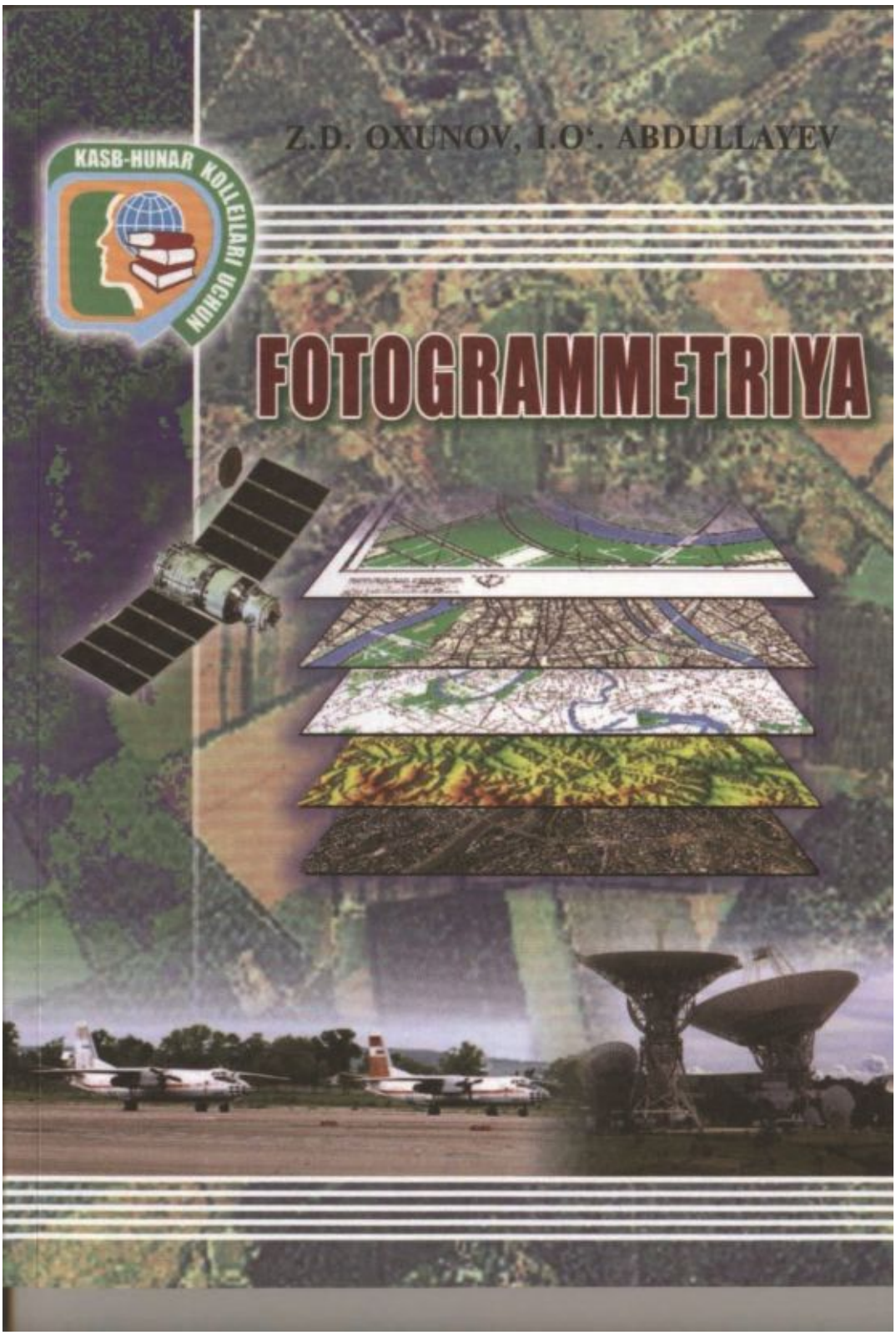
Z.D. OXUNOV, I.O'. ABDULLAYEV

KASB-HUNAR KOLLEJLARI UCHUN

FOTOGRAMMETRIYA



Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi o'quv metodik birlashmalar faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash nashrga tavsiya etgan

Mas'ul muharrir
X. Muborakov — *texnika fanlari nomzodi, dotsent*

Taqrizchilar:
I. Musayev — *texnika fanlari nomzodi, dotsent,*
E.J.Daulatov — *iqtisod fanlari nomzodi, dotsent*

Hozirgi kunda xarita va planlar fotogrammetrik usullar yordamida yaratilmoqda. Zamonaviy fotogrammetriyada yangi aerofotosyomka qurilmalari, fotogrammetrik va stereofotogrammetrik asboblar, hisoblash texnikalari qo'llanilmoqda. Ushbu o'quv qo'llanmada topografik xarita va planlarni stereofotogrammetrik va murakkab usullar yordamida tuzish, yangilash va tuzatishlar kiritish uslubiyati, konturli va yerdagi stereofotogrammetrik syomka haqida tushunchalar, aerofotosyomkaning nazariy asoslari, usullari, aerofotosuratlarni geometrik tahlil qilish, aerokosmik suratlarni deshifrovka qilish, turli syomka materiallarining muhandislik va tadqiqot masalalarini hal qilishda foydalanish usullari bayon qilingan.

O'quv qo'llanma geodeziya yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan kasb-hunar kollejlari o'quvchilariga mo'ljallangan. Qo'llanmadan oliy o'quv yurtlarining geografiya fakulteti talabalari ham foydalanishlari mumkin.

A $\frac{0301080000-95}{360/04/-2007}$ – 2007

ISBN 978-9943-05-122-5

© Cho'lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi, 2007- y.

