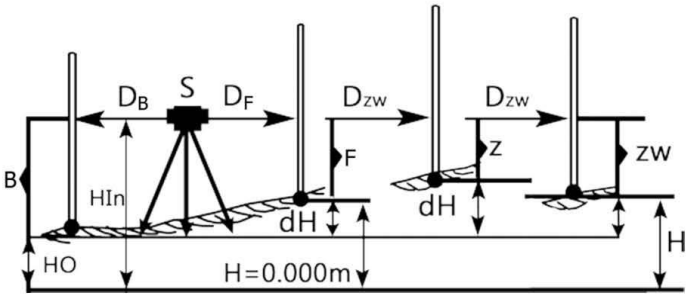
O'lchashlarning yuqori aniqligini ta'minlash uchun elkalarning maksimal uzunligi, vizirlashning minimal balandligi va bekatda nisbiy balandliklar maksimal farqlarining yo'l qo'yilganqiymatlarini nazorat qilish lozim.

***DNA raqamli nivelirning ishlash printsipi.*** 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-rasmda keltirilgan.




*2.19-rasm.***DNA raqamli nivelir bilan ishlash sxemasi:**

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

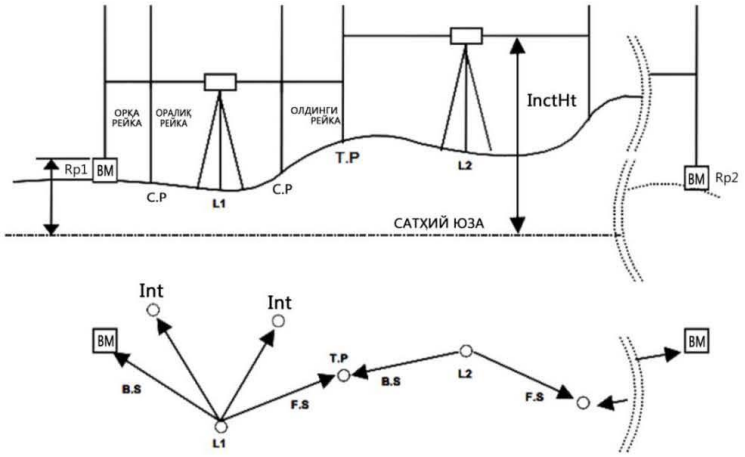
Nivelir yo'llarni aniqlik talablariga qarab o'tkazishda quyidagilarga rioya qilish kerak:

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

***D4-102C TOPCON raqamli nivelirning ishlash printsipi.*** 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 reykadan sanoq; F.S –oldingi reykadan sanoq;Int – oraliq nuqtadan sanoq; Inct Ht – asbob gorizonti*

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



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

## 2.5. Er usti lazer skanerlash

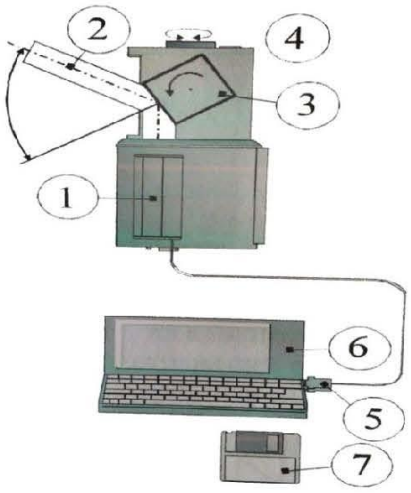
### 2.5.1. Lazer skanerlarning turlari va texnik tavsiflari

Lazer skanerlash – bu fazoviy koordinatalar bilan nuqtalar to'plamini ifodalovchi, ob'ektning uch o'lchamli modelini yaratishga imkon beruvchi texnologiya hisoblanadi. Bu texnologiya ob'ekt sirtidagi nuqtalar koordinatalarini yuqori tezlikdabir necha yuz minglab nuqtalarni bir sekundda o'lchashga qodir***lazer skanerlar***ni qo'llashga asoslangan. Hosil qilingan nuqtalar to'plami *"nuqtalar buluti"* deb nomlanadi va u keyinchalik ob'ektning uch o'lchamli modelini tekislikdagi chizma, kesimlar, sirtlar to'plami va h.k. ko'rinishida ifodalashi mumkin.

Bu texnologiyada s'yomka 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 er 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 (Shveytsariya) 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 chiqarilmokda.

***Leica Skan Station 2*** skanerlash sistemaci to'plamigaquyidagilar 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 2skaner sistemasi (2.23-rasm)ning skanerlash imkoniyati gorizontal 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 S10yuqori unumli ishlash darajasini ta'minlaydi va topografik s'yomkani bajarish uchun juda mos keladi. Bu asbob ham dala s'yomka

ishlarini bajarish hamda bino ichini aniq va to'liq obzorli s'yomka 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-Mirror*$^{tm}$yangi texnologiyasi qo'l keldi. Bundan tashqari, bu texnologiya yuqori echimli 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 echishda qo'llash imkonini beradi.

Leica Scan Station S10skaneri 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.



*2.24-rasm.***Leica Scan Station S10 lazer skaneri**

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



*2.25-rasm.* **Leica Scan Station P20 lazerskaneri**

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

Leica Scan Station P20lazer skaneri qisqa muddatda yuqori echimli s'yomka ishlarini bajarishda yoki gumbazsimon ob'ektlarni ultrayuqori zichlikda skanerlashda eng unumli va ideal asbob hisoblanadi.

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 s'yomka 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.* **TrimbleRTX 5 lazer skaneri**

Lazer skaner sistemalarining texnik tavsiflari quyidagi jadvaldakeltirilgan:

*2.6-jadval*

**Lazer skanerlarning texnik tavsiflari**

| **Nomlanishi** | **ScanSt. 2/ ScanSt. C10(Leica)** | **ScanSt. R20 (Leica)** | **TX 5 (Trimble)** |
|---|---|---|---|
| Nuqta o'rnini topish aniqligi | 50mga 4mm/6mm | 50mga 4mm<br>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 | 1000000 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 | $270^0$ | $270^0$ | $300^0$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gorizontal bo'yicha ko'rish maydoni | $360^0$ | $360^0$ | $360^0$ |
| Videoizlagich | O'rnatilgan raqamli kamera | O'rnatilgan rangli raqamli videokamera | O'rnatilgan rangli raqamli videokamera |
| Videoko'rgich | Bitta surat $24^0$x$24^0$ (1024x1024 piksel) ko'rish maydoni $360^0$x$270^0$–111 surat/ Bitta surat $17^0$x$17^0$ (1920x1920piksel) ko'rish maydoni $360^0$x$270^0$–260 surat | Bitta surat $17^0$x$17^0$, 5 megapiksel Oqimli video | Bitta surat $17^0$x$17^0$, 70 megapiksel Oqimli video |
| Akkumulyatorda ishlash davomiyligi | 6 soatgacha | >7 soat | 5 soat |
| Ishchi harorati, $^0$S | $0^0$ +$40^0$S | -$20^0$ +$50^0$S | +$5^0$ +$40^0$S |
| Saqlash harorati, $^0$S | -$25^0$ +$65^0$S | -$40^0$ +$70^0$S | -$25^0$ +$65^0$S |
| Skanerning o'lchami, mm | 265x370x510 | 238x358x395 | 240x200x100 |
| Skanerning vazni, kg | 18,5 kg | 11,9 kg | 5kg |

### 2.5.2. Erustilazerskanerlarningishlashprintsipi

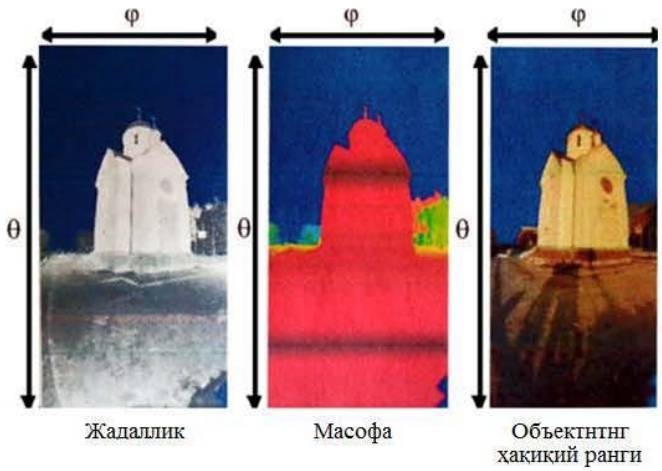
Er usti lazer skanerlarda qo'llaniladigan lazer dalnomerlar ishlashi asosiga masofalarni qaytargichsiz impulsli va fazali o'lchash hamda to'g'ri burchakli kestirma usullari qabul qilingan.

ELSda lazer nurning tarqalishbloki 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 ob'ektning 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 nuqtaninghaqiqiy 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 shakliskanerning ko'rish maydonida joylashganbeshta tavsifi–fazoviy koordinatalar*(X, Y, Z)*, jadallik va haqiqiy rang bilan ob'ektlardan lazerning akslanuvchi nuqtalar to'plami(massivi) hisoblanadi (2.28 -rasm).



*2.28-rasm.***Er usti lazer s'yomka natijasi– nuqtalar to'plami**

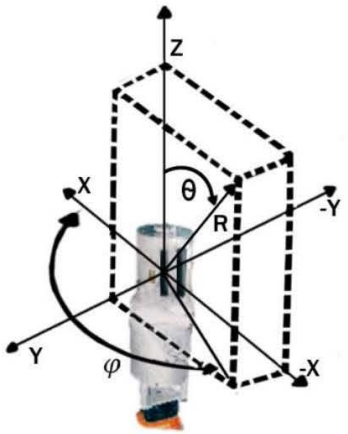
Ob'ekt nuqtalari fazoviy koordinatalari ELSning koordinatalar sistemasida (2.29-rasm) quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

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

bu erda *R*– skanerning turgan nuqtasidan ob'ektgacha bo'lgan masofa;

$\varphi$ – lazer nuri $R$ ning o'lchangan yo'nalishining gorizontal burchagi;

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




*2.29-rasm.***ELS ning koordinatalar sistemasi**

(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 ekstsentrisiteti va skaner kalibrovkasi parametrlari deb ataladigan boshqa qiymatlar inobatga olinadi.

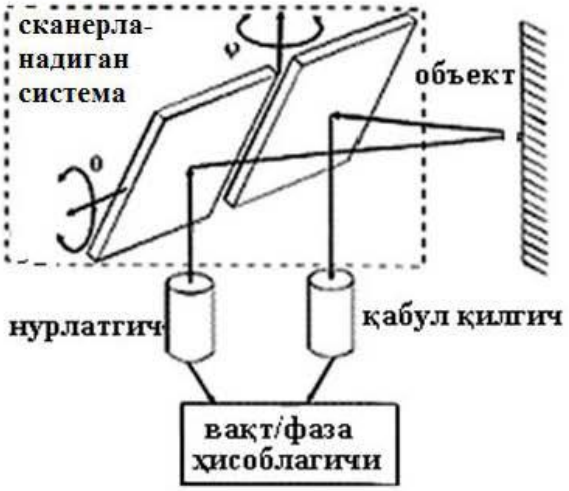
***Er usti lazer skanerlar dalnomer blokining ishlash printsipi.*** Hozirgi mavjud skanerlar modellarida masofalar o'lchashning uchta usuli joriy etilgan: impulsli, fazali, triangulyatsion.

Masofa o'lchashning ***impulsli usuli*** qabul qilgich-uzatgich moslamasidan signalni ob'ektgacha va teskari bosib o'tishi vaqtini o'lchashga moslangan. Shunda elektromagnit to'lqinining tarqalish tezligi–$\vartheta$ ni bilib, masofani quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$R = \frac{\vartheta t}{2}, \qquad (2.2)$$

bu erda $t$ – 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 impulslivafazali usullari**

Bu holatda masofa quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$R = \frac{\varphi_{zR} \cdot \vartheta}{4\pi \cdot f}, \qquad (2.3)$$

bu erda $\varphi_{zR}$ – tayanch va ishchi signallar orasidagi fazalar farqi;

$f$ – modulyatsiya chastotasi.

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

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

bu erda $\lambda$ – to'lqin uzunligi ($\lambda = \frac{v}{f}$);

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

$\Delta N$ – o'lchaydigan masofada yarim o'q uzunligiiningjoylashishi kasr bo'lagi ($\Delta N = \frac{\varphi}{2\pi}$).

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 aniqlabbo'lmaydi. Shu bois fazali o'lchashlar asbob etalon oralig'i (kalibrovka chizig'i)da takrorlanadi. Shunda nol o'rnini tashqi (dalnomerdan ob'ektgacha 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 aniqtopiladi.

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

*N*qiymatni aniqlash masalasi *bir xil qiymatga ega emaslikniechish* deb ataladi va uni echishning 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, modulyatsiya chastotasini o'zgartirishda fazalar farqi $\varphi_{zR}$ o'zgaradi va o'zgartirish diapazonida shunday chastotalarni tanlash mumkinki, unda $\Delta N$ 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:

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

bu erda $n_{1-2}$ – 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

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

bu erda $\Delta f$ – 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:

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

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

Dastlab chastotalar diapazonining boshida $\Delta f$ 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 interval qo'llanadi va shu tariqa o'lchashlarda chastotalar intervali oldingisidan $\lambda$ /4 qiymatidan kamga farq qilmasa, modulyatsiyaning 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 echish uchun yarim to'lqinlar $N$ to'la joylashish sonini aniqlashni ta'minlovchi $R$ning taxminiy qiymatini bilish lozim. Shunda $N$ qiymat quyidagi formula orqali aniqlanadi:

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

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

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

Bundabir xil qiymatga ega emaslikniechishningikkiusulidanfoydalanishmumkin:

1. Takroriychastotalar.
2. Kombinatsiyalashganchastotalar.

*Kombinatsiyalashgan chastotalarusuli*. Ushbuusulda$f_1$va$f_2$ chastotalarga va o'zgaruvchan chastotalar generatoriga sozlangan ikkita chastotalar generatori qo'llaniladi. Shuningdek, buusuldaikkitachastotalaruchun(2.4) tenglamava$n_{1\text{-}2}$ sonima'lumbo'lgan(2.5) tenglamao'rinolganbo'ladi.

### 2.5.3. Er usti lazer skanerlash texnologiyasi

S'yomka qilinadigan hududdagi barcha ob'ektlarning 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:

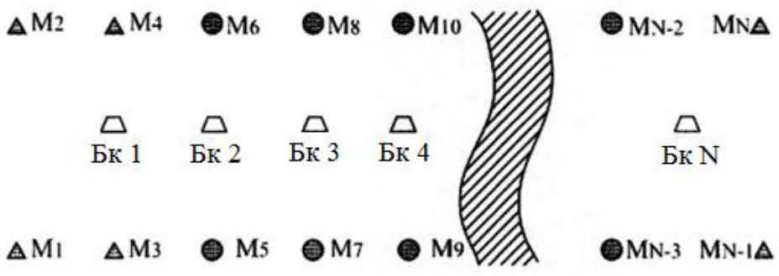
1. Analitik – maxsus markalar yordamida.
2. Skanerlangan ob'ektlarning xarakterli nuqtalari orqali.

Skanerlarni birinchi usul orqali tashqi orientirlash aniqligi ikkinchi usulga nisbatan yuqori hisoblanadi, chunki skanerlash natijasida markalarning koordinatalari ob'ektning boshqa nuqtalariga nisbatan yuqori aniqlikda topiladi. Bunga markalarni eng yuqori echimda 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 asboblar(taxeometr, GPS qabul qilgich va boshq.) dan foydalanish lozim. Shunda bu asboblar 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 s'yomkaning planli balandlik asosini tayyorlash bo'yicha ishlar hajmini qisqartirishga imkon beradigan skaner yo'llarini o'tkazish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Skaner yo'lni 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 uchtadan ko'p markalar va uchinchi bekatdan ko'rinadigan kamida uchta markalar tushishi (ko'rinishi) kerak va h.k. O'tkazilgan skaner yo'lni 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 uchinchisi 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:

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

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

$X_{\text{ташк}}$, $Y_{\text{ташк}}$, $Z_{\text{ташк}}$ – birinchi skanning koordinatalar sistemasida yoki tashqi sistemada ob'ekt nuqtalari koordinatalari;

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

$A$ – $XYZ$ koordinatalar sistemasini $X_{\text{ташк}}$, $Y_{\text{ташк}}$, $Z_{\text{ташк}}$ koordinatalar sistemasiga nisbatan orientirlash 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'libhisoblanadi.

Skaner yo'lini o'tkazishda qo'llaniladigan matematik apparat va uslubning mohiyati marshrutli fototriangulyatsiyada ozod fotogrammetrik modellarni birlashtirish bosqichiga mos keladi. Faqat farqi shundaki, skanlarni birlashtirishda masshtabli koeffitsient aniqlanmaydi, chunki ob'ektlarning 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 ob'ektda bir nechta brigadalar tomonidan ishlarni amalga oshirishda bitta elektron taxeometrdan foydalanish;
- brigadada bajaruvchilar sonini ikki kishigacha qisqartirish;
- qator ob'ektlarni er usti lazer skanerlash bo'yicha ishlarni osonlik bilan tashkil etish.

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

$$m_k^2 = + + + , \qquad (2.11)$$

bu erda va – skaner s'yomkaning asosiy va ishchi planli-balandlik asosini qurishdagi xatoligi ta'sirida sodir bo'lgan model nuqtalari koordinatalarining o'rta kvadratik xatosi;

– skanlarning tashqi orientirlashdagi xatosi;

– skanerning asbob xatoligi, skanerlanadigan ob'ektning tashqi muhiti va metrologik xossalari ta'sirida sodir bo'lgan model nuqtalari koordinatalarini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi.

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

Er usti lazer s'yomkasi 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:

$$= m_m^2 + + ;$$
$$= m_h^2 + ,$$

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

$m_m$ va $m_{op}$ – taxeometrning markazlashtirish va orientirlash xatolari;

$m_h$ – asbob balandligini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

– taxeometrning 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 s'yomka ob'ekti nuqtalari koordinatalaridagi umumiy xatolari asbobning metrologik attestatsiyasi to'g'risidagi guvohnoma asosida berilgan bo'ladi.

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

Lazer skanerlash texnologiyasida qo'llaniladigan dasturiyta'minotlarni funktsional xizmatlariga ko'ra quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

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

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

*2.7-jadval*

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

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

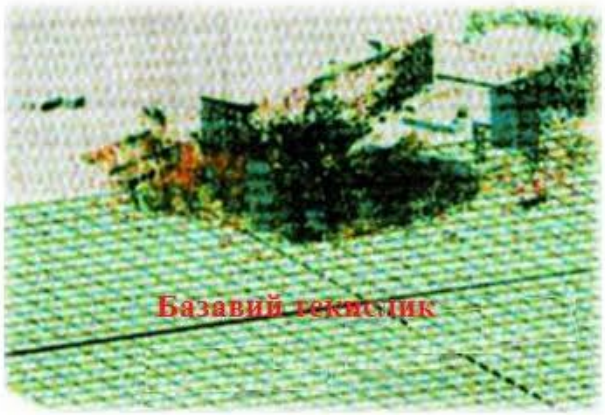
- Virtual Surveyor funktsiyani qo'llab;
- Cloud Worx modulni qo'llab;
- 2D Drawing funktsiyasi yordamida.

Amaldagi tajribalarga ko'ra,Virtual Surveyor funktsiyasi 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, er 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 dasturlarga maxsus konvertatsiyalashsiz skaner va nuqtali modellarning vizuallashishi amalga oshiriladi.

2D Drawing funktsiyasi orqali RTPlarni tuzishda dastlab proektsiyalash tekisligi beriladi va unga Tools →Reference Plane funktsiyasi yordamida geometrik ob'ektlar proektsiyalanadi.

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




*2.32-rasm.***RTP ning konturli qismini tuzishdagi nuqtali model va proektsiyalash 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 printsipida (dastlab asosiy ob'ektlar va ular orasidagi aloqalar, keyin esa qolgan ob'ektlartasvirlanadi) quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

- asosiy binolar, inshootlar;
- quvuro'tkazgichlar;
- quvuro'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 printsipi amalga oshirilgan. Shunda poliliniyalarni chizish funktsiyasining shakllanishi Office Survey→Polyline Drawing Tool moduli yordamida amalga oshiriladi.

Ushbu dasturda har bir poliliniya ob'ektlar ro'yxatiga shaxsiy nomga ega alohida vektor ob'ekt bilan tasvirlanadi. Bunday echim 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 ob'ekt uchun alohida amalga oshiriladi.

**Asosiy tushunchalar**

**Er usti s'yomkalar, GNSS, cun'iy yo'ldosh texnologiyasi, c'yomka geodezik tarmoqlari, elektron taxeometriya, elektron-raqamli nivelirlar, er 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 s'yomkalar turlari va ularning farqlarini aytib bering.
2. GNSS texnologiyalari orqali geodezik s'yomka asosini rivojlantirishda qaysi usullardan foydalaniladi?
3. S'yomka geodezik tarmoqlarni sun'iy yo'ldosh texnologiyasi orqali barpo etishda qanday usullardan foydalaniladi?
4. Elektron taxeometriya (s'yomka) mohiyati nimadan iborat?
5. Topografik (kadastr) s'yomkalarni bajarishda elektron taxeometriyaning texnologik jarayonini bayon eting.
6. Elektron taxeometrning asosiy qismlari va ishlash printsipini tushuntirib bering.
7. Elektron taxeometrlarning an'anaviy optik taxeometrlarga nisbatan afzalliklari nimadan iborat?
8. Elektron taxeometriya (s'yomka)ning qanday usullarini bilasiz?
9. Ketma-ket elektron-blokli taxeometriyani bajarish texnologiyasini bayon qiling.
10. Elektron-raqamli nivelirning asosiy qismlari va ishlash printsiplarini 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 printsipi nimadan iborat?
14. Er usti lazer skanerlash texnologiyasini izohlang.
15. Er usti lazer skanerlash ma’lumotlarini ishlab chiqish uchun qanday dasturiy ta’minotlardan foydalaniladi?

# 3-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 printsipi

Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi (GNSYS) – er ustidagi, suvdagi va havodagi ob'ektlar o'rnini tez va aniq topish uchun mo'ljallangan maxsus kosmik hamda er usti texnik vositalari, dasturiy ta'minoti va texnologiyalar majmuasidir. GNSYS ta'minoti va talab qilinadigan aniqligiga qarab ob'ekt 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 harqanday ob-havo sharoitida Erning har qanday qismida 24 soat davomida ishlash imkoniyatiga ega.

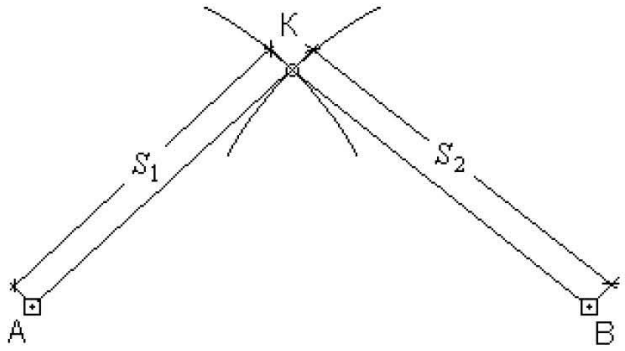
Rossiya davlatiga tegishli GLONASS (Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema – Global navigatsion sun'iy yo'ldosh sistemasi) ham dastlab harbiy maqsadlar uchun mo'ljallangan edi. 1995 yildan Rossiya ham ushbu sistemani fuqarolar maqsadi yo'lida qo'llay boshladi.

1999 yilda Evropa Ittifoqi (EI) va Evropa kosmik agentligi (EKA) yangi avlod sun'iy yo'ldosh sistemasi – Galileo ni yaratishni taklif qildi va bu qarorni Evropa 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.

**GNSYS ning ishlash printsipi.** Foydalanuvchi tomonidan o'zi turgan o'rnini aniqlash murakkab jarayon bo'lib, ob'ekt o'rni 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 Erning 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 echishdan iborat, chunonchi, tekislikda $A$ va $V$ nuqtalarning ma'lum koordinatalari va ulardan $K$ nuqtagacha bo'lgan $S_1$va$S_2$masofalar orqali$K$ nuqtaning o'rnini aniqlash mumkin (3.1-rasm).




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

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

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

bu erda$X_A$, $Y_A$, $X_V$, $Y_V$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 echish 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 echish kerak bo'ladi:

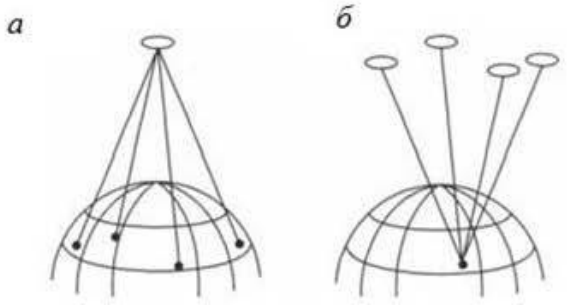
$$\left.\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{(X_1 - X_K)^2 + (Y_1 - Y_K)^2 + (Z_1 - Z_K)^2} \\ S_2 &= \sqrt{(X_2 - X_K)^2 + (Y_2 - Y_K)^2 + (Z_2 - Z_K)^2} \\ S_3 &= \sqrt{(X_3 - X_K)^2 + (Y_3 - Y_K)^2 + (Z_3 - Z_K)^2} \end{aligned}\right\}. \qquad (3.2)$$

Shuningdek, fazoviy chiziqli kestirmani echishda uchta boshlang'ich punkt bo'lishi va ular bitta chiziqda yotmasligi zarur, aks holda tenglamalar sistemasi aniq echimga ega bo'lmaydi. Boshlang'ich nuqtalar soni (sun'iy yo'ldoshlar) uchtadan ortiq bo'lishi ham mumkin, unda masala kichik kvadratlar usuli orqali echiladi. 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 echimini 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 er usti ob'ektigacha o'lchangan masofalar bo'yicha ob'ekt koordinatalarini aniqlash (teskari geodezik kestirma, 3.2-rasm, *b*).




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

Amalda GNSYS orqali nuqtalar koordinatalarini aniqlash biroz murakkab jarayon hisoblanadi, chunkiradiosignallar 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 er tuzishga oid ishlarni geodezik ta'minlash;
- o'rganilayotgan ob'ekt o'rnini (joyini) aniqlash – dala ishlarida nuqtalarni koordinatali bog'lash;
- o'rganilayotgan ob'ektga 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 echish va atrof-muhit monitoringi – o'rganilayotgan ob'ekt holati o'zgarishini aniqlash;
- sun'iy yo'ldosh qabul qilgichi va elektron taxeometrlar yordamida yirik masshtabli s'yomkalar 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;

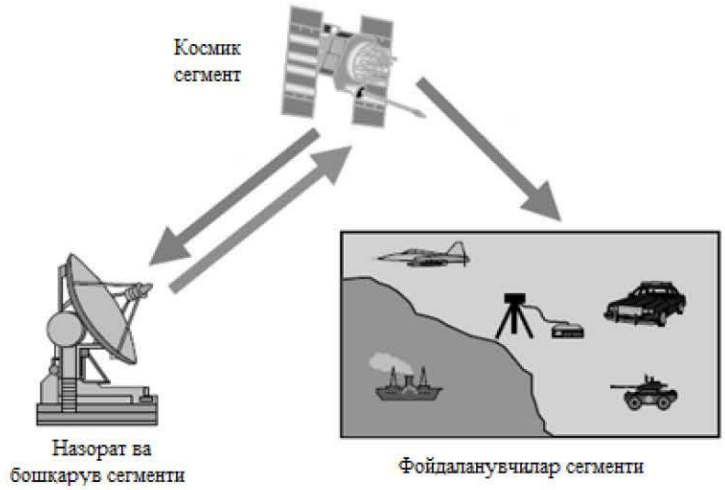
– sun’iy yo’ldosh qabul qilgichlariga maxsus bog’langan datchiklar (buylar, exolot, aneroid, magnitometr, raqamli fotokameralar va boshqalar) yordamida dala qidiruv ma’lumotlarini koordinatalar bilan ta’minlash va boshq.