KIRISH

Fotogrammetriya fani havodan va koinotdan suratga olish yo'llarini, tayyor suratlarni ishlatish usullarini o'rganadigan fanlardan biri bo'lib, yer to'g'risidagi turli xil fanlarda keng qo'llanilib kelinmoqda. Fotogrammetriya obyektlarning o'lchami, joylashishi va shakli ularning fotografik tasviri orqali aniqlanadi.

Yer yuzasini suratga olish orqali tabiat va jamiyat to'g'risida turli qiziqarli ma'lumotlar olish mumkin. Ayniqsa katta hududlarda tarqalgan, tez-tez o'zgarib turuvchi voqea va hodisalarni kuzatishda bunday ma'lumotlarning ahamiyati katta va kundan kunga ortib bormoqda.

Havodan va koinotdan olingan ma'lumotlarni xarita va boshqa geografik ma'lumotlar manbalari bilan birga ishlatish yordamida atrof-muhitni muhofaza qilish, yer resurslari va tabiiy boyliklardan oqilona foydalanish maqsadlarida turli xil geografik ma'lumotlar tizimi tuzilmoqda.

Bu fan boshqa geografik fanlar qatori yerning geografik qobig'i hamda uni tashkil qiluvchi komponentlarining tuzilishi va ularning rivojlanish qonunlarini o'rganadi. Elektromagnit nurlanishni qayd qilish yo'li bilan olingan suratlarni o'qib, ushbu qonun-qoidalarni qisqa vaqt ichida har tomonlama batafsil o'rganish mumkin. Natijada yer to'g'risidagi ma'lumotlar ma'lum masofadan turib tahlil qilinadi.

Shuning uchun olingan suratlarning sifati, to'liqligi, tahlil uchun qulayligi joy to'g'risida to'g'ri ma'lumot olishda katta ahamiyatga egadir.

Yerni masofadan turib tadqiq qilish aero va kosmik usullar orqali amalga oshiriladi. Aerokosmik usullarning fizik asosi – obyektlarning elektromagnit to'lqinlarni qaytarishi va nur sochish xususiyatlaridir.

Fotogrammetriya murakkab fan bo'lib, suratga olish masalalarini o'rganish qatorida turli ma'lumotlarni tahlil qilish vazifalarini ham tekshiradi.

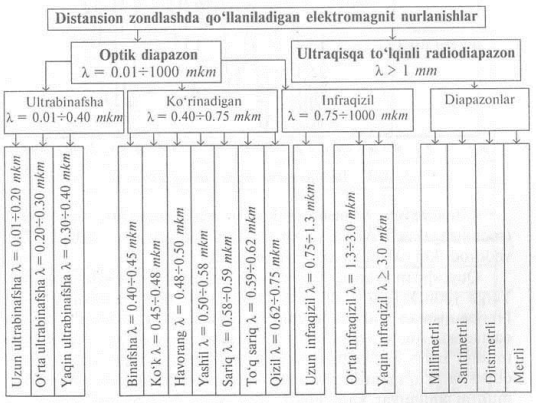
Fotogrammetriya asbobsozlik, aviatsiya, kosmonavtika, fizika, kimyo, elektronika, matematika, geodeziya va kartografiya bilan uzviy bog'liq.

O'quv qo'llanmaning IV–VII, IX boblarini texnika fanlari nomzodi, dotsent Z.D.Oxunov, I–III, VIII, X boblarini o'qituvchi I.O'.Abdullayev tayyorlashgan. Mazkur o'quv qo'llanma shu sohada ilk bor o'zbek tilida tayyorlanganligi sababli ayrim kamchiliklar uchrashi mumkin. Mualliflar o'quv qo'llanma to'g'risida bildirilgan barcha fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

1. FOTOGRAMMETRIYA ASOSLARI VA TOPOGRAFIK SYOMKA HAQIDA TUSHUNCHA

1.1. Suratga olishning fizik va kimyoviy jarayonlari

Suratga olish jarayoni obyektlardan qaytayotgan nurlanishni qayd etish hisobiga amalga oshiriladi. Aero va kosmik syomkada turli xil uzunlikdagi elektromagnit nurlanishlardan foydalaniladi. Ko'rsatilgan interval to'lqinlari spektri optik (λ=0,01÷1000 mkm) va ultra qisqa to'lqini radio (λ>1mm) diapazonga 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

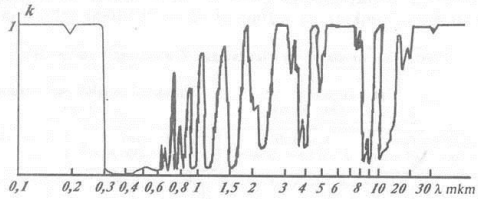


1- shakl. ***Distansion zondlashda qo'llaniladigan elektromagnit nurlanishning bo'linish sxemasi***

bo'limlariga ajratiladi. Ultraqisqa to'lqinli radio-diapazon millimetrli, santimetrli, desimetrli va metrli diapazonlarga bo'linadi.

Nofaol (passiv) syomkalarda qo'llaniladigan optik diapazonda asosiy nurlanish manbasi Quyosh hisoblanadi. Quyoshdan nurlar dastasi ko'rinishida kelayotgan nurlar Yerga radiatsiya sifatida tushadi. Quyoshdan Yer yuzasiga kelayotgan yorug'lik energiyasining deyarli barchasi (99,9 %) to'lqin uzunligi λ=0,3÷4,0 mkm ga teng bo'lgan spektral intervalga to'g'ri keladi. Yer Quyosh energiyasini yutib λ=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.



2- shakl. ***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 uchraydi. Yerga yetib kelgan nurlarga turli obyektlar turlicha ta'sir ko'rsatadi. Nurlar qisman yutiladi, sochiladi, obyektdan o'tib ketadi, bir qismi qaytariladi. Ana shu qaytgan nurlargina joyning fotosuratini hosil qilishda muhim o'rin egallaydi. Boshqacha qilib aytganda Yer yuzasidagi obyektlarni o'rganishda asosan Yer yuzasidan qaytarilgan nurlanish muhim ahamiyat kasb etadi. Yer yuzasidagi obyektlarning optik ko'rsatkichlarini o'rganish yo'li bilan tabiiy obyektlarni bir-biridan ajratish mumkin.

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

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

Obyektning yorug'ligi undan qaytarilgan yoki u sochgan nurlanish oqimlariga bog'liq bo'lib, Quyoshning balandligi va yuzaning sifatiga qarab o'zgarib turadi (1- jadval).

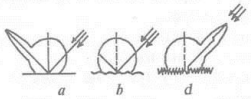
Biror yo'nalish bo'yicha kelib urilgan yorug'lik kuchiga nisbatan obyektdan qaytgan nurlarning miqdori umumiy yorug'lik koeffitsiyenti deyiladi.

1-jadval

Ayrim obyektlarning umumiy yorug'lik koeffitsiyentlari (ko'z ko'radigan diapazonda o'lchangan)

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

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



3- shakl. ***Turli xil yuzalardan qaytarilgan nurlanishning indikatrisasi:*** *a) silliq yuzadan; b) barcha yo'nalishlarida nurlanishning yorug'ligi bir bo'lgan tekisliklar; d) o'yib ishlangan yuzalar*

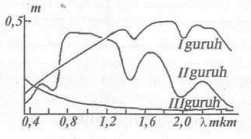
Obyektlar yuzasining tuzilishi nur qaytarish xususiyatlariga ta'sir qilib, nurni turli yo'nalishda va har xil kuch bilan tarqatadi. Bu ko'rsatkich yorug'lik qaytarish indikatrisasi deyiladi.

Yer yuzasidagi eng ko'p tarqalgan obyektlar xromatik, ya'ni ma'lum rangda bo'ladi. Xromatik obyektlarning yorug'ligi har xil spektral zonalarda bir xil bo'lmasdan spektr yorug'lik koeffitsiyenti bilan o'lchanadi. Bu ko'rsatkich tajriba yo'li bilan obyektlardan qaytgan nurlarni taqqoslash orqali aniqlanadi va grafik ko'rinishda tasvirlanadi. Spektr yorug'lik koeffitsiyentini grafiklarning turli tumanligiga qaramasdan, umumlashtirib, 3 ta asosiy guruhga bo'lish mumkin:

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

2- guruh 0,55—0,56 mkm (spektrning yashil zonasi) 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 tegishli.

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



4- shakl. ***Tabiiy obyektlarning spektr yorug'lik koeffitsiyenti***

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

Obyektlardan qaytgan nurlanish aerofotoplyonkalarning yorug'lik sezgir qatlamida (qatlam bromli kumushdan iborat) qayd qilinadi. Aerosyomka ishlari tugagandan so'ng aerofotoplyonka proyavka qilinib yuviladi, fiksatsiya qilinadi va qayta yuvilib, quritiladi. Negativ jarayon deb nomlangan ushbu kompleks ishlar natijasida aerofotonegativ tayyorlanadi. Unda joyning negativ tasviri hosil bo'ladi, tasvir yorug'lik sezgir qatlamdagi galoid kumush ionlarining metalli kumush ionlariga aylanishi natijasida hosil bo'ladi. Obyektlardan qaytgan nurlanish turli uzunlikda bo'lganligi uchun kumush ionlariga turlicha ta'sir qiladi. Nurlanishning kuchiga qarab tasvir och yoki to'q rangli bo'ladi. 2-jadvalda aerofotografik qatlamlarning tavsifi keltirilgan.

2- jadval

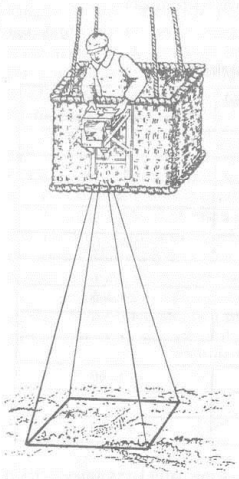
Aerofotografik qatlamlarning tasnifi

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

Rangli spektrozonal qatlamlar haqiqiy ranglarni ko'rsatmaydi, lekin ular obyektlarning ranglari orasidagi farqlarni kuchaytirib beradi. Suratda ranglari bilan bir-biridan keskin ajralib turadigan obyektlar boshqa

qatlamlarda olingan suratlarga qaraganda ko'proq. Pozitiv jarayon — negativdan teskari fotografik tasvirni olishdir. Ushbu jarayon negativ jarayonga o'xshash quyidagi ishlarni o'z ichiga oladi: fotoqog'ozni 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.

1.2. Suratga olishda qo'llaniladigan uchish apparatlari va aerofotoapparatlar



5- shakl. ***Dastlabki suratga olish vositalari***

Fan va texnikaning rivojlanishi kompleks aerofotosyomka asboblarini, uchish apparatlarini yaratish imkonini berdi. Havoda harakatlanish: havodan yengil va og'ir uchish apparatlarida aerofotosyomkalar amalga oshirish mumkin bo'ladi. Havodan yengil uchish apparatlarida harakatlanish havoda suzish deyiladi. Havodan yengil uchish apparatlariga aerostatlar va dirijabllar kiradi. Havodan og'ir uchish apparatlariga samolyotlar, vertolyotlar, kosmik apparatlar va planetalararo stansiyalar kiradi.

Ma'lumki, yerdagi barcha obyektlar yerning gravitatsion maydoni bo'ladi. Barcha uchish apparatlari ushbu ta'sirni yengib parvoz qilish uchun og'irlik kuchini yengib o'tadigan quyidagi prinsiplarga asoslanib harakatlanadi.