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




*3.3-rasm.* **GNSYS ni turli maqsadlarda qo’llash**

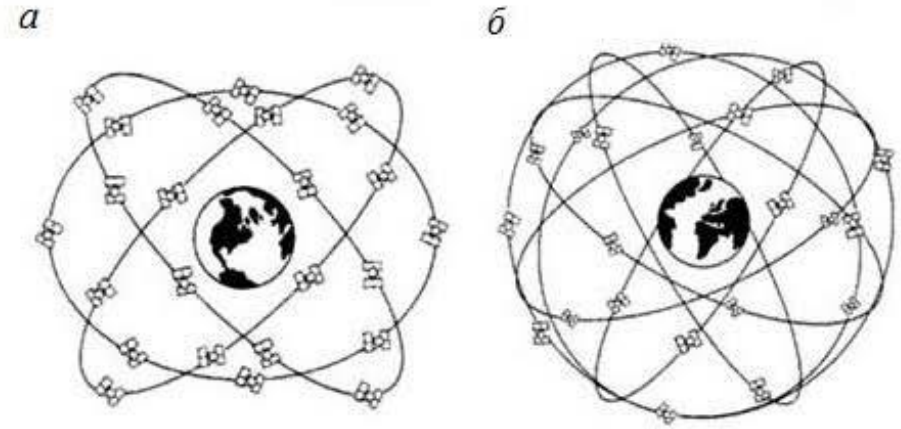
**GNSYS segmentlari.** GNSYStarkibida uchta asosiy segment amal qiladi: kosmik, nazorat va boshqarish hamda foydalanuvchilar segmenti (3.4-rasm).




*3.4-rasm.* **GNSYS segmentlari**

*Kosmik segment* GNSYS da Erning atrofida ma'lum orbitalarda harakatlanuvchi Erning 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.




*3.5-rasm.* **Sun'iy yo'ldoshlarning orbital guruhlari sxemasi:**
*a– GLONASS sistemasida; b– GPS sistemasida*

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

*Nazorat va boshqarish segmenti* er usti vositalari majmuasi bo'lib, butun sistema ishini uzluksiz kuzatadi va nazoratini amalga oshiradi. Nazorat va boshqarish segmenti kosmik apparaturani (KA) kuzatish stantsiyasi, aniq vaqt xizmati, hisoblash markaziga ega asosiy stantsiya va ma'lumotlarni sun'iy yo'ldosh bortiga yuklash stantsiyasidan iborat. Sun'iy yo'ldoshlar bir kunda ikki marotaba nazorat punkti uzra uchib o'tadi. Kuzatish stantsiyasida 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 stantsiya GPS sistemasini boshqaradi. Vozneseniya, Diego-Garsiya, Kvadjale va Gavayi orollarida joylashgan er usti stantsiyalari 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 stantsiyalari 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'ldoshapparaturasi va sun'iy yo'ldosh qabulqilgichi radiodalnomerni tashkil qiladi. Masofani o'lchashdaqabulqilgich 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 Mgts 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 modulyatsiya turiga duch kelgan L1 va L2 chastotalarda fazoda nurlanuvchi elektromagnit tebranishlar hisoblanadi.

Fazali o'lchashlarni 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'lchashlardan chiqarib tashlash uchun kerak bo'ladi. GPSda L1 chastotasi asosiy chastotadan 154 marotaba katta bo'lib, u 1575,42 Mgts 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 Mgts ga teng. Unga uzunligi 24,4 sm bo'lgan to'lqinlar to'g'ri keladi.

GLONASS da esa asosiy chastota 5,11 Mgts 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 Mgts 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 Mgts 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 echish uchun qo'shimcha geometrik ma'lumot kerak bo'ladi.

R kod ham L1 chastotada, ham L2 chastotada uzatiladi. Fuqarolik S/Akodi faqat L1 chastotada translyatsiyalanadi. 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 translyatsiyasi–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. kadrga birlashgan. Barcha ma'lumotlar 5 ta kadrdan iborat bo'lib, 2,5 minut vaqtni oladi. Uzatiladigan ma'lumot tezkor va tezkor bo'lmagan ma'lumotlarga bo'linadi. Tezkor ma'lumot (kadrdagi 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'lqinlarda 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 er massalari markazida joylashgan. *Z* o'qi shartli er qutbi (CTP – Conventional Terrestrial Pole) bo'yicha yo'nalgan bo'lib, aylanish o'qining ba'zi qayd qilingan o'rtacha holatiga mos keladi. Buni er aylanish o'qining vaqti-vaqti bilan Er tanasiga va yulduzlarga nisbatan joylashishi bilan izohlash mumkin. Rossiyada joylashgan shartli er qutbi***Xalqaro shartli boshlanish*** deb ataladi. *X* o'qi ekvatorning Grinvich meridiani bilan kesishgan erida 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'zgarmasligi, avvalo, geodezik tarmoqning sifatiga bog'liqdir. Efemerid aniqligini oshirish uchun o'lchashlar nafaqat nazorat va boshqarish stantsiyasidan, balki geodezik tarmoq punktlaridan ham amalga oshiriladi. Buning uchun, avvalo, Xalqaro GPS geodinamik xizmati, ya'ni IGS (International GPS Geodinamics 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 (Parametri Zemli, 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 er 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 er 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 proportsional bo'lib, radionur yo'lida elektronlar kontsentratsiyasi 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 meteosharoit– 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 portsial bosimida) hisoblangan.

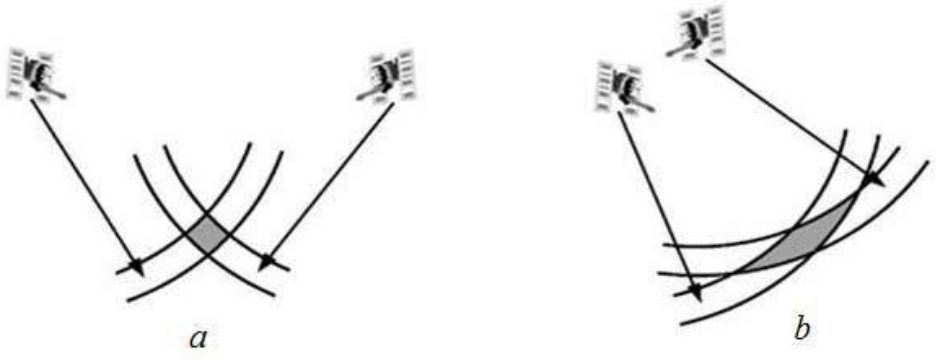
*3.2-jadval*

| $Z^0$ | 0 | 20 | 40 | 60 | 70 | 80 | 85 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_{атм}(м)$ | 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*...80°) signallarning atmosfera kechiktirishlari 10m dan oshadi, shuninguchun KA 10° vaayrimlarida 15+20° bo'lganidakuzatishlarolibborilmaydi. Ushbu

maqsaddasun'iyyo'ldoshningqabulqilgichidabalandlikbo'yichaniqobdebataladigan parametrlaro'rnatiladi, masalan, 15°. Ushbu o'rnatishdankeyinqabulqilgich 15° dan past gorizont ostidajoylashgansun'iyyo'ldoshlarsignallariniishlabchiqmaydi.

***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 proportsionaldir. 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 funktsional vazifalariga ko'ra quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

- navigatsionqabul 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 L2chastotalardagi signal fazasi;
- selektiv kod, Pkod va L1, L2 chastotalardagi signal fazasini qabul qiladigan turlarga bo'linadi.

Navigatsionqabul qilgichlar selektiv kodni qabul qilishni ta'minlaydi. Bunda ob'ekt koordinatalarini aniqlash xatosi 150–200 metrni tashkil qiladi.

Harbiy qabul qilgichlar Pkodni qabul qilish imkoniga ega va barcha diapazonlarda ishlashni ta'minlay oladi. Ob'ekt 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 echishda 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 ob'ekt 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 ob'ekt o'rnini 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 ob'ekt 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 antennaningqaratilish 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.

Qabul qilish moduli yo'ldosh generatori ishlashi bilan sinxronlashtirilgan kvarts generatori, signallarni ishlab chiqish protsessori, mikroprotsessor va xotiradan iborat. Antennaningkuchaytiruvchisidan signallar ularni ishlab chiqish protsessoriga uzatiladi, bu erda 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 erdan boshqarish pultidan berilgan buyruq bo'yicha displey ekraniga uzatiladi yoki tashqi xotira moslamasiga yoziladi.

GPS qabul qilgichining umumiy ko'rinishi 3.7-rasmda keltirilgan.



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

Yuqori aniq geodezik qabul qilgichlar amalda chiziqlarni5mm+1x10$^{-6}$ Daniqlikda o'lchashni ta'minlay oladi, bu erda $D$ – asos (bazis) chizig'ining uzunligi (5–10 km).

Barcha yo'ldosh qabul qilgichlari amaldagi davlat qonunlari, me'yoriy hujjatlar va qoidalarga asosan metrologik attestatsiya va sertifikatlashdan o'tishi shart.

Sun'iy yo'ldosh qabul qilgichlarining ichki o'rnatilgan dasturlari ularning ish rejimlariga asoslanib turli funktsiyalarni bajarishi mumkin: koordinatalar va navigatsiya parametrlarini hisoblash, koordinatalarni tuzatish, marshrut ma'lumotlarini tayyorlash, marshrut bo'yicha yurgizish, kompyuter bilan ikki tomonlama aloqa bog'lash va boshq.

Tashqi dasturlar qabul qilgich to'plamiga kiritiladi yoki alohida beriladi. Ular "menyu" va "sichqoncha" turidagi manipulyator sistemalari bilan boshqariladi.

Tashqi amaliy dasturlar topografik-geodezik ishlarga tegishli quyidagi vazifalarni amalga oshirishga mo'ljallangan:

- rejalash ishlari;
- kerakli miqdordagi yo'ldoshlardan ma'lumotlarni yozib olish;
- differentsial korrektsiyalash (to'g'rilash) dasturi uchun fayllar tuzish;
- differentsial korrektsiyalash;
- ma'lumotlarni grafik tasvirlash;
- asos (bazis) chiziqlarini hisoblash;
- koordinatalarni hisoblash va ularni boshqa sistemalarga o'zgartirish;
- o'lchashlar aniqligini baholash;
- ma'lumotlar bazasini shakllantirish;
- geodezik tarmoqni tenglash;
- berilgan masshtabdagi plan va kartani avtomatik texnologiya asosida tuzish va chop etish.

*3.3-jadval*

**Qabul qilgichlarning asosiy turlari va texnik tavsiflari**

| Asbob nomi | Firmaning nomi (ishlab chiqaruvchi davlat) | Statik differentsial rejimda o'lchash o'rta kvadratik xatosi | | | Boshqa tavsiflar | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Koordinatalar orttirmalari, $\tau_d$ | Masofalar, $\tau_s$ | Nisbiy baland-liklar, $\tau_h$ | Parallel kanallar soni | Dasturiyta'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 (Frantsiya) | $5+2ppm$ | $5+1ppm$ | $5-30$ | 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 (Shveytsariya) | $10+2ppm$ | $10+2ppm$ | 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) | - |

## 3.6. GNSY bilan kuzatishlarni bajarish va ma'lumotlarni ishlab chiqish usullari

Er sirtidagi punktlar o'rni (koordinatalari) GPS sistemasi yordamida avtonom va differentsial rejimda aniqlanadi. Avtonom rejim navigatsion va harbiy

qabul qilgichlar o'rnini aniqlashning asosiy usuli hisoblanadi. Bunda ob'ekt o'rni navigatsion yo'ldoshlar va bitta GPS qabul qilgichidan foydalanish asosida aniqlanadi.

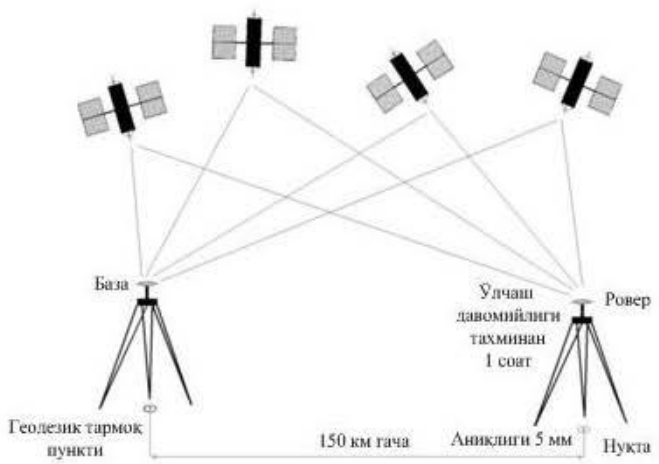
Differentsial rejim (DGPS) ob'ekt koordinatalarini yuqori aniqlikda topishga qaratilgan. U eng kamida ikkita qabul qilgichdan foydalanishga asoslangan bo'lib, ulardan biri koordinatalari ma'lum punktda o'rnatiladi va bazaviy stantsiya deyiladi, ikkinchisi harakatdagi stantsiya – rover hisoblanadi va u aniqlanadigan nuqtalarga o'rnatiladi. Koordinatalari aniq bazaviy stantsiya tuzatmalarni hisoblab, sun'iy yo'ldosh o'lchashlarini tuzatish (korrektsiyalash) uchun efirga kombinatsiyalashgan ma'lumotlarni uzatadi. Bu ma'lumotlar harakatdagi qabul qilgich rover stantsiyasi tomonidan qabul qilinib, bazaviy stantsiyadan uzatilgan tuzatma hisobga olinadi. Ish bajaruvchi joyning navbatdagi nuqtasiga o'tib GPS qabul qilgich tugmachasini bosishi bilan ushbu nuqtaning aniq koordinatalari bir daqiqada topiladi. Yuqori aniqlikni ta'minlash negizida koordinatalari ma'lum punktlardan foydalanish yotadi. Bu esa yo'ldoshdan 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.

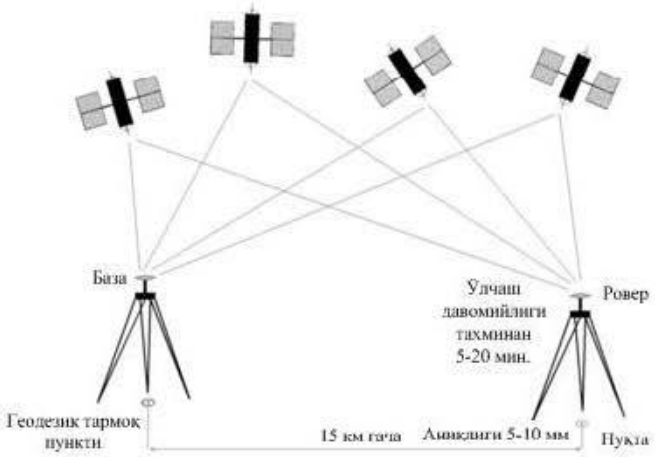
*Statika usuli* uzoqliklarni o'lchashda, geodezik tarmoqlarni rivojlantirishda, tektonik platformalar harakatini o'rganish va boshqalarda qo'llaniladi. Statika usuli yuqori aniqlikdagi o'lchashlarni bajarish uchun mo'ljallangan bo'lib, stantsiyada kuzatishlar muddati 1 soatni tashkil qiladi (3.8-rasm).

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.




*3.8-rasm.* **Statika usuli**

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



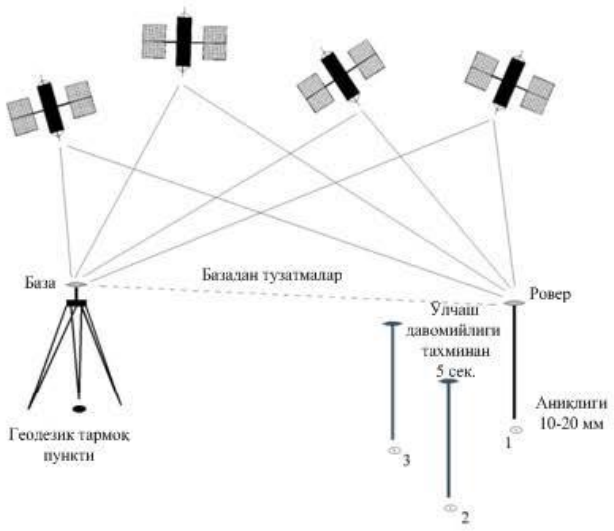

*3.9-rasm.* **Tezkor statika usuli**

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

*Kinematika usuli* topografik s'yomkalarni 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 chiziqning uzunligini 50 km bilan chegaralash tavsiya etiladi, bu esa, o'z navbatida, 1 santimetr aniqlikni ta'minlashga asos bo'ladi.

*RTK(Real Time Kinematics)usulida* real vaqt davomida o'lchash uchun bazaviy stantsiya 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 s'yomkalarni bajarish juda samarali hisoblanadi. Lekin radiomodemda ishlash uchun bazaviy stantsiya bilan harakatdagi stantsiyalar o'zaro ko'rinishi kerak. Bu real vaqtda santimetrli aniqlikni ta'minlaydigan yagona usuldir.




*3.10-rasm.* **RTK usuli**

### 3.7. Mobil kartaga olish sistemasi

Mobil kartaga olish sistemasi standart transport vositalarining tom qismiga mahkam o'rnatilgan bitta yoki bir nechta lazer skanerdan iborat modul hisoblanib, harakatdagi transport vositasidan ob'ektlarning 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 GPS qabul qilgich va fotoapparatlar ham kiritilishi mumkin. Bir soat davomida to'plangan ma'lumotlar maxsus dasturiy ta'minotlar yordamida qisqa fursat ichida ishlab chiqilishi mumkin.




*3.11-rasm.* **Mobil kartaga olish sistemasi**

Mobil kartaga olish sistemasi maydoni va kengligi bo'yicha katta hududlarda fazoviy ma'lumotlarni to'plash imkonini beradi. Ushbu sistema nafaqat alohida binolar yoki kichik hududlarni s'yomka qilishda, balki butun shaharlar hududlarining kartalarini tuzish yoki yuzlab kilometrli transport yo'laklarini s'yomka qilish imkonini beradi.

Mobil kartaga olish sistemasi quyidagi maqsadlarda qo'llanishi mumkin:

- relef, o'simliklar va shahar qurilmalarining raqamli kartalari va uch o'lchamli modellari (3D);
- loyihaoldi topografik s'yomkalari va muhandislik-qidiruv ishlarini bajarish;
- ijroviy s'yomkalarni 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.

TrimbleMX8fazoviy ma'lumotlarni va tasvirlarni yig'ish orqali joyning yuqori aniqlikdagi uch o'lchamli modelini hosil qilishga mo'ljallangan sistemadir.

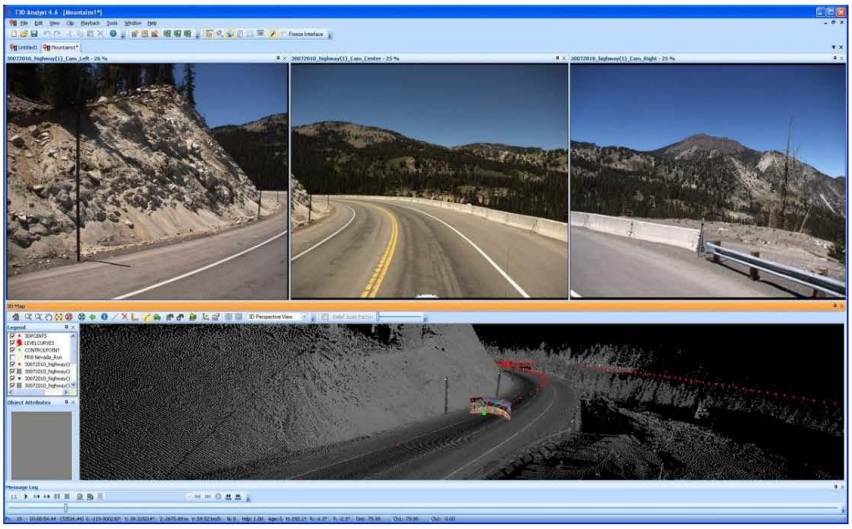
TrimbleMX8 sistemasi ikkita yuqori ishchanlikka ega lazer skaner va yuqori tezlikdagi raqamli kameradan iborat bo'lib, lazer skanerlar ob'ektlarni 360° kenglikkacha tasvirga olish imkonini beradi. Shuningdek, TrimbleMX8 tarkibiga kiruvchi pozitsirlash va orientirlashga mo'ljallangan POS LV sistemasi yordamida ob'ektlarning fazoviy o'rni haqida ishonchli ma'lumotlarni olish mumkin (3.12-rasm).




*3.12-rasm.* **TrimbleMX8mobil kartaga olish sistemasi**

TrimbleMX8 sistemasi yordamida mobil fotos'yomka va lazer skanerlash natijasida hosil qilingan nuqtalar to'plami (massivi) maxsus dasturiy ta'minotTrident Analyst yordamida ishlab chiqilishi mumkin. Trident Analyst yordamidas'yomka ishlarini boshqarish, tasvirlar va nuqtalar to'plamini ishlab chiqish, shuningdek, ob'ektlarni avtomatik tanib olish (raspoznavanie) mumkin. Buning natijasida qisqa vaqt ichida mobil s'yomka natijalaridan fazoviy ma'lumotlarni hosil qilish imkoniyati vujudga keladi.

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



*3.13-rasm.* **Trident Analyst yordamida ishlab chiqilgan mobil fotos'yomka va lazer skanerlash natijalari**

**Asosiy tushunchalar**

**GNSYS, GPS, GLONASS, Galileo, sun'iy yo'ldosh signali, qabul qilgich, mavhumuzoqlik, kinematika rejimi, statika rejimi, WGS-84, PZ-90, nazorat va boshqaruv segmenti, kosmik segment, foydalanuvchilar segmenti, kosmik apparatura (KA), mobil kartaga olish sistemasi, TrimbleMX8 mobil kartaga olish 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 printsipi qanday?
4. GNSYS da qanday segmentlar amal qiladi?
5. GPSva 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 funktsional 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. Mobil kartaga olish sistemasi nima va u qanday maqsadlarda qo'llaniladi?

# 4 -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 ob'ektlardan qaytayotgan nurlanishni qayd etish hisobiga amalga oshiriladi. Aero- va kosmik s'yomkada turli xil uzunlikdagi elektromagnit nurlanishlardan foydalaniladi. Ular optik (λ=0,01÷1000 mkm) va ultraqisqa to'lqinli (λ>1mm) radiodiapazonga bo'linadi. Optik diapazon, o'z navbatida, ultrabinafsha (λ=0,01÷0,40 mkm), ko'rinadigan (λ=0,40÷0,75mkm) va infraqizil (λ=0,75÷1000 mkm) spektr bo'limlariga ajratiladi (4.1-rasm).Ultraqisqa to'lqinli radiodiapazon millimetrli, santimetrli, detsimetrli va metrli diapazonlarga bo'linadi.

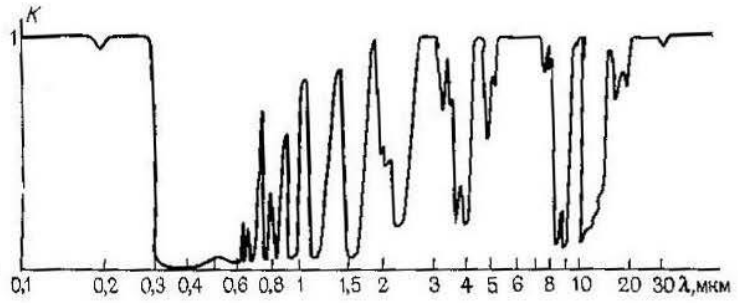
<table>
<tr><td colspan="14">Suratga olish va Erni masofadan zondlashda qo'llaniladigan elektromagnit nurlanishlar</td></tr>
<tr><td colspan="10">Optik diapazon<br>λ = 0.01 ÷ 1000 mkm</td><td colspan="4" rowspan="2">Ultraqisqa to'lqinli radiodiapazon<br>λ>1mm</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ultrabinafsha<br>λ = 0,01 ÷ 0,40 mkm</td><td colspan="5">Ko'rinadigan<br>λ = 0,40 ÷ 0,75 mkm</td><td colspan="3">Infraqizil<br>λ = 0,75 ÷ 1000 mkm</td></tr>
<tr><td>Uzoq ultra binafsha λ = 0.0</td><td>O'rta ultra binafsha λ = 0.2</td><td>Yaqin ultra binafsha λ = 0.3</td><td>Binafsha λ = (</td><td>Ko' k λ =</td><td>Havorang λ =</td><td>Yashil λ =</td><td>Sariq λ =</td><td>To'q sariq λ =</td><td>Qizil λ = (</td><td>Uzoq infra qizil λ = 0.7</td><td>O'rta infra qizil λ = 1.3</td><td>Yaqin infra qizil λ>3.0</td><td>Millimetrli</td><td>Santimetrli</td><td>Detsimetrli</td><td>Metrli</td></tr>
</table>

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

Passivs'yomkalarda qo'llaniladigan optik diapazonda asosiy nurlanish manbai Quyosh hisoblanadi. Quyoshdan nurlar dastasi ko'rinishida kelayotgan nurlar Erga radiatsiya sifatida tushadi. Quyoshdan er yuzasiga kelayotgan yorug'lik energiyasining deyarli barchasi (99,9%) to'lqin uzunligi λ=0,3÷4,0 mkm

ga teng bo'lgan spektral intervalga to'g'ri keladi. Er Quyosh energiyasini yutib, $\lambda$=4,0÷40 mkm uzunlikdagi to'lqinlarni 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'lqini uzunligiga bevosita bog'liq bo'ladi(4.2-rasm).




*4.2-rasm.***Atmosferaning to'lqinlarni 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 Erga etib kelgan nurlarga turli ob'ektlar turlicha ta'sir ko'rsatadi, ya'ni qisman yutiladi va sochiladi, ob'ektdan o'tib ketadi hamda bir qismi qaytariladi. Ana shu qaytgan nurlargina joyning fotosuratini hosil qilishda muhim o'rin egallaydi. Boshqacha qilib aytganda, er yuzasidagi ob'ektlarni o'rganishda asosan er yuzasidan qaytarilgan nurlanish muhim ahamiyat kasb etadi. Er yuzasidagi ob'ektlarning optik ko'rsatkichlarini o'rganish bilan tabiiy ob'ektlarni bir-biridan ajratish mumkin.

Ob'ektlarning optik xususiyatlarini o'rganishda quyidagi asosiy ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

1. Umumiy yorug'lik koeffitsienti.
2. Ikki ob'ekt yorug'liklarining farqi.
3. Turli yo'nalishdagi ob'ektlarning yorug'lik ko'rsatkichi–nur qaytarish indikatrisasi.

4. Turli uzunlikdagi elektromagnit to'lqinlarni qaytarish xususiyatini o'lchash uchun spektr yorug'lik koeffitsienti.

Ob'ektning 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).

*4.1-jadval*

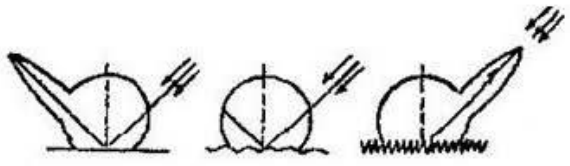
**Ayrim ob'ektlarning umumiy yorug'lik koeffitsientlari (ko'rinarli diapazonda o'lchangan)**

| Ob'ektning nomi | Umumiyyorug'lik koeffitsienti |
|---|---|
| Yangi yoqqan qor | 1,0 |
| Daryo muzi | 0,30 |
| **Suv sathi** | 0,07 |
| Kvarts qumlar | 0,20 |
| Qora tuproq | 0,03 |
| Boshqa tuproqlar | 0,15 |
| Donli ekinlar | 0,10 |
| Pichan | 0,15 |
| Shaharlar | 0,20 |
| Shosse | 0,30 |

Ob'ektga biror yo'nalish bo'yicha kelib urilgan yorug'lik kuchiga nisbatan ob'ektdan qaytgan nurlarning miqdori umumiy yorug'lik koeffitsienti deyiladi.