1. Aerostatik – bunda uchish apparatlari (aerostat va dirijabl) gazlar, Arximed qonuniga asosan, gazlar, ya'ni havodan yengil gaz (qizdirilgan havo, vodorod, geliy) hisobiga parvoz qiladi. Qizdirilgan gaz prinsipiga asoslangan uchish apparatlari havodan suratga olishning ilk davrlaridan (havodan suratga olish birinchi bo'lib 1855-yilda fransuz fotosuratchisi Feliks Nodar tomonidan havo sharidan 80 metr balandlikda turib amalga oshirilgan) XX asrning birinchi yarmigacha qo'llanilgan (5- shakl). Ushbu uchish apparatlari 15 km balandlikka ko'tarila olgan.

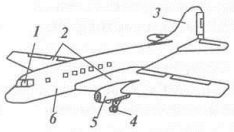
2. Aerodinamik prinsipdagi parvoz uchish apparatining havo oqimida harakatlanish hisobiga amalga oshiriladi. Bu ikki holatda, ya'ni oldinga intiluvchi (samolyotlarda) va aylanma (vertolyotlarda) harakatda yuz beradi. Hozirgi kunda samolyotlar aerofotosyomkada keng qo'llanib kelinmoqda.

3. Reaktiv prinsip – bunda parvoz maxsus apparatdan otilib chiquvchi gaz hisobiga amalga oshiriladi. Bu prinsip reaktiv samolyotlar, raketalar, kosmik kemalar va yerning sun'iy yo'ldoshlarida qo'llaniladi.

Yer sirtini suratga olishda, asosan, yuqoridagi prinsipga asoslangan uchish apparatlari qo'llaniladi.

Samolyotlar barcha uchish apparatlari ichida o'zining tejamkorligi bilan ajralib turadi va havoda asosiy harakatlanish vositasi hisoblanadi.

Konstruktiv xususiyatlariga ko'ra barcha mavjud samolyotlarni quyidagi guruhlarga birlashtirish mumkin:



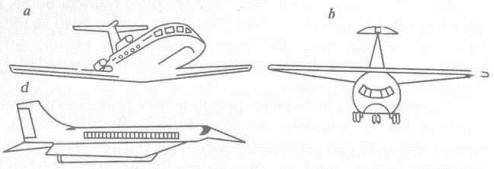
6- shakl. ***Samolyotning asosiy qismlari:***
1–boshqaruv tizimi; 2–qanot; 3–dum qanot; 4–shassi; 5–dvigatel; 6–fyuzelyaj (samolyot korpusi)

1. Qanotlarning soni va joylashishi jihatidan.
2. Fyuzilyaj tipi.
3. Dum qanotning turi va joylashishi;
4. Dvigatelning joylashuvi.
5. Shassining tipi.

Aerosyomkalarda ishlatiladigan samolyotlarda birinchi ikkita guruhni hisobga olish juda muhimdir.

Qanotlarning soniga qarab samolyotlar biplan (ikki ustma-ust qanotli) va monoplan (bir qanotli) turlarga bo'linadi.

Biplanning asosiy afzalligi uning «chaqqon»ligidir, ya'ni past ucha olishi, oson burilishi hisoblanadi. Bu turdagi samolyotlardan, asosan, yirik masshtabli suratlar olishda foydalaniladi. Uning asosiy kamchiligi qanotlarga dvigatel o'rnatib bo'lmasligi va havoning qarshiligiga ko'proq uchrashi natijasida tezligining pastligidir.



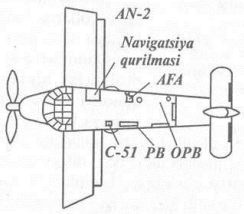
7- shakl. ***Fyuzelyajga nisbatan qanotlarning joylashishi:***
a) past qanotli; b) yuqori qanotli; d) o'rta qanotli

Monoplan hozirgi kundagi barcha samolyotlarning asosiy turi bo'lib, uning qanotlariga dvigatel, qanot ichiga yoqilg'i idishlari o'rnatish mumkin. U havoning qarshiligiga kamroq uchraydi va tezligi yuqori, lekin viraji (ma'lum burchak ostida burilish yo'li) katta bo'lganligi uchun bu jihati ko'p marshrutli suratga olishda qiyinchiliklar tug'diradi.

Qanotning fyuzelyajga nisbatan joylashishiga qarab yuqori, o'rta va past qanotli samolyotlar mavjud.

Yuqori qanotli samolyotlarning ijobiy tomonlaridan biri dvigatelga turli xil zarralarning tushishining kamligi va aerosyomka uchun samolyot bortidan Yer yuzasini yaxshi ko'rish imkoniyatining mavjudligi hisoblanadi.

Ma'lumki, har qanday vazifani bajaradigan samolyotni yaratish imkoni yo'q, shuning uchun samolyotlar vazifasiga qarab ixtisoslashtiriladi. Aerofotosyomkada qo'llaniladigan samolyotlarga maxsus talablar qo'yiladi:



8- shakl. ***AN-2 samolyotida aerofotoqurilmalarning joylashishi***

1. Samolyot bo'ylama, ko'ndalang va uchish yo'nalishida yaxshi turg'unlikka ega bo'lishi kerak. Gorizontal uchish davomida og'ish burchagi 1–2° dan oshmasligi, yo'nalish bo'yicha uchish aniqligi ±1°, balandlik bo'yicha tebranish 0,01–0,02 km bo'lishi kerak.
2. Samolyot yaxshi boshqaruvchanlikka ega bo'lishi, belgilangan uchish yo'nalishiga tez kirishi va chiqishi zarur.
3. Samolyotdan yer sirtini yaxshi ko'rish imkoniyati bo'lishi kerak.
4. Samolyotning qo'nish tezligi, uchish va qo'nish masofasi kam bo'lishi, mumkin bo'lganda vaqtinchalik aerodromlarga qo'na olishi kerak.
5. Samolyot yetarlicha tezliklar diapazoni, kichkina burilish radiusi, yuqoriga tez ko'tarilishi, ko'p yoqilg'i zaxirasi, uzoq masofaga uchish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak.
6. U yuqori navigatsion radiouskunalar bilan jihozlanishi kerak.
7. Samolyotda aerofotosyomka apparatlarini tebranish kam va yer yuzi yaxshi ko'rinadigan joylarga qulay o'rnatilishi ta'minlanishi kerak.

Hozirgi kunda asosan biplan AN-2 va monoplan IL-14 FKM samolyotlari aerosyomkada keng qo'llaniladi. AN-2 samolyoti 1:10 000 va undan yirik masshtabda suratga olish uchun ishlatiladi. Olingan suratlar loyihalash ishlarida ishlatiladi. U uchish navigatsiya qurilmalari bilan yaxshi jihozlanganligi uchun oson, og'ir meteorologik sharoitlarda ham boshqarish imkoni bor.

IL-14 FKM samolyoti o'rta va mayda (1:5000 dan 1:200000 gacha) masshtabli suratlar olish uchun ishlatiladi.

U ham navigatsiya qurilmalari bilan yaxshi jihozlangan, kunduzi va tunda, og'ir meteorologik sharoitlarda boshqarish imkoniyatlariga ega.



9- shakl. ***IL-14FKM samolyotida aerofotoqurilmalarning joylashishi***

3- jadval

Yirik va mayda masshtabli suratlarni oluvchi samolyotlarning texnik tavsiflari

№	Samolyotning asosiy texnik ma'lumotlari	Yirik masshtabli syomka uchun	Mayda masshtabli syomka uchun
1	Dvigatellar soni	2	2
2	Yoqilg'i zaxirasi bilan 45 minut ichidabosib o'tadigan uchish masofasi, km	2300	2300
3	Syomkavaqtidagi krayser (kam yoqilg'i sarflab uzoq masofaga uchish tezligi) tezligi, km/s	220—350	300—500
4	Uchish balandligi, m	3000—4000	10000—20000
5	To'liq yoqilg'i zaxirasi bilan uchish davri, soat	7—8	7—8
6	Syomka vaqtida foydalaniladigan balandlik diapazoni, m	3000—3500	4000—9000
7	Uchish va qo'nish yo'lining uzunligi, m	800	1200
8	Fotolyuklar va ularning o'lchami, mm	700x700 480x480	700x850 430x430
9	Fotolyuk shaxtasi o'lchamlari, mm	350x350 1200x1000	400x400 1350x920
10	Ekipaj	4	6—7
	Uchuvchi	1	2
	Shturman aerosyomkachi	1	1

3- jadvalning davomi

10	Bortmexanik	1	1
	Bortradist	—	1
	Bortoperator	1	1—2
11	Shturman aerosyomkachini kuzatuv sektori: uchish yo'nalishi bo'yicha	-30° dan +120° gacha	
	Gorizont bo'yicha	Chapga va o'nga 100°	
	Traverz (samolyot yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan yon tomon) bo'yicha o'ng va chapga	0° dan +70° gacha	
12	Uchish-navigatsiya asboblari: programma yordamida burish imkoniyatiga ega bo'lgan avtopilot	1	1
	Astrokomposli yo'nalish tizimi	1	1
	Avtonom navigatsiya tizimi	1	1
	Radiolakator	1	1
	Yaqin navigatsiya tizimi	—	1
	Radiokompas	2	1—2
	Ko'rmasdan samolyotni qo'ndirish uchun asbob	1	1
	Kichik balandlikni o'lchovchi radio qurilma	1	1

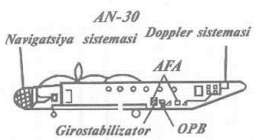
3- jadvalning davomi

12	Kattabalandlikni o'lchovchi radio qurilma	—	1
	Barometrik balandlik o'lchagich	2—3	4
	Tezlik ko'rsatkichi	2	3
	Variometr (yer tortishish kuchini o'lchovchi asbob)	2	2
	Tashqi havo termometri	3	4
	Kabina havosi termometri	1	1
	Kollimatorli nishon	3	3
	Aviatsion soat	2	3
13	Aerofotoasboblar: topografik aerofotoapparat	2	2
	Deshifrovka aerofotoapparati	1	1
	Girostabilizator	1	1—2
	Elektron komanda qurilmalari	1	1
	Statoskop	2	1
	Aeroeksponometr	1	1
	Fotoregistrator	1	1

4- jadval

Samolyotlarning asosiy texnik tavsiflari

№	Asosiy ko'rsatkichlar	AN-2	IL-14 FKM	AN-30
1	Samolyotning uzunligi, m	12,7	22,3	24,26
2	Samolyotning balandligi, m	5,4	7,8	8,32
3	Qanot uzunligi, m	18,2 va14,2	31,7	29,2
4	Samolyotning uchish og'irligi, kg	4740—5250	16500—17500	23000
5	Bo'sh samolyot og'irligi, kg	3321—3421	12420—13380	15590
6	Maksimal tezligi, km/soat	250	428	540
7	Tezliklar diapazoni, km/soat	140—250	150—370	150—400
8	O'rtacha kreyser tezligi, km/soat	180	300	435
9	Uchish balandligi, m	4500—5000	5600	8300
10	1000 m balandlikka ko'tarilish vaqti, daqiqa	7,6	3,4	3,4
11	Uchish, qo'nish masofasi, m	690—1000	1020—1060	710
12	Qo'nish tezligi, km/soat	84	140	185
13	Yoqilg'i zaxirasi, kg	1000	4000	5500
14	Maksimal uchish davri, soat	7	5	7.
15	Ekipaj	4	5—6	7



10- shakl. ***AN-30 samolyotida aerofotoqurilmalarning joylashishi***

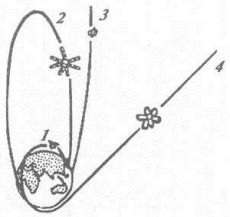
Keyinchalik AN-24 samolyoti bazasida aerofotosyomkani bajarish uchun AN-30 maxsus samolyoti ishlab chiqilgan. Uning asosiy yutuqlaridan biri kabinasining oynadan yasalganligidir.