Ob'ektlarning optik xususiyatlarini o'rganishda ikki ob'ekt 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.

Ob'ektlar 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 indikatrisasi deyiladi.



*а* *б* *в*

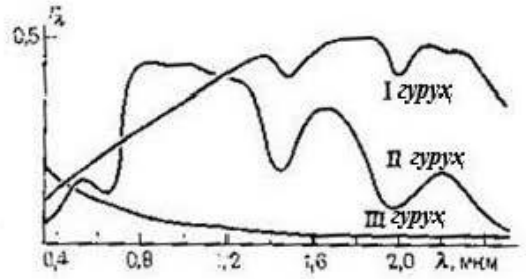
*4.3-rasm*. **Turli yuzalardan qaytgan nurlanishning indikatrisasi:**
*a– silliq yuzadan; b– barcha yo'nalishlarda nurlanishning yorug'ligi bir xil bo'lgan tekisliklar; v– o'yib ishlangan yuzalar*

Er yuzasidako'p tarqalgan ob'ektlar xromatik, ya'ni ma'lum rangda bo'ladi. Xromatik ob'ektlarning yorug'ligi har xil spektral zonalarda bir xil bo'lmasdan, spektr yorug'lik koeffitsienti bilan o'lchanadi. Bu ko'rsatkich tajriba yo'li bilan ob'ektlardan qaytgan nurlarni taqqoslash orqali aniqlanadi va grafik ko'rinishda tasvirlanadi. Spektr yorug'lik koffitsientini grafiklarning turli-tumanligiga qaramasdan umumlashtirib, 3 ta asosiy guruhga bo'lish mumkin(4.4-rasm).

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

2-guruh0,55–0,56 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'lqin uzunligi oshgan sari doimiy silliq pasayib boruvchi egridan iborat ob'ektlarning spektr yorug'lik koeffitsientidir. Ular suv sathi, qor, muz kabi ob'ektlarga xosdir.




*4.4-rasm*. **Tabiiy ob'ektlarning spektr yorug'lik koeffitsienti**

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

Ob'ektlardan qaytgan nurlanish aerofotoplyonkalarning yorug'lik sezgir qatlamida (qatlam bromli kumushdan iborat) qayd qilinadi. Aeros'yomka 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. Ob'ektlardan 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.

*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 |
| Izoxrom | 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 |

Rangli spektrozonal qatlamlar haqiqiy ranglarni ko'rsatmaydi, lekin ular ob'ektlarning ranglari orasidagi farqlarni kuchaytirib beradi. Suratda ranglari bilan bir-biridan keskin ajralib turadigan ob'ektlar 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 eksponyatsiya 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.

### 4.1.2. Aerokosmik s'yomkada qo'llaniladigan fotoapparatlar

Aerofotosuratlarni olishda ishlatiladigan fotoapparatlar suratlar orqali geometrik va fotogrammetrik o'lchashlarni olib borish imkonini berishi kerak.

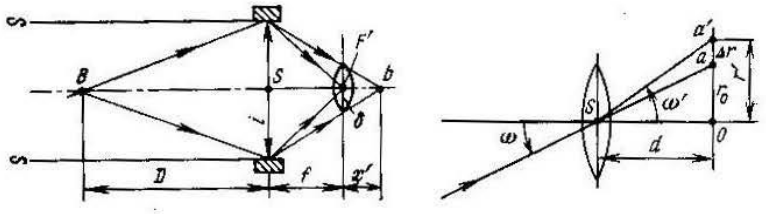
Aeros'yomkalarda suratga olishda ishlatiladigan vositalar ichida aerofotoapparatlar (AFA) markaziy o'rinni egallab turadi.

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 er 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 aerofotos'yomka sharoitlarida (tebranish, silkinish, havo temperaturasi tebranishi va h.k.) ob'ektivning optik xususiyatlarini saqlagan holda ishonchli ishlashni ta'minlovchi konstruktsiyaga 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 ob'ektning attestatiga yozib qo'yiladi. Fokus masofasiga ko'ra aerofotoob'ektivlar qisqa fokusli, o'rta va uzun fokusli turlarga ajratiladi. Fokus masofasiga qarab aerosurat masshtabi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

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

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

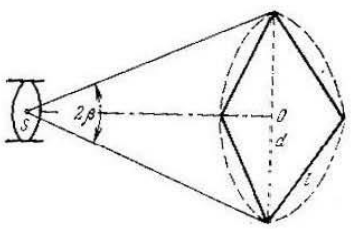
Aerofotoapparatning fokus masofasi, suratning o'lchami va ko'rish maydoni burchagi bir-biriga bog'liq (4.3-jadval).

*4.3-jadval*

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

| **Ob'ektiv turi** | Kadr formati $l_x x l_y$(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 $2\beta$(°) | Fokus masofasi,$f$(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 | - | | - |

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



*4.6-rasm.* **Aerofotoapparat ob'ektivining ko'rish burchagi va maydoni**

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

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

bu erda $d$ – kadr diagonali; $l$ – 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 ob'ektivdan 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- ob'ektivlarga o'rnatiladi.

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

Aerofotoob'ektivning yana bir xususiyati uningruxsat etish qobiliyati bilan aniqlanadi. Ruxsat etish qobiliyati ob'ektivning 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. Aerofotos'yomka turlari

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

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

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 ($\frac{1}{m} < \frac{1}{30000}$) aerofotos'yomka turlari mavjud.

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

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

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

Aerofotosuratlarning soni va joylashishi bo'yicha yakka kadrli, bitta marshrutli va ko'p marshrutli aerofotos'yomka turlari ajratiladi.

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

Bitta marshrutli aerofotos'yomkada joy uchish yo'nalishi bo'yicha suratga olinadi. Suratga olinayotgan ob'ektning turiga qarab aerofotos'yomka marshruti yo'nalishi to'g'ri, siniq yoki egri chiziq (masalan, daryolarni s'yomka qilishda) shaklida bo'lishi mumkin (4.7-rasm).



*4.7-rasm.* **Bitta marshrutli aerofotos'yomka**

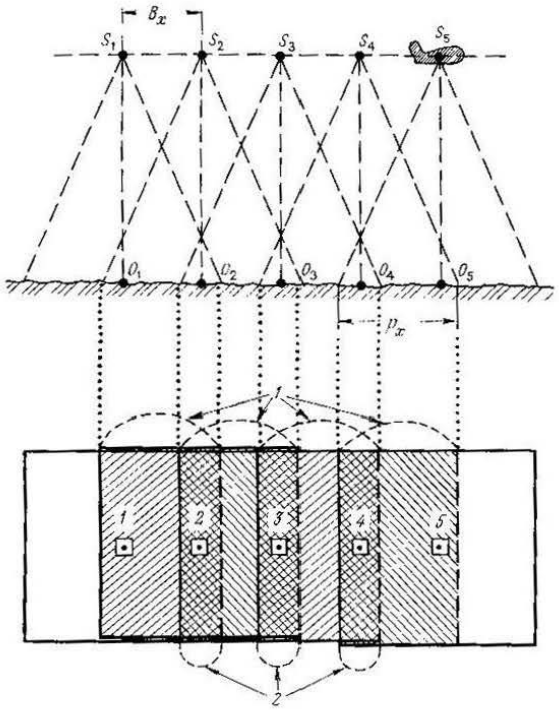
Bitta marshrutli aerofotos'yomkada ketma-ket olingan suratlar bir-birini bo'ylamasiga qoplab boradi. Ushbu qoplanish miqdori quyidagi ifoda yordamida topiladi:

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

bu erda $l_x$ – 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).



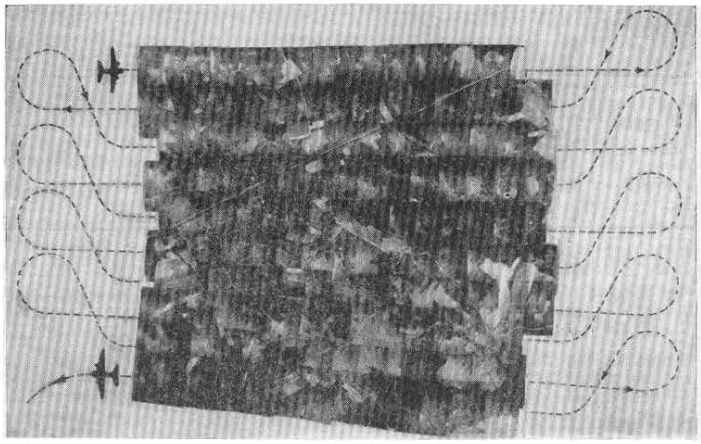

*4.8-rasm.* **Bitta marshrutli aerofotos'yomka va suratga olish bazisi**

Bitta marshrut yordamida suratga olish imkoni bo'lmagan ob'ektlar bir nechta parallel marshrutlar, ya'ni ko'p marshrutli aerofotos'yomka yordamida amalga oshiriladi (4.9-rasm).Ko'p marshrutli aerofotos'yomkada bir marshrutdagi suratlar ikkinchi marshrutdagi suratlar bilan ko'ndalangiga qoplanadi. 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 aerofotos'yomka 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:

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

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

bu erda $q_y$ – aerosuratning ko'ndalang qoplanish qiymati;$H$ – suratga olish balandligi; $h$– joyning o'rtacha nisbiy balandligi.



*4.9-rasm.* **Ko'p marshrutli aerofotos'yomka**

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 abstsissa o'qi bo'yicha (4.6), ordinata o'qi bo'yicha esa (4.7) formula yordamida topiladi:

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

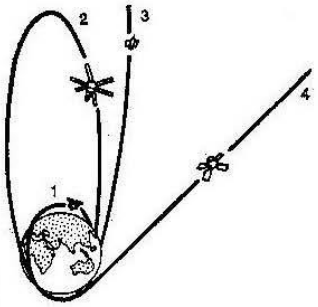
$$b_y = l(100 - q_y)/100, \qquad (4.7)$$

bu erda $b_x$ – 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 Erni masofadan zondlash, ya'ni er yuzasini turli xil s'yomka apparatlari bilan jihozlangan aviatsiya va kosmik uchish apparatlari yordamida kuzatish materiallaridan ham foydalaniladi. Er sirti kosmik kema va Erning 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 Erni sayyora sifatida o'rganishda suratga olish uchun foydalaniladi.

S'yomka apparatlarida qo'llaniladigan to'lqin uzunliklarining ishchi diapazoni mikrometrdan (optik diapazon) metrgacha (radiodiapazon) bo'lishi mumkin. Erni masofadan zondlash passiv va aktiv usullarda olib boriladi.

Passiv usul quyosh nurlanishiga asoslangan holda er yuzasidagi ob'ektlardan tabiiy qaytgan yoki ikkilamchi issiqlik nurlanishini qayd etish hisobiga, aktiv usul esa sun'iy manba yordamida ob'ektlarni 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, s'yomka proektsiyasi er yuzasiga chiziq shaklida tushgan. Keyinchalik s'yomka proektsiyasi er yuzasiga yo'lak shaklida tushadigan panorama tipidagi masofadan zondlash apparatlari

(skanerlar) vujudga keldi va keng qo'llanilmoqda.Hozirgi kunda ular yordamida olingan suratlarning ruxsat etish qobiliyati 0,6 m ni tashkil qiladi.

Erni masofadan zondlash kosmik kemalaridan asosan Erning tabiiy resurslarini o'rganish va meteorologiya masalalarini echishda foydalaniladi.

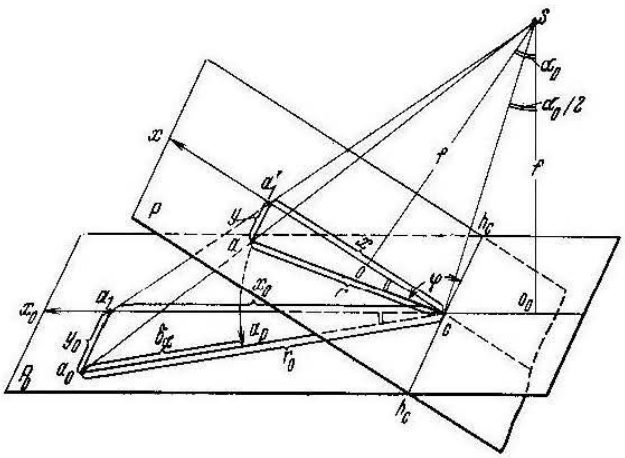
### 4.1.4. Aerofotosuratlardagi xatoliklar

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 relefi 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'rni gorizontal aerofotosuratdagi aynan shu nuqta holati bilan taqqoslanadi. Buning uchun bir proektsiya 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 proektsiyasi $x$, $y$ 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 xatolisnuqta(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 $a_1sa_0$ 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.

$$y_0 = \frac{f_y}{f - x\sin\alpha_0} \tag{4.8}$$

formuladan foydalanib,

$$\frac{r_0}{r} = \frac{f}{f - x\sin\alpha_0} \tag{4.9}$$

ni hosil qilamiz. (4.9) ga ko'ra quyidagilar hosil qilinadi:

$$\frac{r_0 - r}{r} = \frac{x\sin\alpha_0}{f - x\sin\alpha_0}, \tag{4.10}$$

$$\delta_\alpha = r_0 - r = \frac{rx\sin\alpha_0}{f - x\sin\alpha_0}. \tag{4.11}$$

4.11-rasmga ko'ra $x = r\cos(\varphi - 90^\circ) = r\sin\varphi$, u holda

$$\delta_\alpha = \frac{r^2\sin\alpha_0\sin\varphi}{f - r\sin\alpha_0\sin\varphi}. \tag{4.12}$$

Chiziqli xatolar $\delta_\alpha$ quyidagi xususiyatlarga ega:

1. $r$ qanchalik katta bo'lsa, ya'ni berilgan nuqta nol xatoli nuqtadan qanchalik uzoq bo'lsa, $\delta_\alpha$ qiymati shunchalik katta bo'ladi. $s$ nuqta uchun $\delta_\alpha = 0$, chunki $r = 0$, ya'ni nol xatoli nuqtada aerofotosuratning og'ishi hisobiga chiziqli xatolar yo'q.

2. $\delta_\alpha$ 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 $\delta_\alpha = 0$.

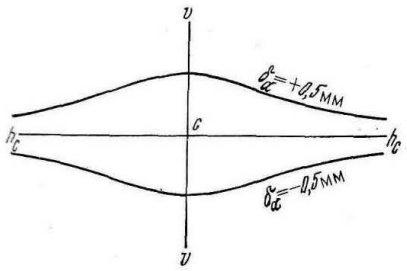
3. $f$ qanchalik kichik bo'lsa, $\delta_\alpha$ shunchalik katta bo'ladi.

4. $\delta_\alpha$ qiymati $\sin\varphi$ ning ishorasiga bog'liq holda musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. $h_ch_c$ chizig'idan yuqorida joylashgan nuqta uchun (haqiqiy gorizont chizig'i tomonda) $0 < \varphi < 180° - \sin\varphi$ musbat va bunga bog'liq holda $\delta_\alpha$ ham musbat (nuqta og'gan aerofotosuratda $s$ nuqtaga yaqinlashgan). $h_ch_c$ chizig'idan pastda joylashgan nuqtalar uchun $180° < \varphi < 360°$, shuning uchun $\sin\varphi$ manfiy va o'z navbatida, $\delta_\alpha$ ham manfiy (nuqta og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda $s$ nuqtadan uzoqlashgan).

5. Planli aerofotosuratlar uchun hisob ishlarini osonlashtirish maqsadida (4.12) formulani soddalashtirish, ya'ni $r\sin\alpha_0\sin\varphi\,\alpha \le 3°$ dagi $f$ ga nisbatan kichik bo'lgani uchun hisobga olinmaydi va uni quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

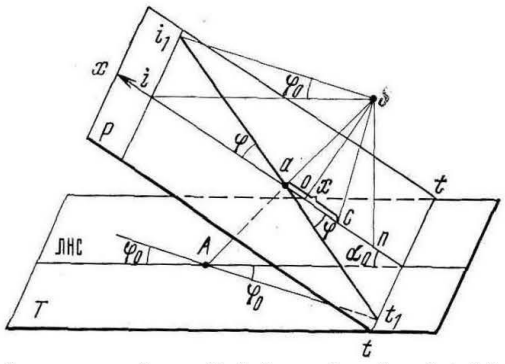
$$\delta_\alpha = \frac{r^2 \sin\alpha_0 \sin\varphi}{f}. \qquad (4.13)$$

6. $\delta_{\alpha_{max}}$ va $\varphi$ 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 $\delta_\alpha$ xatoligi teng chiziq deyiladi (4.12-rasm).



*4.12-rasm.* **Bir xil qiymatga ega bo'lgan chiziqli xatoliklar orqali o'tkazilgan egri chiziq**

***Burchakli xatolar***. Aerofotosuratda og'ish burchagi ta'sirida yo'nalishlar va burchaklarning xatolarga uchrashini aniqlash uchun joydagi burchakning gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi proektsiyasi orasidagi bog'liqlikni aniqlash kerak. Burchaklarning bog'liqlik formulasini chiqarish uchun 4.13-rasmdan foydalanamiz. $T$ predmet tekisligida uchish yo'nalishi chizig'i bilan $\varphi_0$ burchak hosil qiluvchi $At_1$ ixtiyoriy to'g'ri chiziq o'tkazilgan. Kartina tekisligida ushbu to'g'ri chiziqning proektsiyasi $ai_1$hosil qilingan.




*4.13-rasm.***Aerofotosuratda og'ish burchagi ta'sirida yo'nalish va burchaklarning xatolikka uchrashi**

$ai_1$ to'g'ri chizig'i bosh vertikal bilan kesishib,$\varphi_0$ burchakning proektsiyasi $\varphi$ burchakni hosil qiladi. Bu erda $x$ – nol xatoli nuqtalardan aerofotosuratdagi burchakning yuqorisigacha bo'lgan masofa.

$\varphi$va $\varphi_0$ burchak orasidagi bog'liqlikni ularning tangens munosabatlaridan aniqlaymiz:

$$tg\varphi_0 = \frac{ii_1}{iS}; \quad tg\varphi = \frac{ii_1}{ia}; \quad \frac{tg\varphi}{tg\varphi_0} = \frac{iS}{ia}. \tag{4.14}$$

Oldingi hosil qilingan formulalardan ma'lumki,

$$iS = \frac{f}{\sin\alpha_0}; \; ia = ic - x = \frac{f}{\sin\alpha_0} - x. \tag{4.15}$$

$iS$ va $ia$ qiymatlarini (4.14) ga qo'yib, quyidagini hosil qilamiz:

$$tg\varphi = \frac{tg\varphi_0}{1 - \frac{x}{f}\sin\alpha_0}. \tag{4.16}$$

(4.16) formuladan ko'rinib turibdiki:

1) agar $x=0$ bo'lsa,$tg\varphi = tg\varphi_0$, ya'ni og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratlarda burchak xatoligi bo'lmaydi;

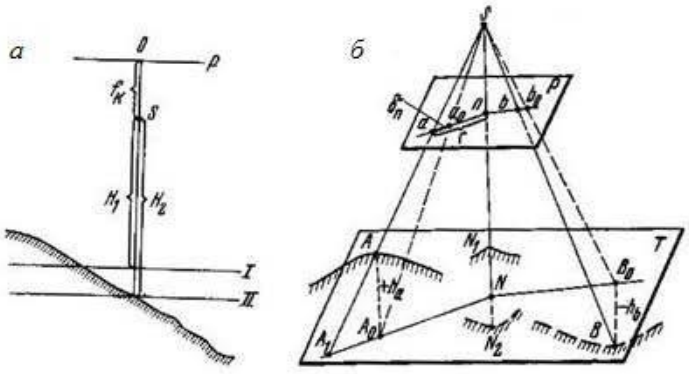
2) agar $x = ftg\frac{\alpha_0}{2}$, ya'ni burchak uchi aerofotosuratning bosh nuqtasida joylashgan bo'lsa,$tg\varphi = \frac{tg\varphi_0}{\cos\alpha_0}$ bo'ladi. Bu holda aerofotosuratdagi burchak joydagi burchakdan katta, chunki $\cos\alpha_0<1$;

3) agar $x = -\frac{f}{\cos\alpha_0}tg\frac{\alpha_0}{2}$, ya'ni burchak uchi aerofotosuratdagi nadir nuqtasida joylashsa,$tg\varphi=tg\varphi_0\cos\alpha_0$ 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:

$$\Delta\varphi_a = -\frac{x\alpha_0}{2f}\sin 2\varphi. \qquad (4.17)$$

***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.***Relef 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.

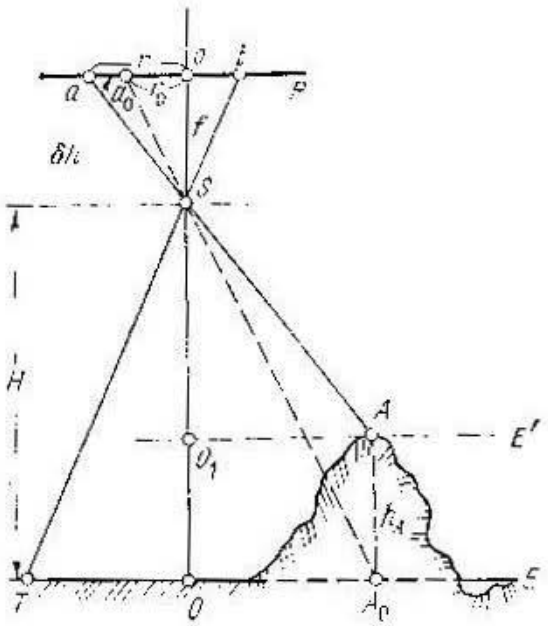
Joy relefi ta'sirida aerofotosuratda chiziqli xatolar ham kelib chiqadi, ya'ni nuqtalarning siljishi sodir bo'ladi. Agar nuqta joyda qandaydir tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lsa, u aerofotosuratda o'sha tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lmagan holda tasvirlanadi.

4.14-rasm, $b$ da$T$ gorizontal tekislikka nisbatan ($+h$ va $-h$) nisbiy balandlikka ega bo'lgan joydagi $A$ va $V$ hamda ularning aerofotosuratdagi proektsiyalari $a$ 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 gorizontal aerofotosuratda ixtiyoriy tanlangan nuqta uchun joy relefi ta'siridayuzaga keladigan chiziqli xato qiymatini ifodalaydigan formulani $SN=H$, $Sn=f$ holatda hosil qilamiz:

$$\frac{\delta_h}{A_0A_1}=\frac{f}{H};\ \delta_h=A_0A_1\frac{f}{H};\ \frac{A_0A_1}{h}=\frac{r}{f};\ A_0A_1=\frac{rh}{f};\ \delta_h=\frac{rh}{H}, \qquad (4.18)$$

bu erda $h$ – 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. Gorizontal aerofotosuratda joy relefi ta'sirida chiziqli xatolar joydagi nuqtaning nisbiy balandligiga hamda shu nuqtadan nadir nuqtasigacha bo'lgan masofaga to'g'ri proportsional, ya'ni aerofotosuratda $\delta_h$ qiymati nadir nuqtasidan uzoqlashgan sari ortib boradi.

2. $\delta_h$ ning qiymati musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Musbat ishorada nuqta aerofotosuratda nadir nuqtasidan uzoqlashgan, manfiy ishorada esa nadir nuqtasiga yaqinlashgan bo'ladi.

3. $\delta_h$ ning qiymati suratga olish balandligiga teskari proportsional bo'ladi. Agar uzun fokusli aerofotoapparatlar qo'llanilsa, berilgan masshtabdagi aerofotos'yomkani katta balandlikdan turib amalga oshirish kerak bo'ladi, chunki $H = fm$. Shunga bog'liq holda uzun fokusli aerofotoapparatning qo'llanilishi joy relefi hisobiga hosil bo'ladigan aerofotosuratdagi xatolarni kamaytiradi.

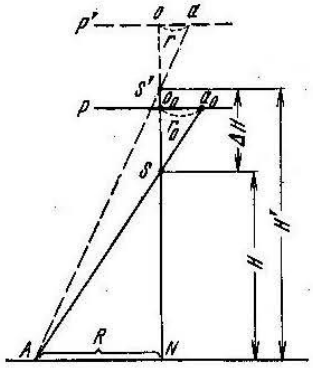
4. Nadir nuqtasida relef ta'sirida nuqtaning siljishi nolga teng, chunki nadir nuqtasi uchun $r = 0$.

5. Agar formulaga aerofotosuratdagi nuqta siljishining yo'l qo'yilgan qiymatini qo'ysak va $r$ masofani hisoblasak, joy relefi ta'sirida yuzaga keladigan

xatolarning chekli qiymati joylashgan maydon radiusini topamiz. Masalan, agar $f$ = 100mm, $N$ = 1200m, $h_{max}$= 20m, $\delta_{h(chekli)}$= 0,5mmbo'lsa, $r$ = 30mm.

***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 burchaklari xatoga uchramaydi. Masshtab o'zgarishi natijasida aerofotosuratdagi barcha nuqtalar birgalikda boshqa balandlikda turib amalga oshirilgan aerofotosuratda egallagan holatga nisbatan siljiydi. Bu erda faqat chiziqli xatolar kelib chiqadi.

4.16-rasmda joydagi $A$ nuqtaning berilgan $N$ balandlikdan olingan aerofotosuratdagi $a_0$ proektsiyasi va shu nuqtaning boshqa $N'$ balandlikdan olingan aerofotosuratdagi $a$ proektsiyasi 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,

$$r_0 = \frac{Rf}{H}; \qquad r = \frac{Rf}{H'}; \qquad \delta_h = \frac{Rf}{H} - \frac{Rf}{H'} = \frac{Rf(H' - H)}{H'H}. \tag{4.19}$$

Suratga olish balandligi farqi $N$–$N'$ ni $\Delta N$ bilan belgilab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\delta_{\Delta H} = -\frac{r\Delta H}{H}, \tag{4.20}$$

bu erda $r$ – 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.

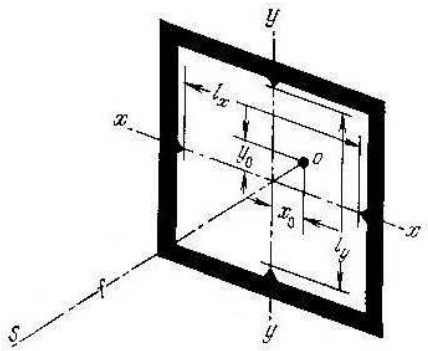
Yuqorida keltirilgan xatolarni tahlil qilib shunday xulosaga kelish mumkinki, nuqta aerofotosuratning markazidan uzoqlashgan sari uning xatoligi ortib boradi, aerofotosurat bosh nuqtasi atrofida yo'l qo'yilgan xatolar chegarasi aerofotosuratning ishchi maydonini belgilab beradi.

### 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 proektsiyalash markazining joylashgan o'rnini aniqlovchi kattaliklarga aerofotosuratning ichki orientirlash elementlari deyiladi.