Bu juda katta ko'rish maydonini hosil qiladi. Unga avtopilot o'rnatilgan bo'lib, marshrutlarga o'tish, burilishlar avtomatlashtirilgan. AN-30 yordamida ham 1:5 000 dan 1:200000 masshtabgacha bo'lgan suratlarni olish mumkin.

4- jadvalda bu samolyotlarning qiyosiy tavsiflari keltirilgan.

Samolyot turini tanlash aerosyomkaning masshtabi, suratga olinayotgan joy o'lchami va aerofotosyomka materiallariga qo'yiladigan talablarga bog'liq.

Aerofotosyomkalarda samolyotlardan tashqari vertolyotlardan (K-26) ham foydalaniladi. Ular, asosan, maxsus maqsadlarda: GES, gidrouzellar qurishda, muzliklarni o'rganishda suratga olish uchun ishlatiladi. Ularning asosiy kamchiligi uzoqqa ucha olmasligi va katta tebranish ta'sirida surat sifatining buzilishidir.



11- shakl. ***Sun'iy yo'ldosh orbitalarining turlari:***
1–doiraviy; 2–elliptik; 3–parabolik; 4–giperbolik

Yer sirti kosmik kema va Yerning sun'iy yo'ldoshlaridan turib ham suratga olinadi. Suratga olish balandligi 100 km dan 40000 km gacha bo'lib, uchish vositalari asosan 4 ta (doiraviy, elliptik, parabolik va giperbolik) orbitalar bo'yicha harakatlanadi (11- shakl).

Yer yuzasini o'rganish uchun suratlar doiraviy va elliptik orbitadan turib olinadi, qolgan 2 ta orbita boshqa planetalarni va Yerni planeta sifatida o'rganishda suratga olish uchun foydalaniladi.

Kosmik kemalar osmon mexanikasi qonun-qoidalariga asosan o'z trayektoriyasini hosil qilganligi uchun suratga olish yo'nalishini oldindan belgilab bo'lmaydi. Hozirgi kunda ular yordamida olingan suratlarning ruxsat etilishi qobiliyati 0,6 m ni tashkil qiladi.

Yer sirtining suratga olishda yuqorida tilga olingan barcha uchish apparatlari turli xil tavsiflarga ega bo'lgan fotoapparatlar bilan jihozlanadi.

1.3. Aerofotoapparatlar va ularning tavsiflari

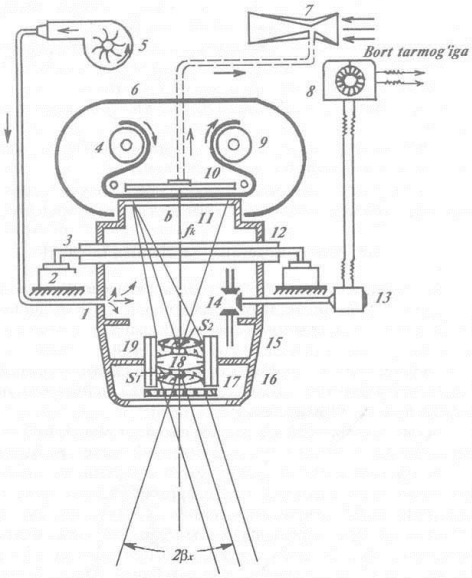
Aerofotosuratlarni olishda ishlatiladigan fotoapparatlar suratlar orqali geometrik va fotogrammetrik o'lchashlarni olib borish imkonini berishi kerak. Aerosyomkalarda suratga olishda ishlatiladigan vositalar ichida aerofotoapparatlar (AFA) markaziy o'rinni egallab turadi.

Zamonaviy AFA murakkab va yuqori aniqlikdagi optik qurilmadir. Ular o'zining tiplari va vazifasiga qarab turlicha bo'lishiga qaramasdan ko'plab umumiy jihatlarga ega.

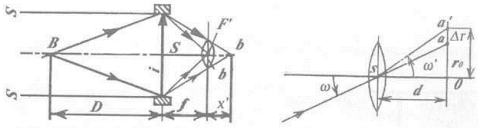
Aerofotoapparat optik-elektromexanik qurilma bo'lib, turli xil uchish apparatlaridan turib yer yuzasini suratga olish uchun mo'ljallangan.

Aerofotoapparatlar maqsadiga qarab topografik va notopografik turlarga bo'linadi. Topografik aerofotoapparatlar kartografik va o'lchash ishlari olib borish maqsadlarida suratga olishda qo'llaniladi. Buning uchun topografik aerofotoapparatlar og'ir aerofotosyomka sharoitlarida (tebranish, silkinish, havo temperaturasi tebranishi va h.k.) obyektivning optik xususiyatlarini saqlagan holda ishonchli ishlashni ta'minlovchi konstruksiyaga ega. Notopografik aerofotoapparatlar yuqori geometrik aniqlikka ega bo'lgan suratlar olishning 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,



12- shakl. ***Aerofotoapparatning tuzilishi:***
1–aerokamera; 2–amortizator; 3–aerofotoapparatni o'rnatuvchi qism; 4–uzatuvchi katushka; 5–havo haydovchi qurilma; 6–kasseta; 7–trubka; 8– boshqaruv qurilmasi (intervalometr); 9–yig'uvchi katushka; 10–plita; 11– ramka; 12–korpus; 13–14–taqsimlovchi mexanizm; 15–konus; 16–himoya qobig'i; 17–svetofiltr; 18–zatvor; 19–obyektiv



13- shakl. ***Ko'rish maydoni va distorsiya vujudga kelishi***

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

$$\frac{1}{M} = \frac{f}{H}. \qquad (1.1)$$

Bu yerda: H – suratga olish balandligi.