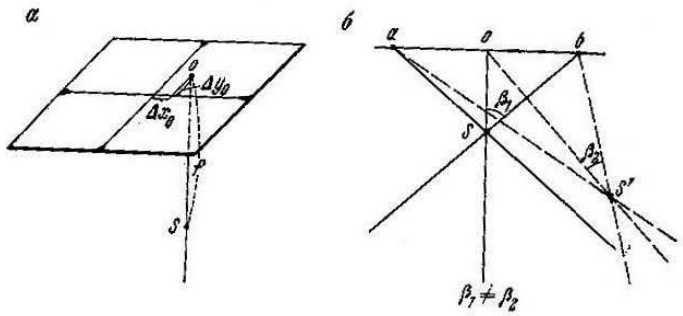

*4.17-rasm.* **Aerofotosuratning ichki orientirlash elementlari**

Ularga aerofotosuratning bosh nuqtasi koordinatalari $x_o$, $u_o$ va aerofotoapparat ob'ektivining fokus masofasi $f$ kiradi(4.17-rasm). Suratning bosh nuqtasi koordinatalari nuqtaning yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida

joylashgan o'rnini aniqlaydi. Bu erda koordinatalar boshi sifatida koordinatalar belgilarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqning kesishishidan hosil bo'lgan nuqta olinadi.

Agar bosh nuqta to'g'ri chiziqning kesishgan nuqtasiga mos kelsa, u holda uning koordinatalari $\Delta x_o$, $\Delta u_o$ nolga teng bo'ladi (4.18-rasm, *a*). Aks holda aerofotoapparat pasportida $\Delta x_o$, $\Delta u_o$koordinatalari va $f$ fokus masofasi yozib qo'yiladi.

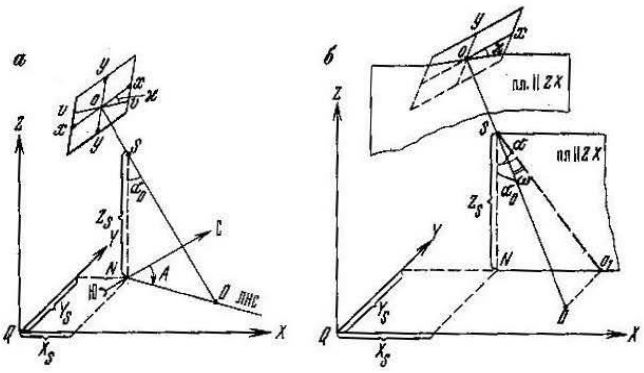
Ichki orientirlash elementlari suratga olish vaqtida mavjud bo'lgan loyihalash nurlarining bog'liqliklarini qayta tiklash imkonini beradi (4.18-rasm,*b*).




*4.18-rasm.* **a–bosh nuqtaning o'rnini aniqlash; b–suratga olish vaqtida mavjud bo'lgan loyihalash nurlarini qayta tiklash**

### 4.2.2. Tashqi orientirlash elementlari

Joydagi koordinatalar sistemasiga nisbatan suratning va proektsiyalash 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 sistemasi qo'llaniladi (4.19-rasm).




*4.19-rasm.* **Tashqi orientirlash elementlari:**
*a–kombinatsiyalashgan s'yomkada; b–stereotopografik s'yomkada*

Ulardan biri kombinatsiyalashgan s'yomkada, ikkinchisi esa stereotopografik s'yomkada qo'llaniladi. Birinchi sistema tashqi orientirlash elementlariga $X_S$, $Y_S$, $Z_S$, $\alpha_0$, $A$, $\eta$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);

$\alpha_0$ – aerofotosuratning gorizontal tekislikka nisbatan og'ish burchagi yoki aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi;

$A$ – aerofotos'yomka yo'nalishi azimuti;

$\eta$ – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi (bosh nuqta atrofida) – bu fotosuratdagi abstsissa o'qi va bosh vertikal orasidagi burchak.

Ikkinchi sistema aerofotosuratni tashqi orientirlash elementlariga $X_S$, $Y_S$, $Z_S$, $\alpha$, $\omega$, $\eta$ kattaliklar kiradi (4.19-rasm,*b*):

$X_S$, $Y_S$, $Z_S$ – proektsiyalash markazining uchta to'g'ri burchakli koordinatalari;

$\alpha$ – aerofotosuratning bo'ylama og'ish burchagi, ya'ni abstsissa o'qi yo'nalishidagi og'ish burchagi. Bu burchak $QXZ$ koordinata tekisligiga parallel, shovun tekisligiga to'g'ri bo'lgan tekislikka optik o'qning proektsiyasi natijasida hosil bo'ladi. $\alpha$ burchagi shovun chizig'idan abstsissa o'qining musbat yo'nalishi tomoniga tushsa musbat bo'ladi;

$\omega$ – 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 proektsiyasi orasida hosil bo'ladi. $\omega$ burchagi optik o'q proektsiyasidan ordinata o'qining manfiy yo'nalishi tomoniga tushsa musbat hisoblanadi;

$\eta$ – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi – bu fotosuratdagi abstsissa 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 proektsiyalash 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

$$\sin\nu = \frac{B_z}{B}, \qquad (4.21)$$

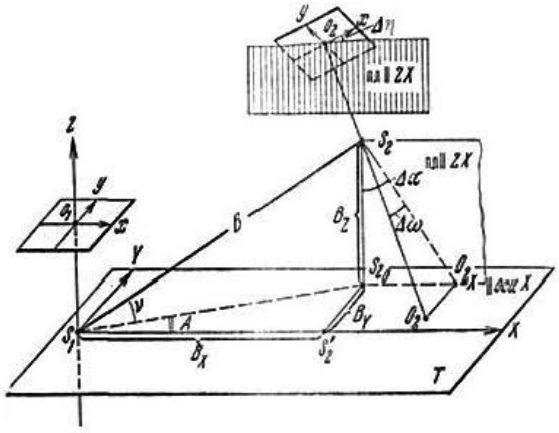
bu erda $\nu$– bazisning qiyalik burchagi.

$S_{20}S_2^1 = B_y$ 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 proektsiyasi hisoblanadi.

$X$ o'qiga bazisning ortogonal proektsiyasi bo'lmish $Vx$ 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:

$$B = \sqrt{B_X{}^2 + B_y{}^2 + B_Z{}^2}\,. \qquad (4.22)$$

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 proektsiyalari esa *bx*, *bu*, *bz* bilanbelgilanadi.




*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 proektsiyasi hisoblanadi. $\Delta\alpha$ va $\Delta w$ 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 aerosuratningabstsissa o'qiga nisbatan chapining og'ishini ko'rsatadi.

$\Delta w$–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 abstsissa o'qi uning bosh nuqtasidan o'tuvchi va *Z*hamda*X*o'qlariga parallel *Q* tekislik bilan suratni kesadigan chiziq 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 aerofotos'yomka uchun (aerofotosuratlarning qiyalik burchaklari kichik bo'lganda) ushbu bog'lanishni taxminiy formulalar orqali ifodalash mumkin:

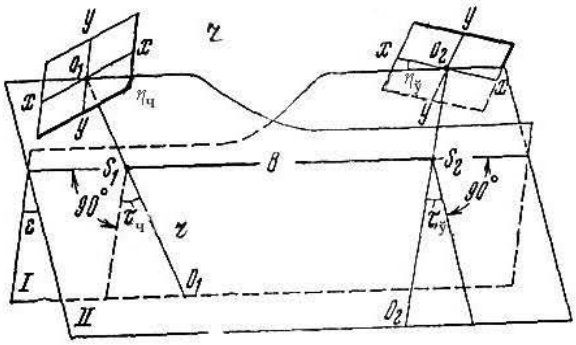
$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= \alpha_{o'} - \alpha \\ \Delta w &= w_{o'} - w_{ch} \\ \Delta\eta &= \eta_{o'} - n_2 \end{aligned}\right\} . \qquad (4.23)$$

$$V_z = Z_{So'} - Z_{Sch}$$

$$V_u = U_{So'} - U_{Sch}$$

Marshrutdagi birinchi aerofotosuratning tashqi orientirlash elementlari va barcha qo'shni suratlarning o'zaro orientirlash elementlarini bilib, (4.23) formulalar bo'yicha marshrutdagi barcha aerofotosuratlarning tashqi orientirlash elementlarini hisoblash mumkin.

Bazis sistemadagi aerofotosuratlarning o'zaro orientirlash elementlariga beshta burchak kiradi: $\tau_{ch}$, $\tau_{o'}$, $\varepsilon$, $\eta_{ч}$ va $\eta_{ў}$ (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**

$\tau_{ch}$– chap aerofotosurat bosh optik o'qining bazisga perpendikulyarlikdan og'ish burchagi bo'lib, u chapdagi aerofotosuratning bosh bazis tekisligida yotadi.

$\tau_{o'}$ – 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 manfiyhisoblanadi.

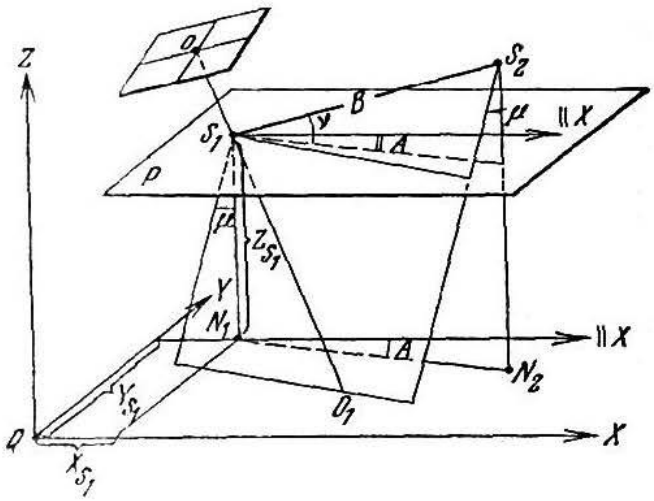
ε– qo'shni aerofotosuratlarning ikki bosh bazis tekisliklari orasidagi burchak hisoblanadi. Agar o'ng aerofotosuratning bosh bazis tekisligi ordinata o'qining manfiy tomoniga chetlansa,u musbat hisoblanadi. Har bir aerofotosuratning o'z tekisligidagi burilish burchaklari bo'ladi.

Bazis sistemada aerofotosuratlarning o'zaro orientirlash elementlari va to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi orasida bog'lanish mavjud bo'lib, uni planli aerofotos'yomkada taxminiy formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\left.\begin{aligned}\Delta\alpha &= \tau_{o'} - \tau_{ch}\\ \Delta w &= \varepsilon\end{aligned}\right\}. \qquad (4.24)$$

$$\Delta\eta = \eta_{ў} - \eta_{ч}$$

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'riburchakli 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 $X_{S1}$, $U_{S1}$, $Z_{S1}$, $\alpha_1$, $W$, $\eta$, $B_x$ (4.22- rasm).




*4.22-rasm.* **Tashqi orientirlash elementlari**

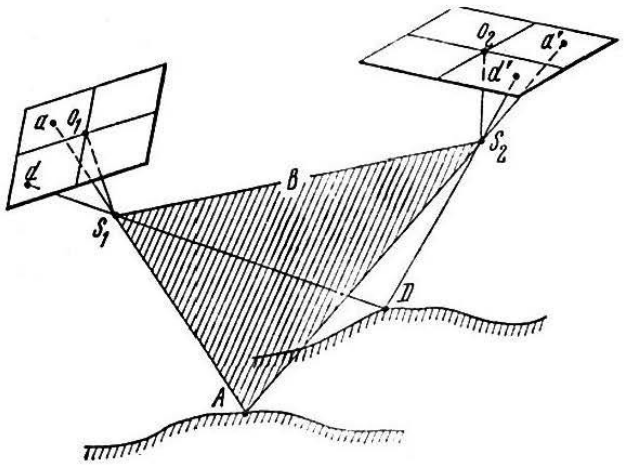
Agar o'zaro orientirlash elementlari bazis sistemasida qo'llanadigan bo'lsa, unda aerofotosuratlar juftining tashqi orientirlash elementlariga $X_{S1}$, $U_{S1}$, $Z_{S1}$– bazis chap uchining koordinatalari, $V$ – gorizontal tekislikka nisbatan bazisning qiyalik burchagi, $A$– bazis azimuti yoki $X$ o'qidan bazisning chetlanish burchagi, $\mu$ – birinchi aerosuratning bosh bazis tekisligi va tik bazis tekisligi orasidagi burchak,$V$– suratga olish bazisiuzunligi kiradi(4.22-rasm).

## 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 aerosuratlarning stereoskopik jufti yoki qisqacha stereojuft deb ataladi.

Aerosuratlarning stereojufti bo'yicha fotogrammetrik masalani echish asosida fazoviy kesishtirish printsipi 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).



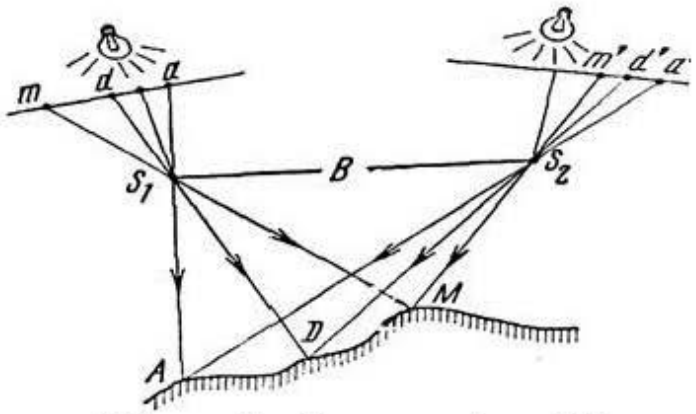

*4.23-rasm.* **Fazoviy kesishtirish**

Joydagi har bir nuqta ikki qo'shni aerosuratga proektsiyalanadi va shuning uchun u ikki proektsiyalanuvchi 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 echish mumkin. Masalan, aerosuratlar bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini analitik usulda aniqlash mumkin, ya'ni aerosuratlarning 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 s'yomka 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 asboblar deb ataladi. Agar aerofotosuratlar bo'yicha s'yomka paytidagiga o'xshash kesishtirishlar yaratilsa, unda bir nomdagi proektsiyalovchi 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.

Fazoviy kesishtirish printsipida aerofotosuratlar jufti bo'yicha nuqtalar koordinatalarini aniqlash universal va differentsial usullarda bajarilishi mumkin. Universal usulda nuqtaning har uchala koordinatalari birdaniga aniqlanadi. Shunda aerosuratlar jufti orqali planni tuzish ishlari bitta bajaruvchi tomonidan bitta universal asbobda bajarilishi mumkin. Barcha analog asboblar universal asboblar hisoblanadi.




*4.24-rasm.* **Joyning geometrik modeli**

Differentsial usulda aerosuratlar ishlab chiqilib, nuqtalar planli 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. Differentsial usul asboblariga, masalan, fototransformatorlar, aerosuratlarda relefni chizish uchun qo'llaniladigan topografik stereometr, oddiy stereoskoplar va boshqalarni kiritish mumkin.

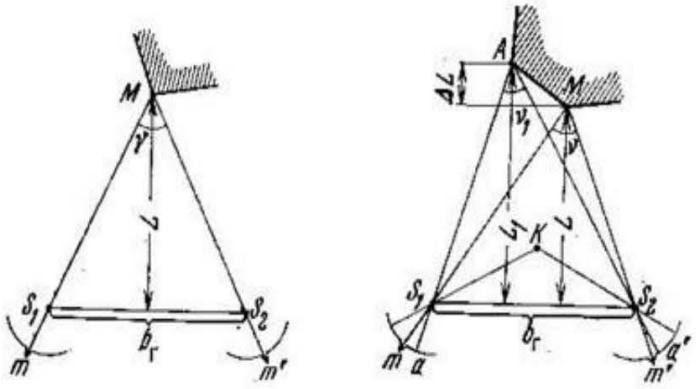
Differentsial usulga ko'ra universal usul ma'lum afzallikka ega. Aerosuratlar jufti bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini aniqlash masalasi universal usulda qat'iy hal qilinadi, vaholanki differentsial usulda ishlarning sodddalashtirilgan usullari qo'llanilib, taxminiy formulalar ishlatiladi. Shu sababli aerofotosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini topish aniqligi universal usulda differentsial usulga nisbatan yuqori. Joydagi katta nisbiy balandliklar va aerosuratlardagi katta qiyalik burchaklarining mavjudligi universal usulda aerosuratlarni ishlab chiqishda qiyinchilik tug'dirmaydi va differentsial 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 echim qobiliyati yoki o'tkirlikka ega. Monokulyar ko'rinishning o'tkirligi – bu ko'zning kuzatish ob'ektini 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 konvergentsiya xossasiga ham ega. Konvergentsiya 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 konvergentsiya burchagi deyiladi.




*4.25-rasm.* **Konvergentsiya burchagi**

4.25-rasmda $S_1$ va $S_2$– ikki ko'z gavharining markazi, $\gamma$ – konvergentsiya burchagi, $b_g$ – ko'z bazisi, ya'ni gavharlar(xrustalik) markazi orasidagi masofa,$L$– ko'z bazisidan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa,$m$ va $m^1$– ikki ko'zning to'rchasida $M$ nuqtaning tasviri. Ko'zning bazis qiymati har xil odamlarda har xil bo'lib, o'rtacha 65mm ga teng.

Konvergentsiya 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:

$$\gamma = \frac{b_k}{L}\rho \text{ yoki } L = \frac{b_k}{\gamma}\rho, \qquad (4.25)$$

bu erda $\rho$ – 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.

Predmetning relefligini ko'rishqobiliyatigastereoskopik ko'rish o'tkirligi deb aytiladi. Unda parallaktik burchaklar $\Delta\nu_{min}$ 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 $\Delta\nu_{min}$ 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 parallaksga 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 masshtabliligini11% dan ko'p yo'l qo'ymaslik (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 s'yomka paytida oftob qaysi tomonda bo'lsa, yorug'lik manbasini o'sha tomondan joylashtirish kerak, chunki bu stereoeffekt hosil qilishni osonlashtiradi.

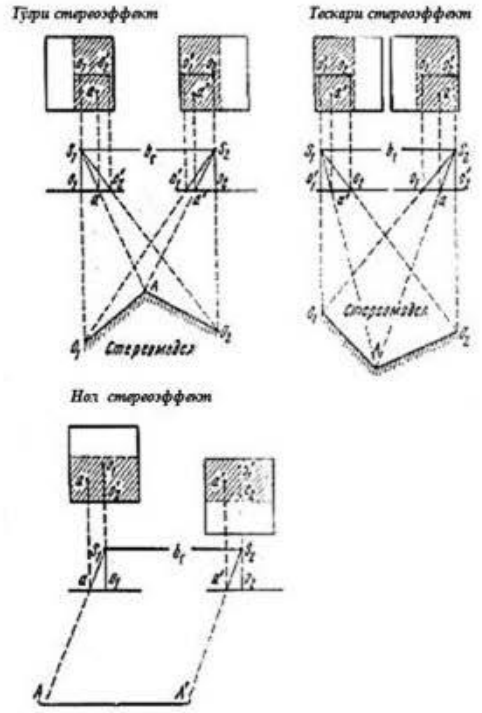
Suratlar bo'yicha turli ko'rinishdagi stereoeffektlarni kuzatish mumkin: to'g'ri, teskari va nol.

To'g'ri stereoeffektni hosil qilish uchun suratlarni shunday joylashtirish kerakki, ularni qoplashzonalari suratlarning 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 suratlarning 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 birlashtiruvchi chiziqlar esa unga taxminan parallel bo'lsin (4.26-rasm, *v*). Nolstereoeffektda ikki suratning tasviri bir deb tasavvur qilinadi, lekin stereomodel tekis bo'ladi (26-rasm, *b*).




*4.26-rasm*. **Aerofotosuratlar bo'yicha hosil qilingan stereoeffekt**

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 rasmli usullar qo'llaniladi.

Stereofotogrammetrik asboblarda ko'pincha optik binokulyar sistemalar yordamida fotosuratlar kuzatiladi. Bunday sistemalarda qo'llaniladigan oynalar, linzalar va prizmalarshunday 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 proektsiyalanadi 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 joyni bevosita ko'rib chiqish, ya'ni aerofotos'yomka yoki kosmik s'yomka 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 loyihasini ishlab chiqish.

Yig'ilgan materiallar ichida eng asosiysi aerofotos'yomka materiallari, qolganlari esa yordamchi materiallar hisoblanadi. Transformatsiya qilingan aerofotosuratlarda stereofotogrammetrik usul yordamida joydagi o'zgarishlar aniqlanadi va kartaga ko'chiriladi yoki aerofotosuratlardan tuzilgan fotoplanlarda barcha ob'ektlar deshifrovka qilinadi.

Suratlarni deshifrovka qilish joyning fotosuratidagi ob'ektlarni 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 ob'ektlarni chizish, xatolarni to'g'rilash va tayyor mahsulotni topshirish.

Suratlarni deshifrovka qilish joyda ob'ektlarning fazoviy tarqalish qonuniyatlari bilan birga fotosuratlarning 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 – ob'ektlarning 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 er yuzasi to'g'risida umumlashtirilgan axborot olish, ya'ni er 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 ob'ektlarni 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 echish va er yuzasini o'rganish uchun joyni regional va tipologik rayonlashtirish maqsadida amalga oshiriladi.

Tarmoqli deshifrovka qilishning ko'p turlarini ajratish mumkin. U asosan er yuzasi va atmosferada joylashgan ob'ektlarning alohida xususiyatlari va qonuniyatlarni aniqlash va shu bilan bog'liq bo'lgan vazifalarni echish 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 ob'ektlarnibevosita 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 ob'ektlarning tasvirini samolyot yoki vertolyotdan turib aniqlashdan iborat. Bu usul ish unumdorligini oshirish bilan birga sarf-xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga suratlarni deshifrovka qilishning bu usuli ob'ektlarni qisqa vaqt ichida tez orientirlash, anglash va topish bo'yicha operatorlardan maxsus tayyorgarlikni talab qiladi.

3. Kameral usul ob'ektlarni anglash, topish va ularning tavsiflarini aniqlashni dalaga chiqmasdan fototasvir xususiyatlarini o'rganish hisobiga amalga oshirishni nazarda tutadi. Suratlarni kameral deshifrovka qilishda bir echimga kelish uchun suratda aniq qiyofada tasvirlangan ob'ektlarning belgilari asos bo'lib xizmat qiladi.

4. Suratlarni deshifrovka qilishning kombinatsiyalashgan usulida ob'ektlarni 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 ob'ektlarni, 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 echish 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 qilishusuli***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 ob'ektlarning fototasviri asosida uning xususiyatlari va statistik tavsiflari orasidagi korrelyatsion bog'liqlikdan foydalanish asosida amalga oshiriladi. Bunda fototasvirning fotogrammetrik (o'rtacha zichlik, optik zichlikning korrelyatsion funktsiyalari), geometrik (o'rtacha kattalik, qiyalik) va boshqa tavsiflaridan foydalaniladi.

Fotoelektron usul mikrofotogrammetrik usulga o'xshash bo'lib, bu erda ma'lumotlar vaqtning o'zida olinadi va parallel ravishda qayta ishlanadi. Bu ishlar "pertseptron" tipidagi qurilmalar yordamida bajariladi.

Fazoviy filtratsiya usuli ob'ekt xususiyatlari va uning tasvirdagi fazoviy chastotadagi spektrlar orasidagi korrelyatsion 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 echimga 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 ob'ektlar tasnifi muhim ahamiyat kasb etadi (4.4 -jadval).

*4.4-jadval*

**Deshifrovka qilish jarayonida ob'ektlarning tasnifi**

| **Ob'ektlarni tasniflashprintsiplari** | **Ob'ektlarning tasnif guruhlari** | **Misollar** |
|---|---|---|
| Aerofotosuratlarni deshifrovka qilishturlari bo'yicha | Topografik | Aholi punktlari, gidrografiya, o'simlik, yo'llar, muhandislik inshootlari |
| | Landshaft | Tekislik, tog', cho'l |
| | Geologik ob'ektlar | Er yuzasidagi yoriqlar, relef strukturasi |
| Ob'ektlarning 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 |
| Ob'ektlarning tarkibi bo'yicha | Oddiy | Alohida uy, daraxt, ko'prik |
| | Murakkab | Aholi punktlari, o'rmon, aerodrom |
| Quyosh nurini qaytarishi bo'yicha | Kam kontrastli | Botqoqliklar, haydalma erlar |
| | Kontrastli | Aholi punktlari, o'rmonlar |
| | Yuqori kontrastli | Sun'iy qoplamali yo'llar, suv ob'ektlari |
| Ob'ektlarning mavjudligi bo'yicha | Dinamik | Dengiz muzliklari, bulutlar |
| | Statsionar | Gidrografiya, aholi punktlari, aloqa yo'llari |

Suratlarni deshifrovka qilishto'g'ri va to'ldiruvchi deshifrovka qilish belgilari asosida amalga oshiriladi. To'g'ri belgilar bu ob'ektning tabiatdagi tavsiflari – shakli, o'lchami, rangi, soyasi, tarkibi. To'ldiruvchi belgilar – ob'ektlar 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 ob'ektlarning xususiyatlariga aytiladi. Unga shakl, o'lcham, rang, tarkib, tasvirlangan ob'ektning soyasi kiradi.

Tasvirning shakli – bu ob'ekt va uning xususiyatlarini anglashdagi to'g'ri deshifrovka qilish belgisidir. Deshifrovkachi ko'z bilan kuzatganda birinchi navbatda predmetlarning shaklini ajratadi. Aerokosmik suratlarda ob'ektlarning 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'zilgan tabiiy ob'ektlarga 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. Ob'ektning haqiqiy o'lchami

masshtab orqali $L = lm$ ifoda yoki boshqa aniq ob'ektlar bilan taqqoslash orqali quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$L = \frac{L'l}{l'}, \qquad (4.26)$$

bu erda $L$– aniqlanayotgan ob'ektning haqiqiy uzunligi;$L'$– aniq ob'ektning haqiqiy uzunligi;$l$– aniqlanayotgan ob'ektning suratdagi uzunligi;$l'$ – aniq ob'ektning suratdagi uzunligi;$m$ – suratning masshtabi.

Tasvir kontrastligi – inson ko'zi oq-qora tasvirning 25 xil darajasini ajratadi. Tasvirning bu belgisi ob'ektning quyosh nurini qaytarishiga bog'liq.

Tasvir rangi – rangli suratlarda ob'ektlarning tabiatdagi ranglari tasvirlanadi, bu ham asosiy deshifrovka belgilariga kiradi.

Ob'ektning soyasi – bu belgi ijobiy yoki salbiy bo'lishi mumkin. Ijobiy bo'lgandaob'ektlar soyasi ob'ektlar yoki ularning tavsiflarini aniqlashga imkon beradi. Salbiy bo'lganida esa soya boshqa ob'ekt va ularning elementlarini yopib qo'yadi. Ob'ektning soyasi orqali ularning balandliklarini aniqlash mumkin. Bunda suratning masshtabi yoki aniq ob'ektlar asosida quyidagi formula orqali ob'ektning balandligi aniqlanadi:

$$h = \frac{h'l}{l'}, \qquad (4.27)$$

bu erda $h$ – aniqlanayotgan ob'ektning 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. Ob'ektning rangi – qishloq xo'jaligi erlari sug'orilganda boshqa rangda bo'ladi.

***Aholi punktlarini deshifrovka qilish.***Suratdan turli aholi punktlarini deshifrovka qilishmurakkab jarayondir. Yakka inshootlar,shuningdek, zich joylashgan aholi punktlari suratlarda boshqa ob'ektlarga 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 punktlarideshifrovka 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 tartibsizinshootlar – 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, stantsiya, raz'ezdlarning mavjudligidir.

Avtostradalar – eni 14 m dan kam bo'lmagan, har qanday avtotransport 120 km/s tezlikda harakatlana oladigan 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 kontrastliligi 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.

***Gidrografiyani deshifrovka qilish.***Gidrografiyani deshifrovka qilishda barcha suv ob'ektlarining chegaralari ko'rsatilishi shart. Ularning qirg'oq chegaralari quyidagi guruhlarga 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 ob'ektlari qirg'oqlari.