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

5-jadvalda aerofotoobyektivning fokus masofasi, kadr formati va ko'rish maydoni orasidagi bog'liqlik keltirilgan

Aerofotoobyektiv chiqarilgan nurlar tekislikda yorug'ligi markazdan chetga kamayib boradigan aylanani hosil qiladi. Aerofotoapparat ramkasi joylashgan ushbu aylananing markaziy qismi ko'rish maydoni deyiladi, obyektivdan shu ramka chetlariga tushayotgan nur burchagi ko'rish maydoni burchagi deyiladi.

14- shakl bo'yicha aerofotoapparat ko'rish maydoni burchagi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$tg\,\beta = \frac{d}{2f} = \frac{l}{f\sqrt{2}}. \qquad (1.2)$$

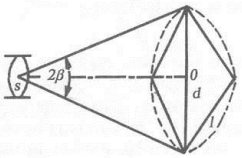
Bu yerda: d – kadr diagonali; l – kvadratli kadr tomoni.

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

5- jadval

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

Obyektiv turi	Kadr formati	13×18	18×18	18×24	24× 24	30×30
	Kadr diagonali $\sqrt{l_{x^2}+l_{y^2}}$ (mm)	212	254	300	340	424
	Ko'rish maydoni burchagi 2β (°)	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 fokus	104	—	100	120	135	—
	122	—	70	—	100	120
	133	—	55	65	75	—
	137	—	50	—	—	—
	140	—	46	—	—	—
	147	—	38	—	—	—



14- shakl. ***Aerofotoapparat obyektivining ko'rish burchagi va maydoni***

borgan sari yorug'lik kamayib boradi. Aerofotoobyektlarga yorug'likni kadrning barcha qismlarida teng taqsimlash uchun mayda metall zarrachalari bilan qoplangan shisha plastinkalar o'rnatiladi. Topografik aerofotoapparatlarning muhim tavsiflaridan biri fotogrammetrik distorsiyadir, ya'ni tasvirdagi xato. Obyektivdan ma'lum burchak ostida chiqqan nur predmetdan aynan shu burchak ostida qaytmaydi. Natijada joydagi nuqta kadrga bir oz siljigan holatda tushadi va shakl xatoligini yuzaga keltiradi. Aerofotoob'ktivlarning distorsiyasini yo'q qilib bo'lmaydi, uning 0,005–0,002 mm oraliqda bo'lishi normal holat hisoblanadi.

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

Aerofotoapparatlar 18×18, 23×23, 30×30 sm o'lchamdagi kadrlarni olishi mumkin. Buning uchun ularga kassetalar o'rnatiladi. 300 dona 18 x 18 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.

1.4. Aerofotosyomka va ularning turlari

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

Aerofotosyomka maqsadi, masshtabi, tasvirni hosil qilish metodi, aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi, fotosuratning soni va joylashishiga qarab turlarga ajratiladi. Maqsadi bo'yicha aerofotosyomka topografik va maxsus turga bo'linadi.

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

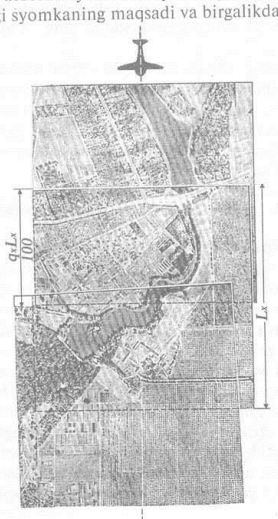
Suratning masshtabi bo'yicha yirik masshtabli ($\frac{1}{m} \geq \frac{1}{15000}$), o'rta

masshtabli ($\frac{1}{16000} < \frac{1}{m} < \frac{1}{15000}$) va mayda masshtabli ($\frac{1}{m} < \frac{1}{1000}$) aerofotosyomka turlari ajratiladi.

Aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burc agiga qarab planli, perspektiv aerofotosyomka turlari ajratiladi.

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

Perspektiv aerofotosyomkada optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi syomkaning maqsadi va birgalikda qo'llanilayotgan



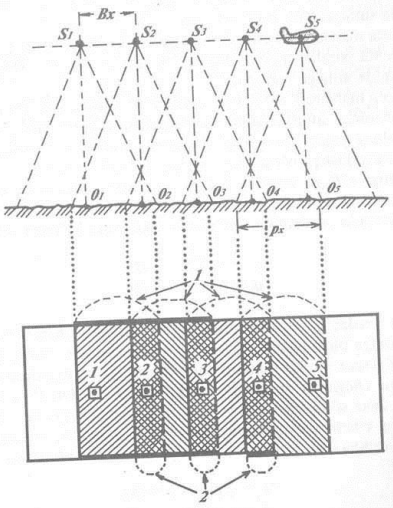
15- shakl. ***Bir marshrutli aerofotosyomka***

aerofotoapparatlarning soniga bog'liq holda belgilab berilishi mumkin.

Aerofotosuratlarning soni va joylashishi bo'yicha yakka kadrli, marshrutli va ko'p marshrutli aerofotosyomka turlariga ajratiladi.

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

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



16- shakl. ***Bitta marshrutli aerofotosyomka va suratga olish bazisi***

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

$$q_x\% = \frac{P_x}{l_x}100\%. \qquad (1.3)$$

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

P_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.