Suratlardan ochiq suv havzalarini topish va aniqlash qiyin emas, chunki ular yuqori kontrastliligi va aniq chegarasi bilan boshqa ob'ektlardan 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: orollarning o'tkir qismi daryo oqim yo'nalishiga teskari holda joylashishi, irmoqlar kelib quyilgan burchak o'tmas bo'lishi hamda irmoqlarning kelib qo'shilishiga qarab aniqlanadi. Zarurbo'lganda suv ob'ektlarining sifati to'g'risida ma'lumot olish uchun dala ishlari olib boriladi. Barcha suv ob'ektlari suratga belgilangan shartli belgilar ostida tushiriladi. Bundan tashqari,deshifrovka qilish paytida to'ldiruvchi belgilarga ko'ra buloqlar, to'g'onlar, suv taqsimlagich qurilmalari aniqlanadi.

***Relefni 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, o'rmonlar, tekisliklar relef tasvirini chegaralab turadi. Relef tashqi ko'rinishiga qarab salbiy va ijobiy guruhga bo'linadi.

Ijobiy relef shakllariga qavariq shakllar – adir, tog', plato, tog' tizmasi, yassi tog'lik va h.k kiradi.

Salbiy relef shakllarigabotiq, cho'kkan shakllar, jarliklar, vodiy va h.k. kiradi.

Relef shakllari asosan maxsus stereofotogrammetrik asboblarda deshifrovka qilinadi.



*4.27-rasm.* **Qiyalikda joylashgan o'tloqning tasviri**

***Qishloq xo'jaligini deshifrovka qilish.*** Havodan va koinotdan olingan suratlar orqali qishloq xo'jaligini o'rganish tez rivojlanib bormoqda. Eng muhimi bu suratlar joyni iqtisodiy-geografik o'rganishda, uning qishloq xo'jaligi xususiyatlarini tekshirishda yordam beradi. Shu bilan birga qishloq xo'jaligi ekinlarining holati, erdan foydalanish yo'llari, unumdorligi va monitoring vazifalarini echishda suratlar muhim manba bo'lib xizmat qilmoqda (4.27-rasm).

Qishloq xo'jaligini suratlar orqali o'rganish yo'llari nihoyatda ko'p va ular asosan 2 xil vazifani echish uchun mo'ljallanganligini ham ko'rsatish kerak. Birinchi vazifa monitoring qilish, bu vazifa echilganida ekin maydonlari, ekinlarning holati, agrotexnik va meliorativ tadbirlar, erlarning holati kuzatiladi. Shu asosda turli xil ko'rsatkichlar baholanadi va oldindan aytib beriladi. Masalan, hosildorlik, yalpi hosil miqdori. Ko'rinibturibdiki, bu guruhdagi vazifalar asosan xususiy vazifalarni echishga qaratilgan. Ikkinchi asosiy vazifa – geografik va qishloq xo'jalikmulkini hisobga olish masalalarini echishdir. Boshqacha aytganda, bu umumiy masalalar bo'lib, erlar 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 erlar va ulardan foydalanish kartalarini tuzish, qishloq xo'jaligini rayonlashtirish loyihalarini barpo etish ishlari bajariladi. Qishloq xo'jalik ob'ektlarining 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 ob'ektlarining 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 guruhlarga bo'linadi. Botqoqliklardan o'tish yoki o'tib bo'lmaslik 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 etakchi kompaniyalarning dasturlari keng qo'llaniladi. Jumladan, respublikamizda Integraph, Leica Geosystems, MapInfo, PhotoMod, Panorama dasturlaridan turli xil tashkilotlarda foydalanilmoqda. Bu dasturlarda natijalarning aniqligi va ishonchliligini ta'minlash maqsadida qizil, yashil, havorang va infraqizilgayaqin 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.

## 4.3. 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 stantsiyalarni misol qilib keltirish mumkin. Dasturiy fotogrammetriya vositalariga esa «Talka», «Delta», «Photomod» kabilarni misol qilib o'tish mumkin.

PHOTOMOD raqamli fotogrammetriya sistemasi fototriangulyatsiya 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) olinganraqamli 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**moduliPHOTOMOD raqamli fotogrammetriya sistemasiningPHOTOMOD Montage Desktop qobiq dasturini ishga tushirish uchun qo'llaniladi.PHOTOMOD Montage Desktopmoduli 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 tarzdagi kartalar yoki ortoplanlar kiritib boriladi (4.28-rasm).

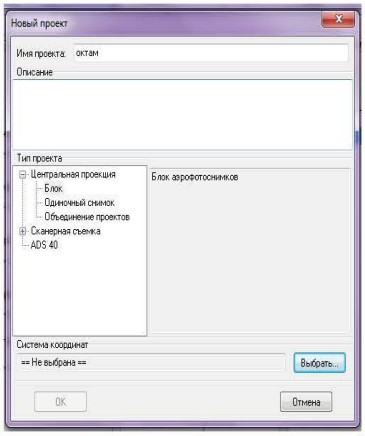



*4.28-rasm.* **«PHOTOMOD Montage Desktop» muloqot oynasining ko'rinishi**

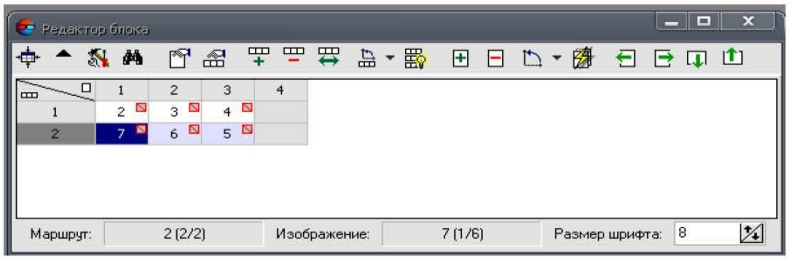
**PHOTOMOD ScanCorrect**moduli planshet yoki poligrafik skaner yordamida grafik materialni skanerlashda yo'l qo'yilgan geometrik buzilishlarni to'g'rilash uchun mo'ljallangan.

**PHOTOMOD Mosaic** moduli dastlabki tasvirlar bloki bo'yicha***ortoplan (ortomozaika)***ni yaratish uchun qo'llaniladi. Ortofototransformatsiyalash jarayonida (tasvirni ortogonal proektsiyaga o'zgartirishda) fotokameraning optik o'qi burchagi, uning distorsiyasi va boshqalar yordamida joyning relefi bilan bog'liq bo'lgan xatoliklar to'g'rilanadi.

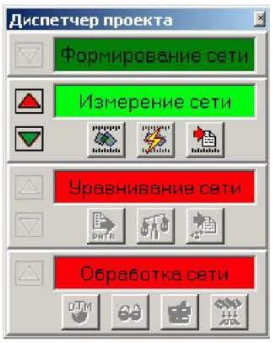
PHOTOMOD Montage Desktopmoduli yordamida loyiha yaratish, koordinata sistemasini tanlash, loyihaga marshrut va suratlarni qo'shish ishlari bajariladi. Keyingi bosqichga o'tishda ushbu loyiha uchun tarmoq shakllantiriladi.




*4.29-rasm.* **Yangi loyihani yaratish uchun muloqot oynasining umumiy ko'rinishi**

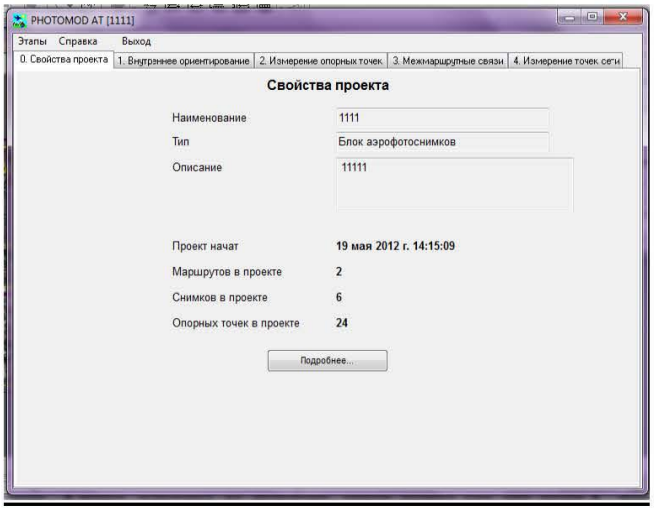



*4.30-rasm.* **«Blok muharriri» (Redaktor bloka) muloqot oynasining ko'rinishi**

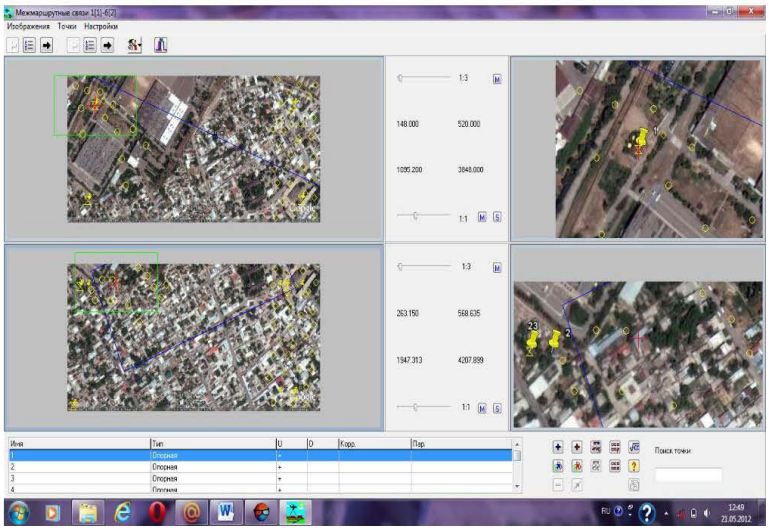



*4.31-rasm.* **«Loyiha boshqaruvchisi» (Dispetcher proekta) oynasi**

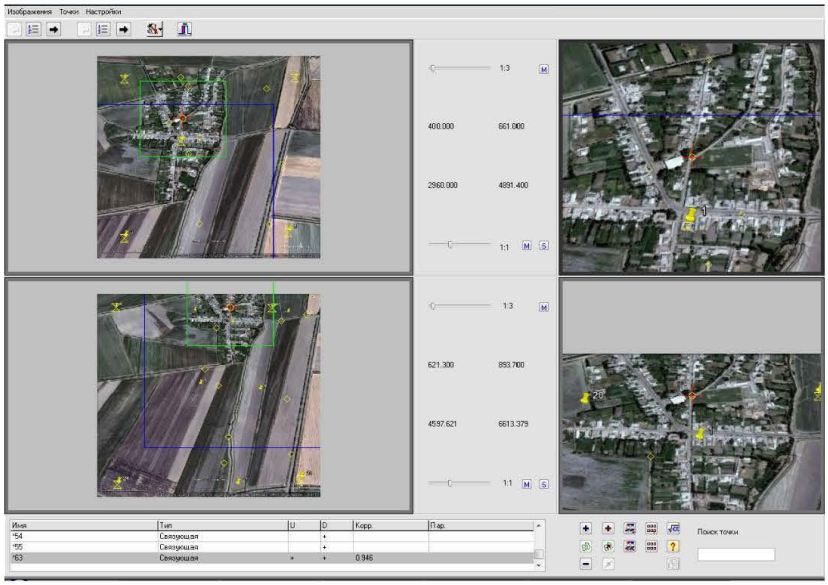
**PHOTOMOD AT** dasturiy moduli marshrutlarni va fazoviy triangulyatsiya bloklari tarmoqlarini tuzish maqsadlari uchun mo'ljallangan. PHOTOMOD AT modulida dastlabki ma'lumotlarni qayta ishlash jarayoni tasvirlarni ichki, tashqi va o'zaro orientirlash, koordinatalarni kiritish va tayanch nuqtalarni o'lchash, ko'ndalang va bo'ylama kesishish sohalarida bog'lovchi nuqtalarni o'lchashlarni o'z tarkibiga oladi. Bu erda 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 fototriangulyatsiya blokini tenglashtirish amalga oshiriladi (4.32-rasm).




*4.32-rasm.* **PHOTOMOD AT moduli muloqot oynasining ko'rinishi**

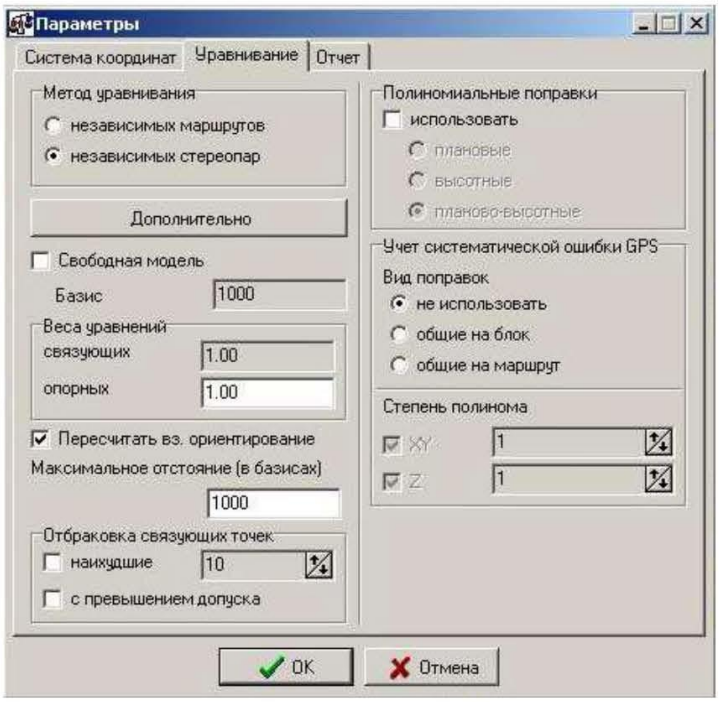


*4.33-rasm.* **Tarmoq nuqtalarini o'lchash ishchi stolining ko'rinishi**



*4.34-rasm.* **Marshrutlarda bog'lanuvchi nuqtalarni o'lchash uchun ishchi oynaning ko'rinishi**

**PHOTOMOD Solver** moduli marshrut va blokli fototriangulyatsiya tarmoqlarini tenglashtirish uchun ishlatiladi. Buning uchun dastlabki tasvirlar bloki PHOTOMOD AT modulida qayta ishlangan bo'lishi kerak.




*4.35-rasm.* **Tarmoqni tenglashtirish oynasining ko'rinishi**

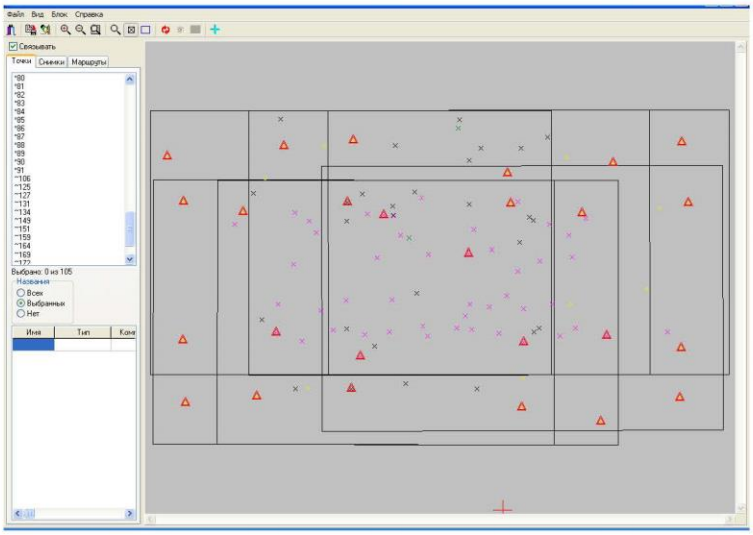
PHOTOMOD Solver modulida tasvirlar blokini tenglashtirish 3 ta usulda amalga oshiriladi.

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.

Bog'lama usuli – blokni yakuniy tarzda tenglashtirish uchun qo'llaniladi.

Ko'pinchakichik 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 erda 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:

*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 |

Yuqoridagi jadvalda umumiy o'rtacha ko'rsatkichlar berilgan bo'lib, analogli yoki raqamli aerofotoapparatlarda olingan suratlardan foydalanilganda ularning qiymati farq qiladi.

*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<br>150<br>300 | 0,4 | 0,18<br>0,30<br>0,60 | 0,6 | 0,18<br>0,30<br>0,60 |
| 1:10000 | 90<br>150<br>300 | 2 | 0,90<br>1,50<br>3,00 | 3 | 0,90<br>1,50<br>3,00 |
| 1:25000 | 90<br>150<br>300 | 5 | 2,25<br>3,75<br>7,50 | 7,5 | 2,25<br>3,75<br>7,50 |

*4.7-jadval*

**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<br>DSS<br>UltraCamD<br>UltraCamX | 0,4 | 0,27<br>0,51<br>0,36<br>0,36 | 0,6 | 0,16<br>0,31<br>0,22<br>0,22 |
| 1:10000 | DMC<br>DSS<br>UltraCamD<br>UltraCamX | 2 | 1,37<br>2,57<br>1,82<br>1,8 | 3 | 1,03<br>1,93<br>1,37<br>1,35 |
| 1:25000 | DMC<br>DSS<br>UltraCamD<br>UltraCamX | 5 | 3,43<br>6,42<br>4,56<br>4,5 | 7,5 | 3,6<br>6,74<br>4,79<br>4,73 |

Ushbu bosqich muvaffaqiyatli yakunlanganidan so'ng keyingi bosqichga o'tiladi.

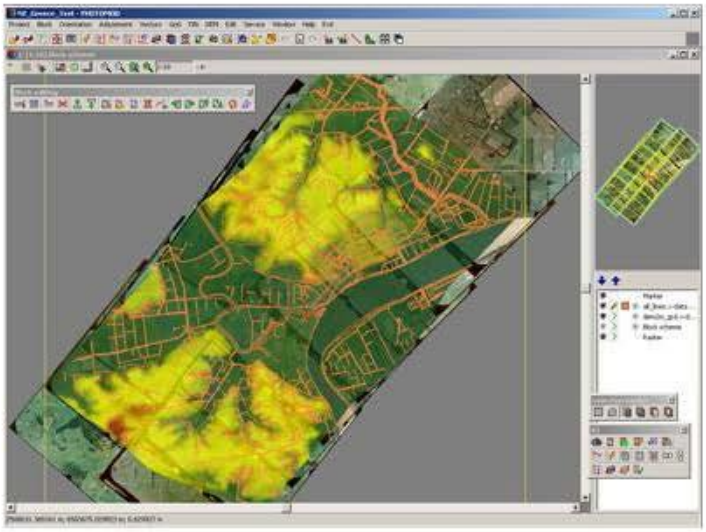
**PHOTOMOD DTM** moduli stereorejimda releflarning raqamli modelini (RRM) va gorizontallarni yaratish hamda tahrirlash maqsadlarida qo'llaniladi. PHOTOMOD DTM sistemasida RRM ning aks ettirilish asosiy formati fazoviy triangulyatsiyalangan nomuntazamtarmoqdan (TNT)tashkil topgan. Bunda TNT ma'lumotlari qat'iy tartibdagi relef modeli bo'lgan balandlik matritsasiga (DEM –

Digital Elevation Model) konvertatsiyalanishimumkin. Relef modeliga aniqlik kiritish maqsadlarida tuzilmaviy chiziqlar – uch o'lchamli (3D) vektor chiziqlardan ham foydalanish mumkin, bu holat tizmalar va qavariq ko'rinishdagi relef shakllarini ifodalashda qo'llaniladi. TNT relef 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 ob'ektlarni 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'rsatkichlariga 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:

$$Dh_{RRM} = 0{,}3fM/r\,, \qquad (4.28)$$

bu erda 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 diagonali 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'yiladigano'rtacha 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<br>92,2x165,9 | 55,3 | 87 |
| DSS | 4092x4077 36,8x36,7 | 22,1 | 21 |
| UltraCamD | 7500x11500<br>67,5x103,5 | 40,5 | 55 |
| UltraCamX | 9420x14430<br>67,8x103,9 | 40,7 | 55 |

*4.10-jadval*

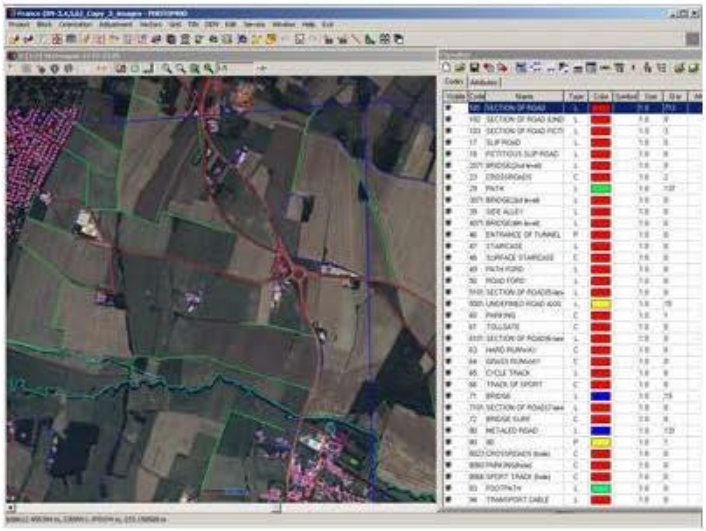
**Turli kameralar bilan olingan 60% qoplanishga ega bo'lgan raqamli tasvirlarda ortofotoplan masshtabiga bog'liq RRM $Dh_{RRM}$ yo'l qo'yiladigano'rtacha xatoliklar qiymatlari**

| 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 vektorlashtirishbo'yicha ishlar bajariladi.

**PHOTOMOD StereoDraw** moduli stereorejimda uch o'lchamli vektor ob'ektlar yaratish va tahrirlash uchun mo'ljallangan. Uch o'lchamli vektor ob'ektlar (3D) kelgusida raqamli kartalar tuzishda ishlatiladi. 3D vektorlar PHOTOMOD StereoDraw modulida bevosita tuziladi va boshqa keng qo'llaniladigan formatlargaeksport 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 ob'ektlarni saqlash xususiyatiga ega.

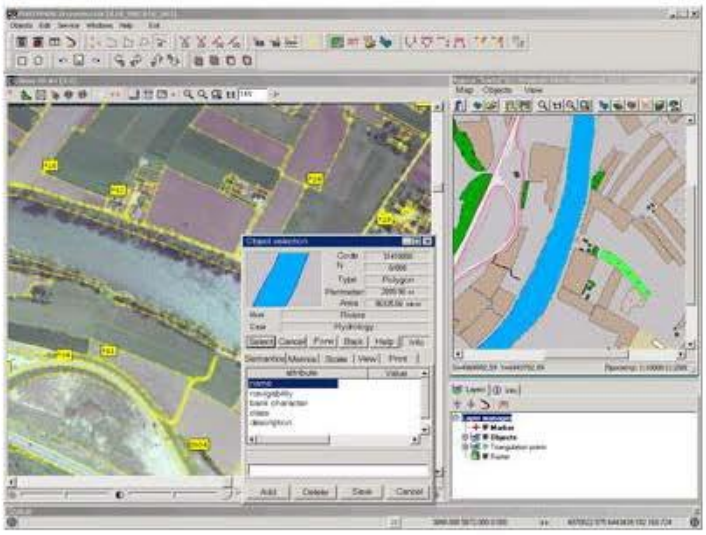


*4.38-rasm.* **PHOTOMOD StereoDraw moduli ishchi oynasining ko'rinishi**

**PHOTOMOD Vector** – bu GAT hisoblanib, elektron kartalar tuzish va ularni tahrirlash, tipga oid amaliy masalalarni echish va Windows dasturiy muhitida maxsus GAT-ilovalarni ishlab chiqish kabi vazifalarni bajarish uchun mo'ljallangan.

Bu dastur vektor, rastr, matritsa kartalar tuzish va shu bilan birga turli xil mahalliy axborotlarni yangilash imkoniyatiga ega.

Vektor ob'ektlarni yaratishda PHOTOMOD StereoDraw moduli jadvallar kodlaridan emas, balki PHOTOMOD VectOr klassifikatoridan foydalaniladi. Shu sababli yaratilgan ob'ekt stereooynada PHOTOMOD VectOr klassifikator sistemasida saqlanadi.



*4.39-rasm.* **PHOTOMOD StereoVectOr ishchi oynasining ko'rinishi**

Qayd qilish kerakki, stereooynada ob'ektlarni yaratish va tahrirlash jarayoni monooynada parallel tarzda shartli belgilar yordamida qarab chiqilishi mumkin. Kerak bo'lgan holatlarda ob'ektlar monooynada tahrirlanadi, ob'ekt tiplari belgilar yordamida o'zgartiriladi. PHOTOMOD VectOr sistemasidatahrirlangan 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. Fototriangulyatsiya 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 ob'ektlarni (PHOTOMOD StereoDraw) yoki PHOTOMOD VectOr formatidagi karta ob'ektlarini 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 ob'ektlarni 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 matritsalari) ni 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 ob'ektlar 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, aerofototriangulyatsiya, raqamli ortofoto, deshifrovka, raqamli fotogrammetriya, fotogrammetrik ishchi stantsiya, orientirlash elementlari, anaglifik ko'rish, stereo- ko'rish, stereojuft, erning raqamli modeli, sensor sistemalari, fazoviy ruxsat etish qobiliyati, spektral ruxsat etish qobiliyati, LiDAR suratga olish.**

## Nazorat savollari

1. Aerokosmik s'yomkani amalga oshirishda atmosferaning ta'siri doimiy bo'la oladimi?
2. Tabiiy ob'ektlarning optik xususiyatlarini doimiy deb hisoblasa bo'ladimi?
3. S'yomka sistemasini tasniflashda qanday omillar asosiy?
4. Aerofotosuratning sifati qaysi parametrlari bo'yicha baholanadi?
5. S'yomka paytida kosmik kemalar qanday orbitada harakatlanadi?
6. Aero- va kosmik s'yomka 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.

# 5-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 sohalarida ishlatiladi.

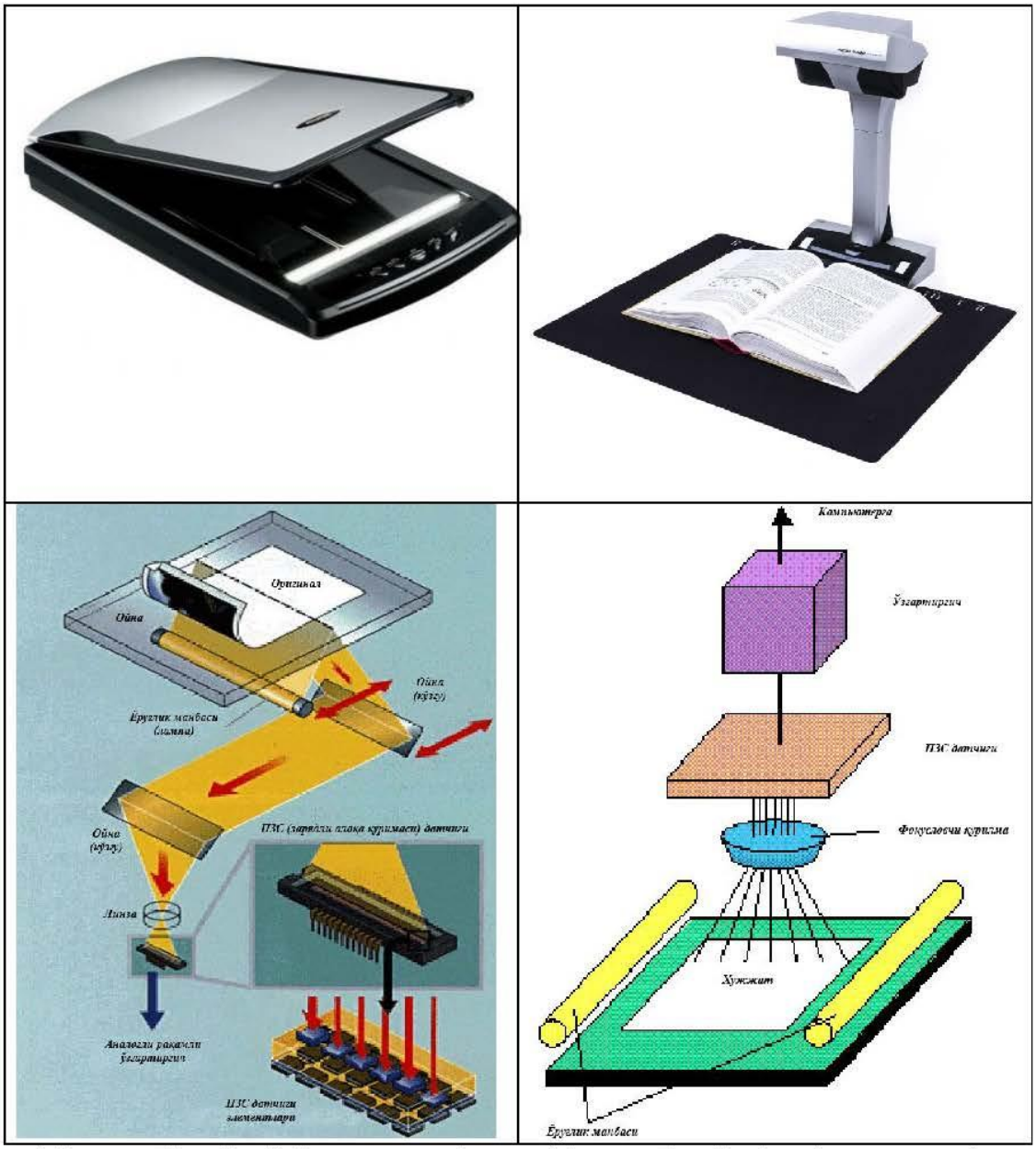
Skanerdan foydalanib ma'lumotni olish uchun kartaning ortiqcha chiziqlarsiz buklanmagan holatda bo'lishi talab qilinadi. Ishlab chiqarishda kartaning o'rniga uning shaffof qog'oz (xostafan) dagi asosi ishlatiladi. Skaner ishlab turgan paytida tasvir qatorma-qator kuzatiladi va ma'lumot olinadi.

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 tafsilotlarningbatafsilligiga 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 proportsional ekanligini, ya'ni skanerlashda ruxsat etish qobiliyati qanchalik yuqori tanlansa, qolgan qo'rsatkichlar ham ortib borishini va aksincha bo'lishini nazarda tutish kerak. Skanerdan foydalanganda hosilbo'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'lmasligi mumkin. Kartadagi chiziqlar kengligi 0,2 mm bo'lsa, skaner o'ziningruxsat etish qobiliyatipastligi 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. Kataklarning o'lchovi ma'lumotlarning batafsilligiga ta'sir qiladi. Ushbu usuldan foydalanib maydonli ob'ektlarni kompyuter xotirasiga kiritish va skaner yordamida yaratilgan ma'lumotlarni rastr formatda saqlash mumkin.

Skanerlar qo'l skanerlari, planshetli, rolikli, barabanli va proektsion 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 orqaliskanerlanadi 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). Proektsion skanerlar markaziy proektsiyada ishlagani uchun aniqligi nisbatan pastroq, lekin juda tez ishlaydi(5.2-rasm).




*5.1-rasm.* **Planshetli skaner va uning ishlash sxemasi**

*5.2-rasm.* **Proektsion 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 ob'ekt ustidan yuritib chiqadi, kompyuter esa hosil bo'layotgan yo'lning burilish nuqtalarikoordinatalarini aniqlaydi va xotiraga qat'iy tartibda yozib boradi. Ko'rinib turibdiki, digitayzer nuqtali va chiziqli ob'ektlarning 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 funktsiyalari mavjudligi hisobiga ushbu ma'lumotlarni kerakli sistemaga o'tkazish mumkin.

Hozirgi kunda digitayzerlarni alohida qurilma shaklida sotib olish shart emas. Mavjud GAT larda digitayzer funktsiyasini 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 ortik 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 abstsissa-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 ishlarniimkon 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 tekshirishtavsiya etiladi. Ushbu yo'l bilan tasvirni raqamli ko'rinishga aylantirish jarayonini nazorat qilish mumkin.

Ikkinchi bosqichda ob'ektlar 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 ob'ekt 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 tekshiribturiladi. Nuqtalar koordinatalarini kiritgach, ularning atributlari ham kiritiladi. Har bir kiritilgan chiziqda boshlang'ich va oxirgi nuqtalar belgilanishi shart. Maydonli ob'ektlar, 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 qaytatekshiriladi va tahrir qilinadi. Digitayzerning o'zida hamdaGAT ichida maxsus modullar mavjud bo'lib, ular yordamida nuqtalarni qo'shish yoki o'chirib tashlash, joyini o'zgartirish kabi masalalarni echish mumkin.

Ma’lumotlar tekshirilibtahrirdan o’tganidan keyinGAT dasaqlanishi 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 topologiyagaasoslangan holda olib boriladi.

Digitayzer bilan ishlashda bir necha muammolar mavjud va ularnig 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 foydalanganimizda 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 proektsiyada tuzilgan bo’lsa, o’sha proektsiyani 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, erdan 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'rni ikkala kartada ham aniq ko'rinib turganligiga alohida e'tibor qaratish lozim. Aks holda yirik masshtabda aniqlangan nuqtaning o'rni 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 har 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 direktoriylarda 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 impulslar qabul qilinadi. Har bir digitayzer o'zining koordinatalar sistemasiga ega bo'lganligi sababli ob'ektning $X$ 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 printsipiga 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 printsipga 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 erlariga 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 ob'ektlarni 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 echish imkoni mavjud.

Topologik modelning “spagetti” modelidan asosiy farqi shundaki, bunda erda nuqtalarning juft koordinatalari bilan birga topologik atributiv ma’lumotlar (masalan, tugun nuqtalar yoki yoy uchun) beriladi.

### 5.1.4. Ma’lumotlarni tekshirish

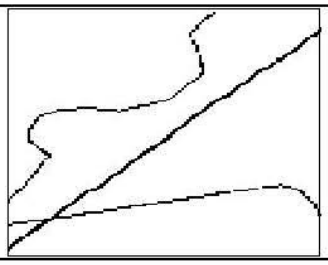
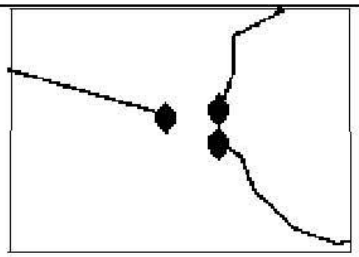
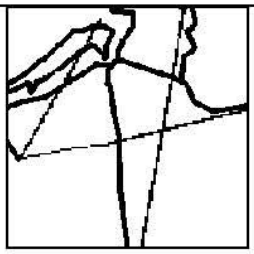
Kodlash jarayoni GAT ga ma’lumot kiritish bosqichining bir qismidir. Uning natijasida nuqtalarning koordinatalari to’g’risida ma’lumot yaratiladi. GAT da saqlanadigan har bir element to’g’risidagi ma’lumotlarni ham kompyuter xotirasiga kiritish kerak va albatta, ularni ham raqamli ko’rinishda kiritish 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'qotishimumkin. 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. Chiziq yoki nuqta ikki marta taqrorlanib kiritilsa, chiziq 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.

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td rowspan="2">Texnik vosita yoki dasturning xatosi oqibatida chiziqning koordinatalari 0,0 qilib kiritilgan</td><td colspan="2">Operator xatolari:</td></tr>
<tr><td>nuqtalar oxirigacha etkazilmagan</td><td>chiziq takrorlanib o'tkazilgan</td></tr>
</table>

*5.8-rasm.* **Raqamlash jarayonida yuzaga keladigan xatolar**

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.




*5.9-rasm*.**Haqiqiy va xato bilan o'tkazilgan chiziqlar orasida sistemaning dasturi yaratgan kichik "xatolik poligonlari"**

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 funktsiyasi bo'lib, u atributlardagi xatolarni aniqlashga yordam beradi. Yuqorida ko'rsatilganidek, koordinatava atribut ma'lumotlari bir-biriga bog'liq va ulardan birining to'g'rilanishinatijasi ikkinchisiga ham avtomatik ravishda ta'sir qiladi.

Koordinata va atributlarto'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 degandaularning fazoviy joylashishining aniqligini tushunish kerak, ya'ni kartadagi ob'ektning 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 aniqliginiham tekshirish va tuzatish talab qilinadi va raqamli kartada ob’ektlarning 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 sistemabunday 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 proektsiyasiga, 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, bundaykartadagi ma’lumotlarni aniqligi yuqoriroq bo’lgan kartalar bilan solishtirish mantiqqa to’g’ri kelmaydi. Demak, raqamli kartalarda qog’ozda chop etilgan kartalardagi xatolarga o’xshashxatolar va ularning taqsimlanish qonuniyati mavjud. Shu sababli raqamli kartaning imkoniyati va sifatlarini to’g’ri tasavvur qilish maqsadga muvofiqdir.

Kartani raqamli ko’rinishga aylantirish jarayonidaxatolarning 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:

• Ob'ektlarning 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 ob'ektlarga 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 ob'ektlarning 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 holdaGAT ning imkoniyatlaridanto'liq yoki qisman foydalanishimiz mumkin. Bu natija bizni qanoatlantira 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 ob'ektning joylashishi to'g'risidagi axborotning haqiqiy koordinatalarga mosligini bildiradi. Misol uchun, kartada ob'ektlar 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 masshtabdakartalardan olingan ma'lumotlar shartli aniqligini 0,01, 0,01, 0,001 ga teng deb hisoblasa bo'ladi, lekin bunday aniqlikka erishish uchun yuqori aniqlikka ega bo'lgan manbadan, ya'ni yirikroq masshtabdagi karta, GPSkuzatishlari, dala

o’lchash natijalaridan foydalanish lozim.Bu erda 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 aniqligideganda uninghaqiqiy ko’rsatkichlarga mosligini tushunamiz. Ob’ektning joylashishi to’g’risidagi axborot davr mobaynida o’zgarmasligi mumkin, lekin atributlar o’zgaruvchan bo’ladi. Shu sababli ularning aniqligi turli yo’llar bilan hisoblanadi. Uzluksiz ob’ektlar (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:

- Ob’ektlarning toifalari etarli aniqlikda va haqiqatga mos holda belgilanganmi?
- Ob’ekt kerakli toifaga to’g’ri kiritilganmi? Misol uchun, do’kon sportmaydoni o’rniga kiritilmaganmi?

Agarikki xil tuproq yoki o’simliklarning “A” turi maydonning 70% ini va“B” turi maydonning 30% ini egallasa, bunday poligon “A” deb belgilanadi. Bundayikki 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 daladagi 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 ob'ektgategishli 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 baholashdaquyidagilarga 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. Ob'ektning joylashish xatolari ishlatilgan usulga bog'liq. Amaliyotda ko'proq geodezik nazorat, GPSaerokosmik usullaridan foydalaniladi. Geodezik nazorat eng aniq usul, lekin ayrim hollardama'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 ob'ektning joylashishibilan bog'liq xatolarni,ayniqsa, yuqoridagi ikki usulni qo'llab bo'lmaydigan hududlarda (tog'lik, botqoqlik va h.k.)tekshirishuchun 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 xatoliklarloyihada 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 ob'ektlarni toifalarga ajratish ehtimoli o'zgarib turadi.Ruxsat etish qobiliyati va batafsillik qancha yuqori bo'lsa,ob'ektlarni toifalarga ajratish darajasi ehtimollikdan aniqlikka o'zgarib boradi va aksincha.

Vektor ma'lumotlarda esa xatoliklar qiymati kartaning o'zida, ob'ektlarning guruhi yoki sinfi, poligonlar, chiziq yoki yoy, nuqtalarda saqlanishi mumkin. Bu erda 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 turiva tarkibi

GAT rastr va vektor formatdagi ma'lumotlar bilan ishlay oladi.

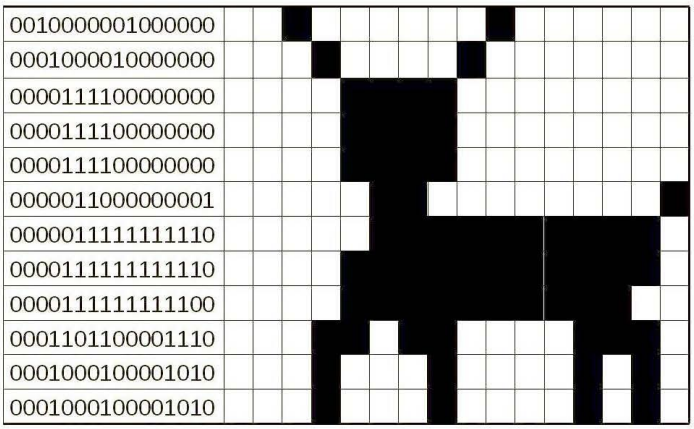
Rastr tasvir – surat, fotosurat yoki boshqa grafik materiallarni rastr nuqtalar yig'indisi shaklida kompyuterda tasvirlashdir. Rastr tasvir piksel (*pixsel* – tasvir elementi) deb ataluvchi rangli yoki oq-qora nuqtalardan iborat bo'ladi, vektor tasvir esa nuqtalarning biror-bir koordinata sistemasidagi$X$ va $U$ koordinatasini belgilashdan hosil qilinadi.

Vektor shakl – bu ob'ektlar joylashishi, tashqi chegarasi shu ob'ektga tegishli bo'lgan nuqtalarning koordinatalari yig'indisi tarkibi bilan ifodalangan ko'rinishidir.

Bu ikki shakl o'zining afzallik va kamchilik tomonlariga ega, shunga qaramasdan ular bir-birini doimo to'ldirib boradi. GAT larning faqat vektor yoki faqat rastr shakllari bilan ishlaydigan turlari mavjud va bunday vaqtda ma'lumotlar bazasi shakllarning faqat bittasi bilan tuziladi.

Endi kompyuter xotirasida ma’lumotlar qanday tasvirlanishini ko’rib chiqamiz, masalan, krest shakli. Ma’lumki, kompyuterda ikkilik hisob sistemasi ishlatiladi (5.10-rasm).

Kompyuterda barcha shakllar to’g’ri burchakli va har bir qism oq yoki qora rangda bo’ladi. Qora rang bir, oqni esa nol bilan belgilaymiz. Unda matritsani quyidagicha yozish mumkin:




Kompyuter kodi Rastr tasvir

*5.10-rasm.* **Rastr tasvir va uning kompyuter kodi**

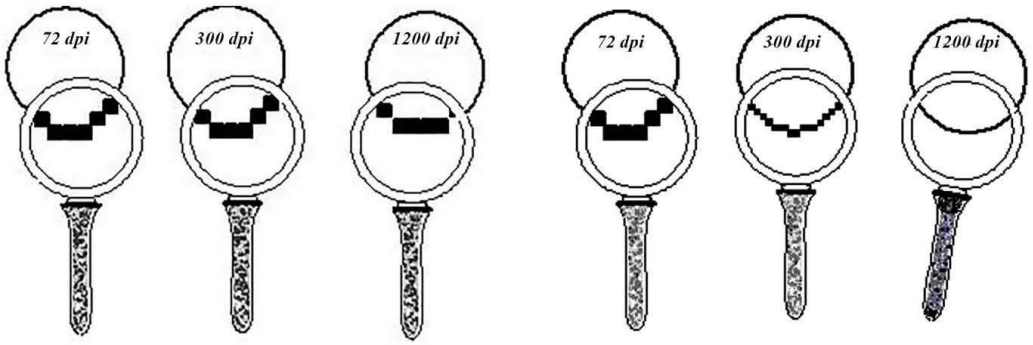
Lekin bu kodda rasmning har bir bo’lagining o’lchami aniq emas, shu sababli rasm bo’lagini elementar kvadratlarga bo’lib chiqamiz. Endi bo’laklar ko’p, kod uzun bo’ladi, uning uchun 4 ta bit ishlatiladi.Bunday kodni xohlagan kompyuter o’qib, kod bo’yicha rangni tanlab, rasmni o’lchami bo’yicha ekranda tasvirlaydi. Bu usulda kod orqali rasmni tasvirlash rastr tasvirlash yoki rastr deyiladi.

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.

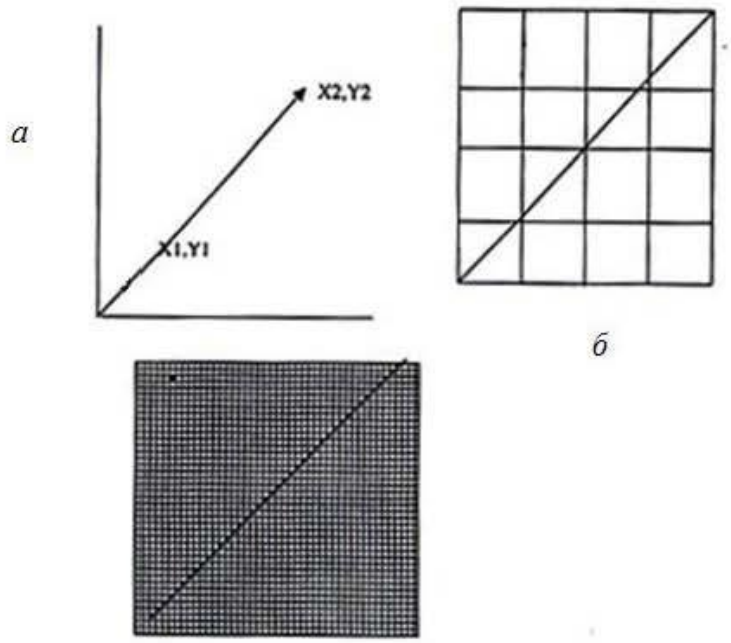
Rastr tasvirning bitta juda muhim xususiyati bor – tasvirni kattalashtirish yoki kichraytirish, ya'ni bir masshtabdan boshqasiga o'tkazishmumkin emas. Tasvir kichraytirilsa, nuqtalar bir-biriga qo'shilib ketadi, mayda elementlar

yo'qoladi va h.k., kattalashtirish natijasida esa har bir nuqta o'lchami kattalashadi, natijada "pog'onali konturlar" ko'rinib qoladi, 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'riburchak 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 ob'ektlarni tashkil etadi va ko'rinishi jihatidan juda murakkab bo'lishi mumkin.

Har bir ob'ekt 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.




*5.12-rasm.* **Vektor tasvir**

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 aerosuratlarni kodlashda ishlatilmaydi.

Shuni ta'kidlash joizki, GATda vektor tasvirlash ma'lumotlarni 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 ob'ektning 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.

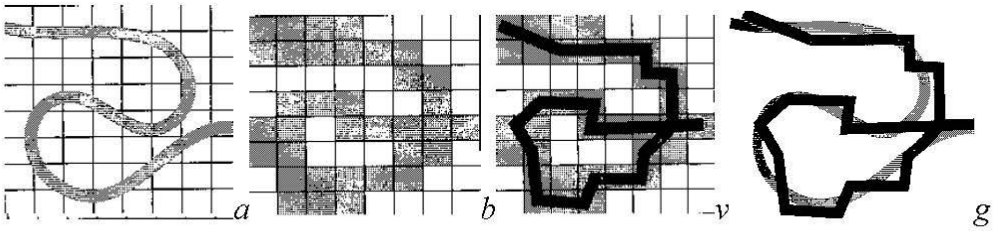
Bu muammoni echish uchun ko'p mamlakatlarda maxsus standartlar qabul qilingan. Bular atamalar ro'yxati, dalillar majmuasi, tavsiflar ro'yxati, axborotni ko'chirish yo'llari va aniqligini bildiradigan ma'lumotlardir.

Bir xil axborotni turli yo'llar bilan saqlash uchunGAT 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.




*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*

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 muammokelib 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'pligiGAT dagi formatni o'zgartiradigan dasturlarni kiritishni talab qiladi.

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 almashinuviningyagona standarti mavjud emas. Ma'lumotlar almashinuviyagona 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?

# 6-bob. MA'LUMOTLAR INTEGRATsIYaSI: KATALOGLAR VA MA'LUMOTLAR MANBAI

## 6.1. Kataloglar. ArcCatalog haqida ma'lumot

Geografik ma'lumotlar turli shaklda bo'lishi mumkin. Boshqa ma'lumotlardan (fotosuratlar va Wordhujjatlari) 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 ArcGIShujjatlarini yozish, ko'rish va boshqarish;
- mavjud va yangi GATma'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 relyatsion ma'lumotlar bazasida saqlanuvchi qatlamlarni, sheyp-fayllarni (ob'ektlarni 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;

• ArcGIS Server yordamida nashr qilingan GAT-servislar;

• metama'lumotlarva boshq.

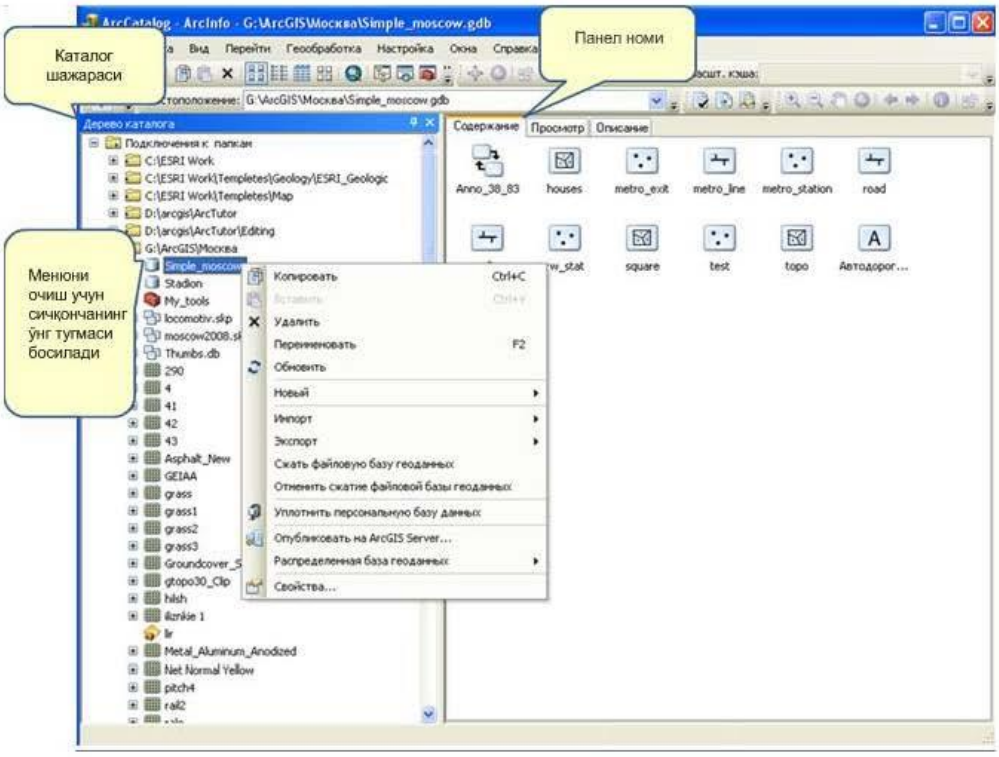
ArcCatalog ilovasi yordamida quyidagi vazifalarni bajarish mumkin:

- GATtarkibini tashkil etish;
- geoma'lumotlar bazasi sxemasini boshqarish;
- ArcGIS ilovasidagi tarkibni qidirish va qo'shish;
- ma'lumotlarni hujjatlashtirish;
- GATserverlarni 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 ArcCatalog ilovasida shajara ko'rinishidagi elementlar keltirilgan:

- papkalar – ma'lumotlar to'plami va ArcGIS 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 echish 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, ModelBuilder 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).

*6.1-jadval*

**Standart qurollar panelining funktsiyalari**

| Belgisi | Nomlanishi | Bajarish funktsiyasi |
|---|---|---|
| | Bir daraja yuqoriga | Katalog shajarasida bir daraja yuqoriga o'tish |
| | Papka bilan bog'lanish | Diskda fayl papkalarda saqlanadigan ArcGIS 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 |

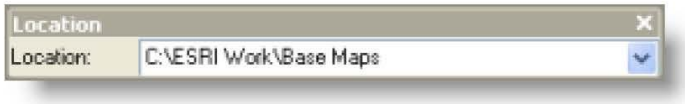
| | | |
|---|---|---|
| | Qo'yish | Nusxa olingan elementni ko'rsatilgan joyga qo'yish |
| | O'chirish | Tanlangan elementni o'chirish |
| | Belgilar | Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarni yirik belgilar bilan ko'rsatish |
| | Ro'yxat | Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarni ro'yxat qilib ko'rsatish |
| | Detallar | Tarkib (Contents) zakladkasidagi elementlarnidetal ro'yxat ko'rinishida ko'rsatish |
| | ArcMap ni ishga tushirish | ArcMap ning yangi seansini ishga tushirish |
| | Katalog shajarasi oynasi | Berkitilgan yoki o'chirilgan Katalog shajarasi oynasini ochish |
| | Qidiruv oynasi | Qidiruv oynasini ochish |
| | ArcToolbox oynasi | ArcToolbox ni ochish |
| | Python oynasi | Geoqaytaishlash skriptini qo'shish uchunPython oynasini ochish |
| | ModelBuilder oynasi | Geoqaytaishlashmodellarini yaratish uchun ModelBuilder oynasini ochish |

***Geografiya (Geography) qurollar paneli***yordamida tasvirni kattalashtirish yoki kichiklashtirish va boshqa joyga o'tkazish mumkin (6.3-rasm).




*6.3-rasm.***Geografiya qurollar paneli**

***Joylashuv (Location) qurollar paneli***dan 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.

***ArcGIS Server qurollar paneli***ningArcGIS servislarini ArcCatalog 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 borishdahar 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.

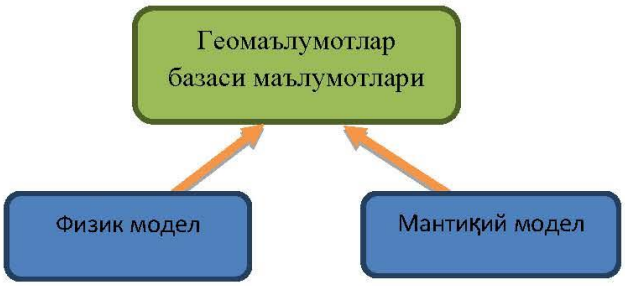
5. *Fayllarni ko'chirishni "Moy Kompyuter" orqali emas, balki ArcCatalog orqali amalga oshirish tavsiya etiladi.*Bu tartibda zarur bo'lgan barcha fayllarni ko'chirishga ishonch hosil qilish mumkin bo'ladi.

6. *Fayl hamda papkalarga nom berayotganda probellar (bo'sh joy) yoki biror-bir maxsus belgilardan foydalanmaslik lozim.* Ko'pchilik ArcMap 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 ArcMap 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 ob'ektlarning nafaqat geometrik bog'liqligini ta'minlaydi, balki ularni ob'ekt darajasida bog'lash imkonini ham beradi (6.7-rasm).




*6.7-rasm.* **Geoma'lumotlar bazasi modellari**

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 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 foydalanuvchilar nafaqat ma'lumotlari jadvallarda saqlanadigan oddiy nuqtalar, chiziqlar va poligonlar bilan ishlaydilar, balki real dunyo ob'ektlariga 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 relyatsion ma'lumotlar bazasi oddiy kontseptsiyasini 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 ArcGIS 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 modellashtirish, 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 ob'ekt uchun poligonlar geometriyasini o'zida saqlaydi (6.8-rasm).

| OBJECTID | SHAPE* | AREA | PERIMETER | NEWC_LU84_UTM_ |
|---|---|---|---|---|
| 1941 | Polygon | 1417540.1 | 11041.067 | 2 |
| 1942 | Polygon | 321332.03 | 3148.0269 | 3 |
| 1943 | Polygon | 18495728 | 109063.23 | 4 |
| 1944 | Polygon | 274196.16 | 3101.4026 | 5 |
| 1945 | Polygon | 381471.69 | 3409.4033 | 6 |
| 1946 | Polygon | 136670.41 | 1542.3058 | 7 |
| 1947 | Polygon | 86315.867 | 1170.6542 | 8 |
| 1948 | Polygon | 58569.234 | 1058.4961 | 9 |
| 1949 | Polygon | 126296.43 | 1630.2814 | 10 |
| 1950 | Polygon | 2177367.8 | 11357.415 | 11 |
| 1951 | Polygon | 126567.98 | 1486.1949 | 12 |
| 1952 | Polygon | 131079.53 | 1655.1431 | 13 |
| 1953 | Polygon | 29051224 | 116835.71 | 14 |
| 1954 | Polygon | 851969.69 | 4640.5933 | 15 |
| 1955 | Polygon | 189941.86 | 1732.4786 | 16 |
| 1956 | Polygon | 195032.53 | 1994.8439 | 17 |
| 1957 | Polygon | 50374.406 | 896.4881 | 18 |

*6.8-rasm.* **Vektor sinflarning jadvallarda saqlanishi**

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.

Geoma'lumotlar bazasi quyidagi MBBS larida SQL so'rovlarini amalga oshirish imkoniyati mavjud:

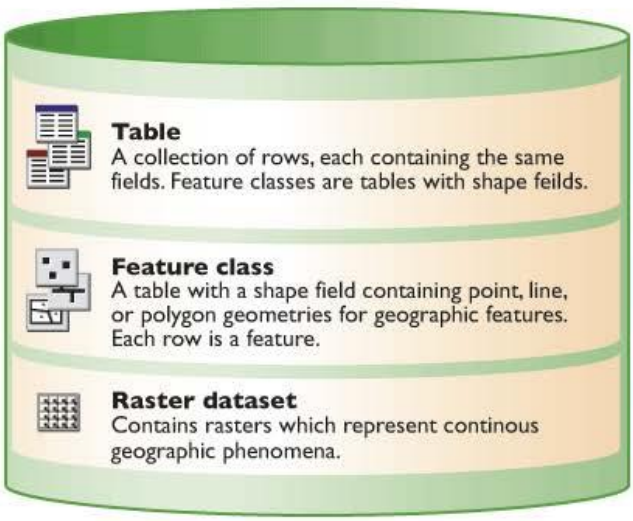
- Oracle;
- IBM DB2;
- IBM Informix;
- Microsoft SQL Server;
- Informix;
- PostGreSQL.

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 rezolyutsiyalari, 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.




*6.9-rasm.* **Geoma’lumotlar bazasining asosiy ma’lumotlari to’plami turlari**

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.

## 6.5. Geoqaytaishlash qurollari paneli, modellar va Python skriptlar

Geoqaytaishlash – bu geografik ma'lumotlarning tahlili bo'lib, GAT ning asosiy funktsiyasi 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 proektsiyalarni 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, ArcGIS dasturi yuzdan ortiq keng qamrovli va funktsional qurollar to'plamini taqdim qiladi.

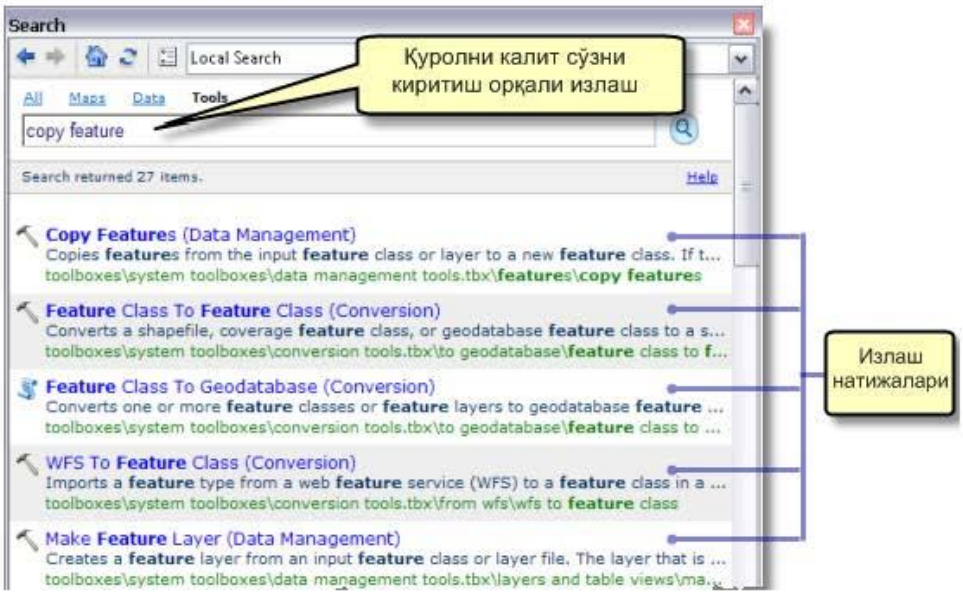
Quroldan foydalanish uchun, avvalo, uni izlab topishga to'g'ri keladi. Buning bir nechta usullari mavjud:

• ko'pchilik hollarda ko'p foydalaniladigan qurollar "Standartnie" qurollar panelidagi (Standart)"Geoqaytaishlash" (Geoprocessing)menyusidan izlab topilishi mumkin;

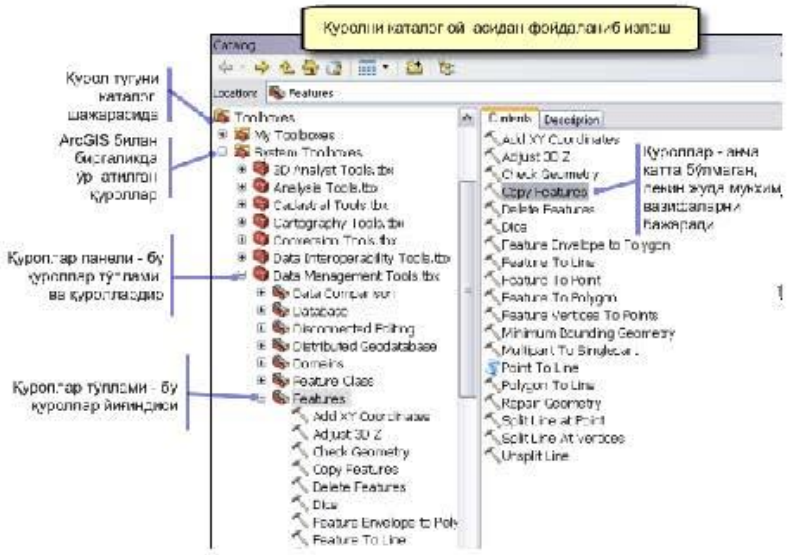
• qurollarni "Izlash" (Search) dialog oynasidan izlash (6.10-rasm). Bunda kalit so'zni kiritish orqali qidiruv amalga oshiriladi;

• qurolni "Katalog" oynasidan izlash (6.11-rasm). Bunda kerakli qurol qaysi qurollar to'plamida joylashganligini bilish zarur;

• qurolni "ArcToolbox" oynasidan izlash. "ArcToolbox" 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.

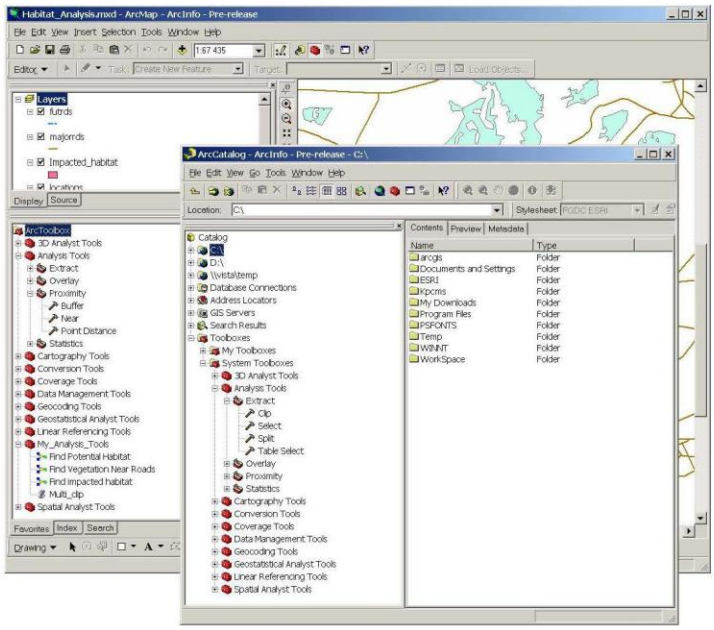



*6.10-rasm*.**Qurollarni "Izlash" (Search) dialog oynasidan izlash**




*6.11-rasm*.**"Katalog" oynasidan qurollarni izlash**

ArcGIS dasturining 9,0 sonidan boshlab geoqaytaishlashni maxsus ArcToolbox ilovasi yordamida amalga oshirish imkoniyati vujudga keldi. Endilikda geoqaytaishlash qurollaridan bevosita ArcGIS(ArcMap, ArcCatalog, ArcScene yoki ArcGlobe) ilovalaridan turib foydalanish mumkin (6.12-rasm).




*6.12-rasm.* **ArcToolbox ilovasini ArcCatalog shajarasidan ishga tushirish**

*6.2-jadval*

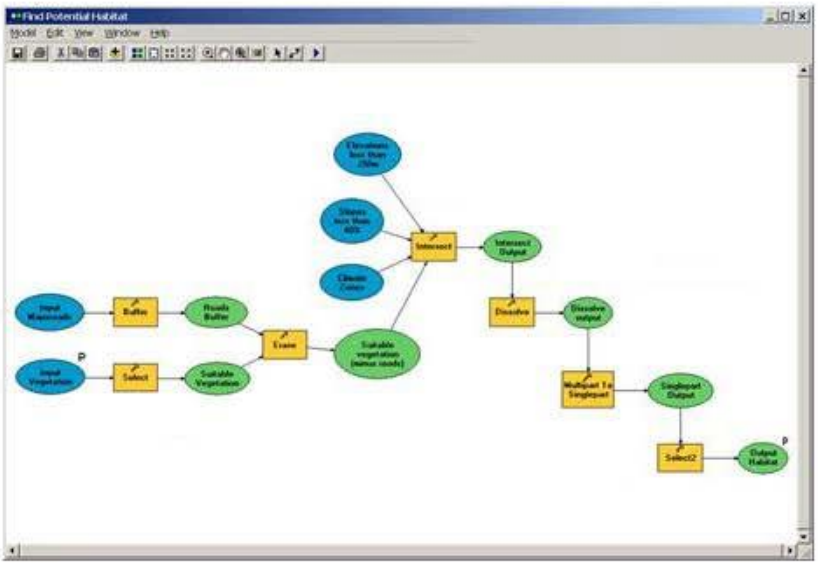
**ArcToolbox ilovasining asosiy qurollari**

| Belgisi | Nomlanishi va bajaradigan funktsiyasi |
|---|---|
|  | Qurollar to'plami: ushbu konteyner biror-bir qurollar to'plamini o'z ichiga oladi |
|  | Qurol: geoqaytaishlashning ma'lum funktsiyasini 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 |

Shuningdek, ArcGIS da vizual dasturlash tili ModelBuilder yordamida yoki matnli dasturlash tilida skript yozish orqali shaxsiy qurollarni yaratish imkoniyati ham mavjud. ArcGIS 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.

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 ModelBuilder modelidan foydalangan holda shaxsiy qurollari modelini vizual holda yaratishi mumkin.

ModelBuilder uncha murakkab bo'lmagan ishchi jarayonlarni yaratish va bajarishda katta qulayliklar keltiradi, shuningdek, ArcGIS ning funktsional imkoniyatlari uchun qo'shimcha usullarni taqdim qiladi, bu esa aniq modellarni qurol sifatida yaratish va birgalikda qo'llash imkonini beradi. Bundan tashqari, ModelBuilder ArcGIS ning boshqa ilovalar bilan integratsiyalashuvi imkonini beradi (6.13-rasm).




*6.13-rasm*.**ModelBuilder da yaratilgan ishchi jarayon modeli**

ArcGIS 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 vaJScript 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 holdaUNIX, Linux, Windows va boshqalardaishlay oladi.

Python mustaqil platformalararo ochiq dasturlash tili hisoblanadi. Tezkor, kuchli va o'zlashtirish oson dasturlash tili bo'lgani uchun keng foydalaniladi.

Python ArcGIS 9.0 versiyasidan boshlab hozirgachageoqaytaishlash 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 ob'ektga yo'naltirilgan dasturlashni tushunish oson bo'lgan tarzda etkazadi;
- Python o'qish oson bo'lgan kodlarga ega bo'lganligi sababli uni hujjatga olish oson;
- Python ningC++ 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 ArcPy site-package mexanizmi bilan amalga oshiriladi. ArcPy orqali geoqaytaishlash qurollarida, shuningdek, oddiy va murakkab ish jarayonlarini tez tashkil qilish imkonini beruvchi qo'shimcha funktsiya, 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, VBScript, Jscript.**

## Nazorat savollari

1. ArcGIS dasturiy ta'minotida Katalog oynasining vazifasi nimalardan iborat?
2. Katalog oynasining qurollari yordamida qanday amallarni bajarish mumkin?
3. ArcCatalog ilovasi nima?
4. ArcCatalog 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. ModelBuilder nima va undan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

# 7-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'laligicha 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 ishonchliligi 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 atamalarning izohi keltirilgan. Quyida eng muhim hisoblangan ayrim atamalarning 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'lchangan 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 plyus 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 jarayonida 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 (rezolyutsiya) 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 funktsiyasi bo'ladi.

*Umumlashtirish (generalizatsiya)* atamasi kartalarni tuzishda soddalashtirish darajasini anglatadi. Kartalar real dunyoning modeli bo'lib, u dunyoning kichraytirilgan nusxasi emas, ya'ni bu erda 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 ob'ektlar 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 inertsiyaga 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 raqamlashtirilgan 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 ob'ekti yoki nuqtalari o'rnini aniqlash uchun foydalaniladigan koordinatalar, dala o'lchash ma'lumotlarini interpolyatsiya 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 erda 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, er usti s'yomkasi) boshqa s'yomka 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'ishning 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 shak-shubhasiz 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 ishonchliligi haqidagi tasavvurlarni ta'minlash uchun xatolarning miqdor o'lchovidan foydalanish borasida dastlabki qadamlar qo'yilgan.

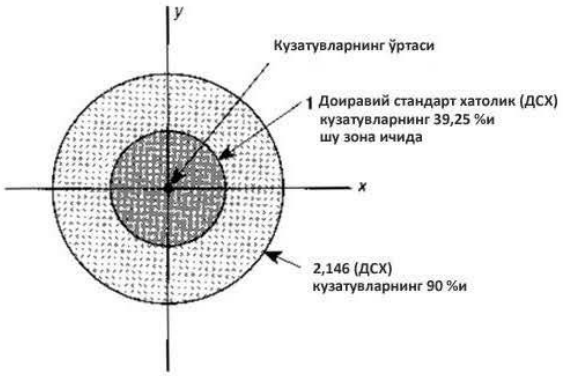
***Atribut xatolar.*** Atribut ma'lumotlarida o'lchash xatolari oddiy statistik usullardan foydalanish natijasida shakllangan bo'lishi mumkin. Masalan, agar

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 interpolyatsiya qilish uchun zarur bo'lishi mumkin.

Agar atribut ma'lumotlar raqamli toifadagi ma'lumot hisoblanmasa, unda ular xatolarmatritsalari tasnifini hisoblashga imkon beradi. Ushbu matritsadagi qatorlar o'zidao'lchangan turli toifalarni, ustunlar esa to'g'ri toifalarni ifodalaydi. Masalan, qatorlar kosmik suratlarni tahlil qilish asosida erdan foydalanish strukturasining tasnifidagi toifalarni ifodalashi, ustunlar esa ma'lumotlarni er ustidagi nazoratlarga asoslangan tasniflashdagi toifalariga mos kelishi mumkin.

***Nuqtali ma'lumotlar xatolari.*** Nuqtalarning planli o'rnini belgilashdato'g'ri burchakli koordinatadan (ya'ni *x* va*u*) 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 sirtdagi 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).



*7.1-rasm.* **Doiraviy standart xatolik**

***Chiziqli ma'lumotlar xatolari.*** Chiziqhar bir nuqtasining haqiqiy o'rnini raqamlashtirilgan chiziqdan har ikkala tomoni bo'yicha polosa oralig'ida 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'rniundan 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.

## 7.2. 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 funktsiyalarni 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 manbalarning 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 ob’ektlar 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 ob’ektlar 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 funktsiyalari

Metama’lumotlar funktsiyasi 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 (metamodellarni) 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 funktsiyalarni 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'lumotlare'tiborni ko'proqjalb 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 sistemalaridama'lumotlar bazasining sxemasi o'zgarmas bo'ladi. Elektron kutubxonalarda yangi axborot ob'ektlari qo'shilsa, undagi kollektsiya katalogining o'zgarishidinamik metama'lumotlarga misol bo'ladi.

***Metama'lumotlarning shakllanganlik darajasi.*** Metama'lumot-larni 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 funktsiyalardan (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 funktsiyalarni bajaradi. Ularning barcha imkoniyatlaridan to'la foydalanmasdan bajariluvchi metama'lumotlarning qisqacha asosiy funktsiyalari quyidagilar:

***Predmet sohasi modellarining tavsifi.*** Metama'lumotning asosiy funktsiyasi predmet sohasi mavhum modelini tavsiflashdan iborat. Axborot sistemasini loyihalash ushbu modellarni ishlab chiqishdan boshlanadi. Ushbu funktsiya semantik daraja tizimlarida ontologiya bilan to'ldiriluvchi predmet sohasining kontseptual sxemasi hisoblanadi. Bunday modellar ishlab chiqiladigan axborot sistemalarini amalga oshirish texnologiyalariga bog'liq emas. Kontseptual sxemalarni tasniflash uchun turli darajadagi rasmiy kontseptual modellashtirish tillari qo'llaniladi, masalan, matematik mantiqqa asoslangan UML diagrammalar yoki bilimlarni taqdim qilishning rasmiy tillari. Xuddi shu kontseptual sxema turli darajadagi predmet sohasi semantikasini o'zida saqlashi mumkin.

***Ma'lumotlar manbalarining tavsifi.*** Metama'lumotlarning ushbu funktsiyasi ma'lumotlar bazalari sxemalari, XML-hujjatlari tipini, axborot ob'ektlari repozitorlari uchun XML-sxemalarni, axborot manbai ontologiyasini (masalan, RDFS, OWL2) aniqlashni bajaradi.

Metama'lumotlarning "Axborot ob'ektlari tavsifi", "Axborot manbalari, ularning fragmentlari semantikalari tavsifi", "Turli darajadagi axborot arxitekturasi 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 xarakteristikalari va ularning ehtiyojlari tavsifi", "Axborot resurslarini qidirish va topishni ta'minlash"kabi funktsiyalari mavjud.

### 7.2.3. Metama'lumotlarni tasniflash va ifodalash vositalari. Metama'lumotlarni standartlashtirish

Metama'lumotlarni tasniflashga doir turli yondashuvlar mavjud. Tavsiflanadigan resurslar funktsiyasi, 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'plami),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'lumotlarelektron kollektsiyalar va boshqa axborot resurslari bilan boshqarish va ma'muriy rasmiyatchilik uchun xizmat qiladi. Ma'lumotlarni yig'ish, ularning joylashgan o'rni, resurslarni reproduktsiya 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.*** Kollektsiyalar 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 asboblar, 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’iyligini 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, kontseptual modellashtirish, ontologiyani tavsiflash, ishlar oqimini tavsiflash kabi tillar kiradi. Bunday toifadagi tillarga SQL tilning deskriptiv tub tili, ODL ob’ektlarni tavsiflash tili, COBRA standartning IDL interfeyslarini tavsiflash tili, W3C: OWL, OWL2, RDF, RDFS konsortsiumi 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 – ob'ektni 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 konsortsium, 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 konsortsiumining ODL ob'ektlarni izohlash tilini kiritish mumkin.

ODMG konsortsiumining standartlari: UML tili, COBRAIDL interfeyslarni izohlash tili, Common Warehouse Model (CWM) tili, W3C konsortsiumining 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 sohalardagi 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 echish uchun elektron kartalardan foydalaniladi. Topografik, maxsus va mavzuli elektron kartalar – elektron kartalar sistemasiga birlashtiriladi. Unga kiruvchi vektor va rastr elektron kartalar hisoblash masalalarini echish 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, ishonchliligi 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 tizimlashti-rilgan ro'yxati. Unda har bir punkt uchun uning nomi, sinfi, to'g'ri burchakli koordinatalari, markazining normal balandligi va orientir yo'nalishlari-ning direktsion burchaklari ko'rsatiladi.

***Gravimetrik punktlar katalogi*** –har bir punkt uchun uning nomi, o'rnining tavsifi, og'irlik kuchining tezlanishi va uni aniqlashning o'rta kvadratik xatosi, planli koordinatalari va dengiz sathidan punkt balandliklarini o'zida saqlovchi gravimetrik punktlarning tizimlashtirilgan ro'yxatidir.

***Erning gravitatsiya maydoni modeli*** –Erning gravitatsiya maydoni elementlarining matematik tavsifidir. Ushbu model butun ersirti bo'yicha Erning gravitatsiya maydonini tavsiflaydigan planetar model, alohida region va mahalliy hududlarda gravitatsion maydonni batafsil ifoda etadigan regional va mahalliy modellarga farqlanadi.

***Erning gravitatsiya maydoni raqamli modeli*** –Erning anomal gravitatsiya maydoni (anomal og'irlik kuchi, kvazigeoid balandligi, shovun chizig'ining og'ishi, anomal gravitatsion tezlanish) bir yoki bir nechta tavsiflari diskret qiymatlarining raqamli ko'rinishda kodlashtirilgan yagona koordinatalar, balandliklar, gravimetrik sistemalarda, o'rnatilgan formatda axborot tashuvchi mashinalarda yozilgan, interpolyatsiya algoritmini kuzatib, bu tavsiflarning oraliq qiymatlarini zaruriy aniqlikda olishni ta'minlovchi tartibga solingan majmuadir.

***Elektron karta*** –joy va holat haqidagi ma'lumotlar bo'yicha tasvirlash, tahlil qilish va modellashtirish hamda axborot va hisoblash masalalarini echish uchun mo'ljallangan, qabul qilingan proektsiya, 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, proektsiyasi, mazmuni va shartli belgilari bo'yicha tartibga solingan va kelishilgan hamda umumiy mazmun bo'yicha birlashtirilgan elektron kartalar majmui.

***Joyning raqamli modeli*** –joy ob'ektlari va uning tavsiflari haqidagi ma'lumotlarni o'zida saqlovchi raqamli kartografik model.

***Relefning raqamli modeli*** –er sirtidagi notekislik haqidagi axborotni o'zida saqlovchi raqamli kartografik model.

***Raqamli fotoplan (ortofotoplan)*** –berilgan koordinatalar va balandliklar sistemalarida ortogonal proektsiyadagi 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 cheklovlar);
- 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 proektsiyalar, koordinatalar to'ri, Er 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 ob'ektlari tarkibiga quyidagilar kiradi: Erning geodezik parametrlari sistemalari, er 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, Erning geotsentrik gravitatsion doimiysi, Er atmosferasi geotsentrik gravitatsion doimiysi, Erning aylanish burchak tezligi va shu kabilar), ularning o'rta kvadratik xatosi, umumer ellipsoidi (nomi), Er normal va anomal gravitatsiya maydoni planetar modeli (nomi). O'zbekiston Respublikasida asosiy SK-42 Er parametrlari sistemasi hisoblanadi.

– Er ellipsoidi: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), turi (umumer, referents), katta va kichik yarim o'qlarning qiymati va o'rta kvadratik

xatosi, ekvatorial va qutbiy siqilishi, birinchi va ikkinchi ekstsentrisitetlar kvadratlari.

• *Umumer ellipsoidi:* ushbu ellipsoidga taalluqli Er geodezik parametrlari sistemasi (nomi).

• *Referents-ellipsoid:* er tanasida referents-ellipsoidni orientir-lash uchun aniqlanuvchi boshlang'ich punktlarning geodezik koordinatalari (kenglik va uzoqlik), geodezik tarmoq boshlang'ich punktlaridagi boshlang'ich azimut va kvazigeoid balandlik. O'zbekiston Respublikasida 1940 yilda TsNIIGAiK da F.N. Krasovskiy rahbarligi ostida o'lchamlari ishlab chiqilgan "Krasovskiy ellipsoidi" nomini olgan referents-ellipsoid qabul qilingan.

– Koordinatalar sistemasi: nomi, joriy etilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot), turi (astronomik, geodezik, geografik), statusi (umumer, referents), o'lchamliligi (fazoviy, yassi), koordinatalar to'ri ko'rinishi (to'g'ri burchakli, sferoidik, sferik, qutbiy va h.k.), sanoq boshi (geotsentrik, topotsentrik).

• *Umumer koordinatalar sistemasi*: Erning geodezik parametrlari boshlang'ich sistemasi (nomi), kosmik-geodezik tarmoq punktlari koordinatalari, ularning o'rta kvadratik xatolari va xatoliklarning korrelyatsiya koeffitsientlari.

• *Referents koordinatalar sistemasi:* davlat (region), referents-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.

– Koordinatalarsistemasini 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 triangulyatsiyasi, maxsus geodezik tarmoqlar); geodezik

tarmoqlarning aniqlik tavsiflari (o'lchangan burchaklar o'rta kvadratik xatosi, direktsion 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), regioni, 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 ob'ektlari tarkibiga quyidagilar kiradi: og'irlik kuchi normal tezlanish formulasi, gravimetrik sistema, gravimetrik punktlar katalogi, gravimetrik punkt, Erning gravitatsiya maydoni modeli, og'irlik kuchi anomaliyasining o'rta qiymati katalogi va er 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), Erning geodezik parametrlari sistemasi (nomi), ekvatorda 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.

– Erning gravitatsiya maydoni modeli: nomi, ishlab chiqarilgan yili, kelib chiqishi (davlat, tashkilot, mualliflar jamoasi), ob'ekt (normal gravitatsiya maydoni, anomal gravitatsiya maydoni), taqdim etish shakli (geopotentsialning 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:* Erning geodezik parametrlari boshlang'ich sistemalari (nomi), umumer ellipsoidi sirtida normal potentsial 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, ob'ekti (og'irlik kuchi anomaliyasi, kvazigeoid balandligi, shovun chizig'ining og'ishidan tashkil topuvchi), interpolyatsiya usulining tugun qiymatlari, og'irlik kuchi anomaliyasi modeli uchun – gravimetrik 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, korrelyatsiya matritsalari 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 anomaliyasining o'rtacha qiymati kataloglari va er 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 anomaliyasining o'rtacha qiymati katalogi:* boshlang'ich gravimetrik sistema (nomi), og'irlik kuchi normal tezlanish formulasi (nomi), og'irlik kuchi anomaliyasining reduktsiyasi ko'rinishi (erkin havoda, Faya reduktsiyasi, Buge reduktsiyasi, 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 s'yomka materiallari haqida ma'lumot: s'yomka hududining joylashgan o'rni (trapetsiya nomenklaturalari, s'yomka hududi chegaralarining koordinatalari, davlati, regioni, tumani, shahri), s'yomka bajarilgan

vaqti (sanasi), boshlang'ich s'yomka materiallarining ro'yxati (trapetsiya nomenklaturasi, s'yomka turi kodlari va s'yomka 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, s'yomka turi kodi, trapetsiya nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, s'yomka hududi chegarasining koordinatalari, s'yomka bajarilgan tuman, shahar, sanasi va vaqti, s'yomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiyasi haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), s'yomkaning 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, s'yomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturalari, joyning ruxsatnomasi, bo'ylama va ko'ndalang yopilishi, s'yomka hududi chegarasi koordinatalari, s'yomka bajarilgan tuman, shahar, sanasi va vaqti, s'yomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), s'yomkaning 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, s'yomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, joyning kadr markazi koordinatalari, s'yomka tumani, shahri, sanasi va vaqti, s'yomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), s'yomkaning 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, s'yomka turi kodi, trapetsiyalar nomenklaturasi, joyning ruxsatnomasi, joyning kadr markazi koordinatalari, s'yomka hududi, shahri, sanasi va vaqti, s'yomka apparaturalari (markasi, zavoddan chiqqan raqami, fokus masofasi, bosh nuqtalari koordinatalari, distorsiya haqida ma'lumot, kadr o'lchami, kalibrlash ma'lumotlari), s'yomkaning o'rta masshtabi, s'yomka vaqti, tashqi orientirlash elementlari, optik zichlik (o'rtacha, minimal, maksimal vual (fotomaterialning qorayish 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 matritsalari haqida ma'lumotlar: identifikator (kod), turi, taqdim etish formati, koordinatalar va balandliklar sistemalari, matritsalarni bog'lash nuqtalari o'rni, 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).

• *Matritsalarni tuzish manbalari haqida ma'lumotlar:* relef haqida boshlang'ich ma'lumotlar manbalari, tuzish sanasi, tuzish usuli, tomonlar va burchaklar bo'yicha qo'shni matritsalarni 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'rni, ramkaning janubi-g'arbiy va shimoli-sharqiy burchaklari koordinatalari qiymati, tomonlar o'lchami, hudud diagonali va maydoni, joy ob'ektlarini 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 proektsiyasi, 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 ob'ektlar 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, proektsiya, 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 matritsalari va uning parametrlari (diskret siljishi, ustunlar va qatorlar soni), relefni tasvirlash usuli va u haqidagi axborotni taqdim etish (ifodalash) shakli, planli asos,

boshlang'ich triangulyatsiya punkti, koordinatalar sistemasi, balandlikning boshlang'ich sathi (balandlik sistemasi), boshlang'ich meridian (uzoqlikni hisoblash uchun), ellipsoid parametrlari, raqamlashtirishning diskretligi predmetlar va konturlarning planli o'rnidagi 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: er sirtida eng ko'p uchraydigan qiyalik burchaklari, relef balandligi o'rta kvadratik og'ishining o'rtacha sathi, relef balandligi korrelyatsiya radiusi, relefning maksimal va minimal balandliklari, baland ob'ektlarning maksimal balandligi.

– Joyda alohida o'ziga xos (boshqa joyda uchramaydigan) ob'ektlarning 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 proektsiyasi, 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. Raqamlikartalarma'lumotlarisifatinibaholashprintsiplari

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 kartalarningma’lumotlaridan boshqa sohalarda foydalanish imkoniyatinianiqlash maqsadida amalga oshiriladi.

Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholash ob’ektlari 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 foydalanishbosqichlarida 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 printsiplari 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 printsiplari ma’lumotlarni olish usuli, texnologiyasi va texnik vositalariga bog’liq emas.

Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholash standartidabelgilangan raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholash printsiplari kartografik tasvir ko’rinishidagi raqamli kartalar mazmunini ifodalash talablariga ma’lum chegara qo’ymaydi.

Raqamli kartalar ma’lumotlari sifatini baholash quyidagi asosiy printsiplarga 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’rnati-lishi;

– ma’lumotlar sifatini baholash natijalariningtartibga 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 printsip hisoblanadi. Raqamli kartalar ma’lumotlar to’plami sifatini baholash taqdim etiladigan ma’lumotlarning muhim guruh va elementlari uchun ushbu printsipga 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 strukturasining 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 s'yomkalar;

– 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'lmasligi 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 ob'ektlarning 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 ob'ektlari 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, metama'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 funktsiyalarni bajaradi?
6. Metama'lumotlar qaysi mezonlar bo'yicha tasniflanadi?
7. Elektron kartalar metama'lumotlari deganda nimani tushunasiz?
8. Elektron kartalar metama'lumotlariqanday tasniflanadi?
9. Raqamli kartalar ma'lumotlar sifatini baholash qaysi maqsadlarda amalga oshiriladi?
10. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash printsiplari 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.

# 8-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 bilanrivojlanishi 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 mujassamlashtirganelektron axborot sistemalarining samaradorligi va tezligi insonlar orasida axborotlardan foydalanish qonuniyatlari va majburiyatlarining buzilishiga olib kelmoqda.

Axborot sistemalarida etikamasalasi juda muhim ahamiyatga ega. Axborot – hokimiyatningasosi 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 echimini axborot xizmatlarini sotish orqali hal qilish mumkin deb hisoblasa-da, ammo mazkur echim 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 fojiaviy oqibatlariga yana ko'pgina temir yo'l halokatlarini keltirishimiz mumkin. Bunda poezdlar qatnovi grafigida 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.

Bugungi kunga kelib GAT mutaxassislari jamoaga taqdim qilayotgan ma'lumotlar bazasidagi har bir axborotning ishonchliligi va aniqligi uchun yuridik jihatdan javobgarliklarini tushunib etishgan. Agar iqtisodiy zarar GAT ma'lumotlar bazasi axborotlaridagi xato sababli kelib chiqsa, jabrlanuvchilar GAT mutaxassislarini 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'lning 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:
   - ob'ektiv bo'lish, puxta ishlash va barcha bilimi hamda professional malakasidan foydalanish;
   - ishning tegishli printsipini 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 echimlarni 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 echish 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 er 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 hamdaulardan 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. Entsiklopediya 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 ixtirodanfoydalanish bo'yicha vaqtinchalik monopoliyani kafolatlaydi.

Ma'lumotlar bazasidan foydalanish va GATbilan bog'liq qonuniy jihatlarga yuqorida aytib o'tilganlardan tashqari yana quyidagilarni ham keltirishimiz mumkin:

• tashkiliy va kommertsiya (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, gidrografiya 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 faoliyatiqonun 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 rezolyutsiyalar 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'analarining 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 fuqarolarga 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 printsiplarga asoslangan: boshqa insonlarga hurmat bilan munosabatda bo'lish va hech qachon o'zining maqsadi yo'lida ulardan vosita sifatida foydalanmaslik – deontologiya printsipi. Ushbu printsipga muvofiq, o'zining hamkasblari, rahbarlari, boshqa insonlar va keng omma uchun shaxsiy faoliyatida yuz berishi mumkin bo'lgan oqibatlarni hisobga olish zarur.

Ma'lumotlarni olish, to'plash, qayta ishlash, tarqatish va muloqot 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’tkazmoqda. 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 sohalarda 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 echimni 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 etishmaydi. 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 himoyalanadi?
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 s'yomka**– sun'iy manba yordamida ob'ektlarni majburiy nurlantirish hisobiga amalga oshiriladigan s'yomka.

**Atribut**– vektor ob'ektlarni 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 aerofotos'yomkada ketma-ket olingan suratlarning bir-birini bo'ylamasiga qoplashi.

**Vektor tasvir**–ob'ektlar joylashishi, tashqi chegarasi shu ob'ektga tegishli bo'lgan nuqtalarning koordinatalari yig'indisi tarkibi bilan ifodalangan ko'rinishi.

**Gauss-Kryuger proektsiyasi**–to'g'ri burchakli konform ko'ndalang-tsilindrik proektsiya.

**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 oshiriladiganmatematik jarayon.

**Geografiya qurollar paneli**–tasvirni kattalashtirish yoki kichiklashtirish va boshqa joyga o'tkazish uchun mo'ljallangan qurollar paneli.

**Geodezik balandlik** – referents-ellipsoid sirtidan er 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 ob'ektlarning o'rni va ularning xususiyatlari (fazoviy va fazoviy bo'lmagan atributlar) to'g'risidagi axborotlarni (ma'lumotlarni) o'zida saqlovchi fazoviy ob'ektlar 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)**– er usti, suv va havodagi ob'ektlar o'rnini tez va aniq topish uchun mo'ljallangan maxsus kosmik va er usti texnik vositalari, dasturiy ta'minoti va texnologiyalar majmuasi.

**Deshifrovka**–joyning fotosuratidagi ob'ektlarni topish, ularning tavsiflarini aniqlash va mohiyatini ochib berish.

**Deshifrovka qilishning aerovizual usuli**–ob'ektlarning tavsiflarini samolyot yoki vertolyotdan turib aniqlash.

**Deshifrovka qilishning dala usuli**–suratda anglash mumkin bo'lmagan va mufassal tekshirilishi lozim bo'lgan ob'ektlarnibevosita joyning o'zida o'rganish.

**Deshifrovka qilishning kameral usuli**–ob'ektlarni anglash, topish va uning tavsiflarini aniqlashni dalaga chiqmasdan xonada fototasvir xususiyatlarini o'rganish hisobiga amalga oshirish.

**Digitayzer**– nuqtali va chiziqli ob'ektlarni koordinatalar bo'yicha kompyuter xotirasiga kiritishga moslashgan qurilma.

**Digitalizatsiya**– ma'lumotlarni kompyuterga digitayzer yordamida kiritish jarayoni.

**Differentsial rejim (DGPS)**– ob'ekt koordinatalarini yuqori aniqlikda topishga qaratilgan usul.

**Yorug'lik qaytarish indikatrisasi**–ob'ektlar yuzasining tuzilishiga qarabyorug'likning turli yo'nalishda va har xil kuch bilan tarqalishi.

**Yorug'lik kontrasti**– ikki ob'ekt yorug'ligi orasidagi farq.

**Ikki chastotali qabul qilgich** – GPS va GLONASS sun'iy yo'ldoshlaridan tarqaluvchi ikki chastotali signallarni qabul qiluvchi qabul qilgich.

**Ionosfera** –er sirtidan taxminan 50 km dan 100 km gacha balandlikda tarqalgan qatlam.

**Ichki orientirlash**–aerofotosuratga nisbatan proektsiyalash markazining joylashgan o'rnini aniqlash.

**Kartografik proektsiya**–ellipsoid (sfera)dagi nuqtalar va ularningtekislikdagi tasviri koordinatalari orasidagi analitik bog'lanishni o'rnatuvchi bir sirtni boshqa sirtga tasvirlash usuli.

**Konvergentsiya burchagi**–ikki ko'zning ko'rish o'qlari orqali topilgan burchak.

**Kosmik segment**– GNSYS da Erning atrofida ma'lum orbitalarda harakatlanuvchi Erning 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 aerofotos'yomkada bir marshrutdagi suratlarning ikkinchi marshrutdagi suratlar bilan ko'ndalangiga qoplanishi.

**Lazer skanerlash**– fazoviy koordinatalari bilan nuqtalar to'plamini ifodalovchi ob'ektning 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** –er sirtidagi uchastka to'g'risidaidentifikatsiyalangan 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 echish uchun bir-biriga bog'liq ehtiyojlar, bir turdagi ma'lumotlarning bir yoki bir nechta xususiyatlari tavsifi.

**Merkator proektsiyasi (UTM–Universal Transverse Mercator)**–to'g'ri burchakli konform ko'ndalang- tsilindrik proektsiya.

**Metama'lumot** –o'zida aniqlashtirish, qidirish, baholash va boshqarish maqsadida izohlanadigan ob'ektlar tavsiflarini namoyon etadigansistemalashtirilgan ma'lumot.

**Metrik ma'lumotlar** – joy ob'ektlari fazoviy o'rnini ma'lum koordinatalar sistemasida aks ettiruvchi kartografik ma'lumotlar turi.

**Mobil kartaga olish sistemasi** – harakatdagi transport vositasidan ob'ektlarning 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'tkirligi**–ko'zning kuzatish ob'ektini 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 er usti vositalari majmuasi.

**Nol stereoeffekt**–stereomodelning tekis, ya'ni relefsiz ko'rinishi.

**Normal balandlik** – geoid sirtiga yaqin kvazigeoid sirtidan er sirtidagi nuqtagacha shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan balandlik.

**Ob'ektivning ruxsat etish qobiliyati**–ob'ektivning mayda detallarni hosil bo'layotgan tasvirda yaqin, aniq va ajratib ko'rsatish qobiliyati.

**Ortometrik (mutlaq) balandlik** – geoid sirtidan er sirtidagi nuqtagacha shovun chizig'i yo'nalishi bo'yicha o'lchanadigan vertikal masofa.

**Ortofotoplan**– markaziy proektsiyadan ortogonal proektsiyaga o'zgartirilgan aerofotosuratlardan tuzilgan va aniq geodezik tayanch nuqtalarga bog'langan joyning fotografik plani.

**Passivs'yomka**– asosiy yoritish manbai sifatida Quyoshdan foydalanib bajariladigan s'yomka.

**Perspektiv aerofotos'yomka**–aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi 3° dan katta bo'lgan holatda bajariladigan s'yomka.

**Piksel** *(pixsel)*– rastr tasvirlarni ifodalaydigan ikki o'lchamli eng kichik element.

**Planli aerofotos'yomka**–aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi 3° dan oshmaydigan holatda bajariladigan s'yomka.

**Planli fototriangulyatsiya**– tayanch nuqtalarning ikkita koordinatalarini aniqlash.

**Pozitsirlash**– kuzatilayotgan ob'ektlarning fazoviy-vaqtli holati parametrlarini aniqlash.

**Raqamli kartalar ma'lumotlari sifati** –ma'lum masalalarni echish 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.

**Referents-ellipsoid**–o'lchamlari aniqlangan va er sirtida ma'lum holatda orientirlangan (joylashtirilgan) ellipsoid.

**Semantik ma'lumotlar** – joy ob'ektlari 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) ob'ektlar 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'zgarmaydigan 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**–ob'ektlarning uch o'lchamli hajmli shakllarini o'lchash usullarini stereojuft suratlar orqali o'rganadiganfotogrammetriyaning bo'limi.

**Stereoeffekt (stereoskopik effekt)**–ikkitaaerofotosuratni kuzatib predmet relefligini ko'z bilantasavvur qilish.

**Suratning ishchi maydoni**–ikki marta bo'ylama va ko'ndalang qoplanishlar o'rtasidan o'tuvchi chiziq bilan chegaralangan maydon.

**Tashqi orientirlash**–joydagi koordinatalar sistemasiga nisbatan suratning va proektsiyalash markazining joylashishini aniqlash.

**Teskari stereoeffekt**–stereomodel relefining joydagi relefga teskari tarzda qabul qilinishi.

**To'g'ri stereoeffekt**–stereomodel relefining joydagi relefga to'g'ri kelishi.

**Umumiy yorug'lik koeffitsienti**–ob'ektda biror yo'nalish bo'yicha kelib urilgan yorug'lik kuchiga nisbatan ob'ektdan qaytgan nurlarning miqdori.

**O'zaro orientirlash**–suratga olish vaqtida juft fotosuratlarning bir-biriga nisbatan o'zaro holatini aniqlash.

**Fazoviy fototriangulyatsiya**– tayanch nuqtalarning uchta koordinatalarini aniqlash.

**Foydalanuvchilar segmenti**– GNSY sistemalari signallarini qabul qiluvchi apparaturalar.

**Fotogrammetrik distorsiya**–ob'ektivdan ma'lum burchak ostida chiqqan nurning predmetdan aynan shu burchak ostida qaytmasligi hisobiga hosil bo'ladigan tasvirdagi xato.

**Fotogrammetriya**–ob'ektlarning shakli, o'lchami, holati va boshqa ko'rsatkichlarini ularning fototasvirlari orqali aniqlaydigan ilmiy-texnik fan.

**Fototriangulyatsiya**– fotogrammetrik qurilma yoki ishchi stantsiyalarda aerofotosuratlarni o'lchash orqali tayanch nuqtalarning o'rnini aniqlash usuli.

**Tsilindrik proektsiya**–meridianlar teng parallelli to'g'ri chiziqlar, parallellar esa meridian tasviriga perpendikulyar to'g'ri chiziqlar bilan tasvirlanadigan proektsiya.

**Elektron taxeometriya(s'yomka)** –elektron taxeometrlar yordamida topografik s'yomkalarni bajarish.

**ArcCatalog**–turli xildagi geografik ma'lumotlarni tashkil etish va boshqarishga mo'ljallangan ArcGIS 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 echish mumkin bo'lgan panel.

**ArcGIS Server qurollar paneli**–ArcGIS servislarini ArcCatalog dan 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** –er 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. Muborakov X.M. Geodeziya. T.: Cho'lpon, 2007.
2. Muborakov X.M. Geodeziya. T.: Cho'lpon, 2013.
3. Oxunov Z.D. Geodeziyadan praktikum. T.: Universitet, 2009.
4. Oxunov Z.D. Topografik-geodezik ishlarni avtomatlashtirish. O'quv qo'llanma.T.: Universitet, 2014.
5. ShNK 1.02.18-09 "S'yomka geodezik tarmoqlari. Qoidalar to'plami". T.: "Davarxitektqurilish", 2010.
6. Vlasov I.B.Globalnie navigatsionnie sputnikovie sistemi. M.: Rudomino, 2010.
7. GOST 68-3.4.1-03 Karti tsifrovie. Otsenka kachestva dannix. Osnovnie polojeniya. M.: TsNIIGAiK, 2003.
8. GOST R 51353 – 99 GSRF. Geoinformatsionnoe kartografirovanie. Metadannie elektronnix kart. M., 2000.
9. Instruktsiya po razvitiyu s'yomochnogo obosnovaniya s primeneniem globalnix navigatsionnix sputnikovix sistem. M.: TsNIIGAiK, 2002.
10. Instruktsiya po topograficheskoy s'yomke v masshtabe 1:5000, 1:2000, 1:1000 i 1:500. M.: Nedra, 1985.
11. Kapralov E.G., Koshkarev A.V., Tikunov V.S. i dr. Osnovi geoinformatiki. V 2 kn. Kn.2. M.: Akademiya, 2004.
12. Kogalovskiy M.R. Entsiklopediya texnologiybaz dannix. M.: Finansi i statistika, 2002.
13. Kogalovskiy M.R., Kalinichenko L.A. Kontseptualnoe i ontologicheskoe modelirovanie vinformatsionnix sistemax //Programmirovanie. MAIK "Nauka"/ Interperiodika. 2009.№ 5.
14. Leong-XongB., Plagman B. Sistemi slovareyspravochnikov dannix /Per. s angl. M.: Finansi i statistika, 1986.
15. Maslov A.V. Geodeziya. M.: Nedra, 1980.
16. Neumivakin Yu.K., Perskiy M.I. Geodezicheskoe obespechenie zemelno-kadastrovix rabot. M.: Kolos, 2008.

17. RST Uz 1.1:92 GSS Uz. Poryadok razrabotki, soglasovaniya, utverjdeniya i registratsii gosudarstvennix standartov Uzbekistana.
18. Selixanovich V. G. Geodeziya. M.: Nedra, 1981.
19. Serapinas B.B. Globalnie sistemi pozitsionirovaniya. M.: Katalog, 2002.
20. SeredovichV. A., KomissarovA. V., ShirokovaT. A.. Nazemnoe lazernoe skanirovanie. Novosibirsk: SGGA, 2009.
21. Solovev Yu.A. Sistemi sputnikovoy navigatsii i ix primeneniya. M.: Eko-Trendz, 2003.
22. Yatsenkov V.S. Osnovi sputnikovoy navigatsii. Sistemi GPSNAVSTAR i GLONASS. M.:Goryachayaliniya – Telekom, 2005.
23. Ahmed el-Rabbany. Introduction to GPS. The Global Positioning System. Boston-London, Artech house, 2002.
24. Bieves C. (2004). RFID chips watch Grandma brush her teeth. New Scientist, 17 March 2004.
25. Brown G. (1990). The information game: Ethical issues in a microchip world. Humanities.
26. Craig W. (1993). A GIS Code of Ethics: What can we learn from other organizations?
27. Elliott D. Kaplan, Christopher J. Hegarty. Understanding GPS. Principles and Applications. Boston-London, Artech house, 2006.
28. Galhardas H., Simon E., Tomasic A. AFramework for Classifying Scientific Metadata.INRIA, 1998. ttp://www.aaai.org/Papers/Workshops/1998/WS-98-14/WS98-14-015.
29. Halshofer B., Klas W. A Survey of Techniques for Achieving Metadata Interoperability /ACM Computing Surveys, Vol. 42, No. 2, Article 7,February 2010.
30. ISO 15836:2009. Information and documentation -- The Dublin Core metadata element set.
31. Jeusfeld M.A. Metadata. In: Encyclopedia of Database Systems, Springer, 2009. – pp. 1723-1724.

32. Lefkovits H.C. Data Dictionary Systems. Q. E. D.Information Sciences. – Inc. Wellesley Massachusetts, 1977. – 491 p.
33. Michael Zeiler. Modeling our world. The ESRI Guide to Geodatabase Design. Redlands, California. Environmental Systems Research Institute, Inc. 1999.
34. Press International: New Jersey, USA.
35. Task Force on Metadata. Summary Report //AmericanLibrary Association. Committee on Cataloging:Description and Access. June1999.http://www.libraries.psu.edu/ tas/jca/ccda/tfmeta3.Html
36. http://www.library.uq.edu.au/papers/ctmeta4.html Taylor C. An Introduction to Metadata.The University of Queensland, Australia.
37. http://www.niso.org/standards/resources/UnderstandingMetadata.pdf Understanding metadata. National Information Standards Organization (NISO), 2004
38. http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//00660000044n000000A quick tour of the Catalog window
39. http://www.dataplus.ru/news/arcreview/detail.php?ID=964&SECTION_ID=29 by Baklanov A.B. Data integration
40. http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//006m00000069000000.htmArcCatalog window
41. http://www.dnotice.org.uk/system.htm11
42. http://www.brook.edu/its/cei/cei_hp.htm

## MUNDARIJA

**SO'Z BOShI**

**1. POZITsIRLASh ASOSLARI**

1.1. Pozitsirlash mohiyati. Er shakli va o'lchamlari to'g'risida ma'lumotlar
1.2. Geodeziyada qo'llaniladigan asosiy koordinatalar sistemalari
1.3. Yassi to'g'riburchakli koordinatalar sistemasi
1.4. Bitta koordinatalar sistemasidan boshqasiga o'tish
1.5. Balandliklar sistemalari
1.6. Kartografik proektsiyalar va ularning turlari
1.7. Gauss-Kryugerning teng burchakli ko'ndalang-tsilindrik proektsiyasi
1.8. Gauss proektsiyasidagi xatoliklar
1.9. Gauss proektsiyasi tekisligida chiziqlarni reduktsiyalash

**2. ER USTI S'YoMKALARI (GEODEZIYa): TRIANGULYaTsIYaDAN LAZER SKANERLAShGAChA**

2.1. Geodeziya fani, uning qisqacha tarixi va rivojlanishi
2.2. Er usti s'yomkalari to'g'risida qisqacha ma'lumot
2.3. S'yomka tarmoqlarini yaratishning zamonaviy usullari
2.4. Zamonaviy geodezik asboblar va texnologiyalar yordamida GAT uchun ma'lumotlar olish
2.4.1. Elektron taxeometriya mohiyati
2.4.2. Elektron taxeometrlar
2.4.3. Elektron taxeometriyani bajarish texnologiyasi
2.4.4. Nivelirlash ishlarida elektron-raqamli nivelirlarni qo'llash
2.5. Er usti lazer skanerlash
2.5.1. Lazer skanerlarning turlari va texnik tavsiflari
2.5.2. Er usti lazer skanerlarning ishlash printsipi
2.5.3. Er usti lazer skanerlash texnologiyasi
2.5.4. Er usti lazer skanerlash ma'lumotlarini ishlab chiqish dasturiy ta'minotlari

**3. 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 printsipi
3.2. O'lchash va ma'lumotlarni uzatish uchun radiosignallar
3.3. GNSYS da qo'llaniladigan koordinatalar sistemasi
3.4. O'lchashlar aniqligi va xatoliklar manbai
3.5. Qabul qilgichlarning turlari va texnik tavsiflari

3.6. GNSY bilan kuzatishlarni bajarish va ma'lumotlarni ishlab chiqish usullari
3.7. Mobil kartaga olish sistemasi

**4. STEREOFOTOGRAMMETRIYa, ORTOFOTOTASVIRLAR VA MASOFADAN ZONDLASh ASOSIDA MA'LUMOTLAR OLISh**

4.1. Fotogrammetriya asoslari
4.1.1. Suratga olishning fizik va kimyoviy jarayonlari
4.1.2. Aerokosmik s'yomkada qo'llaniladigan fotoapparatlar
4.1.3. Aerofotos'yomka turlari
4.1.4. Aerofotosuratlardagi xatoliklar
4.2. Aerofotosuratni orientirlash elementlari
4.2.1. Ichki orientirlash elementlari
4.2.2. Tashqi orientirlash elementlari
4.2.3. Aerofotosuratlarni o'zaro orientirlash elementlari
4.3. Aerosuratlar jufti (stereojuft) to'g'risida umumiy ma'lumotlar
4.3.1. Stereojuftlarning geometrik mohiyati
4.3.2. Stereoskopiya asoslari
4.4. Deshifrovka qilish
4.4.1. Aerofotosuratlarni deshifrovka qilish usullari
4.4.2. Deshifrovka ishlarida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash
4.5. Raqamli fotogrammetriya. PHOTOMODva uning modullari

**5. MA'LUMOTLAR INTEGRATsIYaSI**

5.1. Karta ma'lumotlar manbai sifatida
5.1.1. Kartalarni kompyuter xotirasiga kiritish yo'llari
5.1.2. Rastrni koordinatali bog'lash (Georeferencing)
5.1.3. Kartografik ma'lumotlarni qo'lda va avtomatik tarzda raqamlash
5.1.4. Ma'lumotlarni tekshirish
5.2. Ma'lumotlarning turi va tarkibi
5.3. Ma'lumotlar integratsiyasi

**6. MA'LUMOTLAR INTEGRATsIYaSI: KATALOGLAR VA MA'LUMOTLAR MANBAI**

6.1. Kataloglar. ArcCatalog haqida ma'lumot
6.2. GAT tarkibini boshqarish
6.3. Geoma'lumotlar bazasi
6.4. Geoma'lumotlar bazasini boshqarish
6.5. Geoqaytaishlash qurollari paneli, modellar va Pythonskriptlar

**7. MA'LUMOTLAR SIFATI VA METAMA'LUMOTLAR**

7.1. Geografik axborot tizimlarida ma'lumotlar sifati
7.1.1. Xatolar manbalari
7.1.2. Ma'lumotlarni modellashtirish xatolari

7.2. Metama'lumotlar, ularning xususiyatlari, tasniflanishi va ifodalash vositalari
7.2.1. Metama'lumot atamasining ta'riflari. Metama'lumotlar bilan tavsiflanadigan resurslar
7.2.2. Metama'lumotlarning xususiyatlari va funktsiyalari
7.2.3. Metama'lumotlarni tasniflash va ifodalash vositalari. Metama'lumotlarni standartlashtirish
7.3. Geoinformatsion kartaga olishda elektron kartalar metama'lumotlari
7.3.1. Elektron kartalar metama'lumotlari ta'riflari
7.3.2. Elektron kartalar metama'lumotlari tasnifi
7.4. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash
7.4.1. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatini baholash printsiplari
7.4.2. Raqamli kartalar ma'lumotlari sifatining miqdor va tavsif ko'rsatkichlari

**8. XUQUQIY JIHATLAR VA ETIKA MASALALARI**

8.1. Qonuniy javobgarlik muammolari
8.2. Jamoaviy foydalanish
8.3. Majburiyat
8.4. Ma'lumotlar maxfiyligi. Mualliflik huquqining himoya qilinishi
8.5. GAT etikasi haqida tushuncha
8.6. Elektron internet tarmoqlari
8.7. Tarmoqlarda qabul qilingan axloq me'yorlari. Axloqning yangi standartlari. Yangi etika masalalari

**Glossariy**

**Adabiyotlar**