Bitta marshrut yordamida suratga olish imkoni bo'lmagan obyektlar bir nechta parallel marshrutlar, ya'ni ko'p marshrutli aerofotosyomka yordamida amalga oshiriladi.

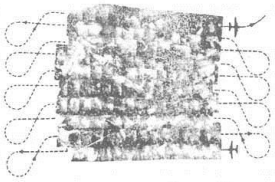
Ko'p marshrutli aerofotosyomkada bir marshrutdagi suratlar ikkinchi marshrutdagi suratlar bilan ko'ndalangiga qoplanadi. Suratlarning ko'ndalang qoplanishi joydagi nuqtalarning suratga olish uchastkasining o'rtacha tekisligi o'rtasidagi nisbiy balandlik *(h)* va suratga olish balandligi *(H)* ga bog'liq holda aerofotosyomka oldidan 1:25 000 masshtab uchun (1.4), 1: 10 000 va undan yirik masshtab uchun esa (1.5) formula yordamida topilgan qiymat bilan belgilab beriladi.

$$q_y = 30+70\ (h/H); \qquad (1.4)$$
$$q_y = 40+60\ (h/H). \qquad (1.5)$$

Bu yerda: q_y – aerosuratning ko'ndalang qoplanish qiymati; H – suratga olish balandligi; h – joyning o'rtacha nisbiy balandligi.

Bo'ylama va ko'ndalang qoplanishlar orqali suratning ishchi maydoni chegarasi aniqlanadi. Ikki marta bo'ylama va ko'ndalang qoplanishlar o'rtasidan o'tuvchi chiziq bilan chegaralangan maydon suratning ishchi maydoni deyiladi. Ishchi maydon chegarasi abssissa o'qi bo'yicha (1.6), ordinata o'qi bo'yicha esa (1.7) formula yordamida topiladi.

$$b_x = l\ (100-q_x)/100; \qquad (1.6)$$
$$b_y = l\ (100-q_y)/100. \qquad (1.7)$$



17- shakl. ***Ko'p marshrutli aerofotosyomka***

Bu yerda: b_x – suratga olish bazisi; q_x – aerosuratning bo'ylama qoplanish qiymati; l – uchish yo'nalishi bo'yicha aerosuratning o'lchami.

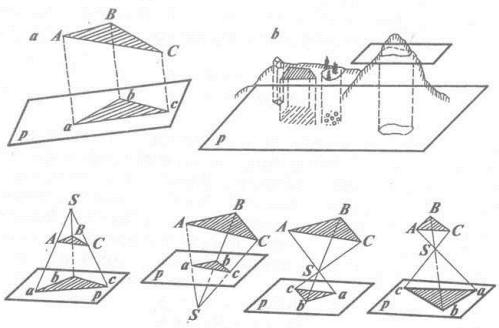
Yuqoridagi formulalar yordamida topilgan ishchi maydon nazariy hisob-kitoblarni olib borishda ishlatiladi. Amalda esa fotogrammetrik ishlar uchun suratlarning markaziy qismini tashkil qiluvchi va aniq konturli nuqtalar bilan chegaralangan ishchi maydondan foydalaniladi.

II BOB. AEROFOTOSURATNING GEOMETRIK XUSUSIYATLARI

2.1. Proyeksiya turlari va markaziy proyeksiya elementlari

Aniq qonun-qoidalar asosida predmetning tekislikdagi tasviri predmet proyeksiyasi deyiladi. Proyeksiyani tuzish jarayoni proyeksiyalash deyiladi. Eng ko'p tarqalgan proyeksiyalar ortogonal va markaziy proyeksiyadir. Ortogonal proyeksiya predmet nuqtalaridan tekislikka chiqarilgan perpendikulyarlar asosida tuziladi. Topografik xaritalar ushbu proyeksiya asosida tuziladi.

Markaziy proyeksiyada esa bir nuqtadan chiquvchi yoki bir nuqtada kesishuvchi nurlar yordamida tasvir hosil qilinadi. Aerofotosyomkada markaziy proyeksiya ishlatiladi. Markaziy proyeksiya perspektiv tasvir yoki predmet perspektivasi deb ham yuritiladi.



18- shakl. ***Proyeksiyalarning turlari***

Aerofotosyomka natijasida olingan surat joyning perspektiv tasvirini hosil qiladi. Joyning har bir nuqtasi aeroplyonka tekisligida chiziqli perspektiva qoidalariga asosan geometrik jihatdan quriladi. Shunga bog'liq holda tasvir nuqtalari ortogonal proyeksiyalashtirilganga nisbatan bir oz siljigan vaziyatni egallaydi. Siljish α_p burchagi syomka parametrlari H, f va joy relyefiga bog'liq bo'ladi.

Chiziqli perspektivani qurish uchun quyidagi shartlar talab qilinadi:

– proyeksiyalash nurlari o'tadigan proyeksiya markazining mavjud bo'lishi. Suratga olish vaqtida proyeksiya markazi vazifasini aerofotoapparat obyektivi bajaradi;

– joydagi nuqta va boshqa elementlarning tasviri hosil bo'ladigan shakl tekisligining mavjud bo'lishi. Fotogrammetriyada shakl tekisligi vazifasini aeroplyonka tekisligi bajaradi, hosil bo'lgan tasvir natijasi aeronegativ bo'ladi;

– suratning, proyeksiya markazi S hamda boshqa nuqta, chiziq va tekisliklarning fazoda qabul qilingan koordinata sistemalariga nisbatan joylashishini aniqlovchi elementlarning bo'lishi.

Markaziy proyeksiyaning asosiy elementlarini 19- shaklda ko'rib chiqamiz:

– predmet tekisligi E – shartli gorizontal deb qabul qilinadi;

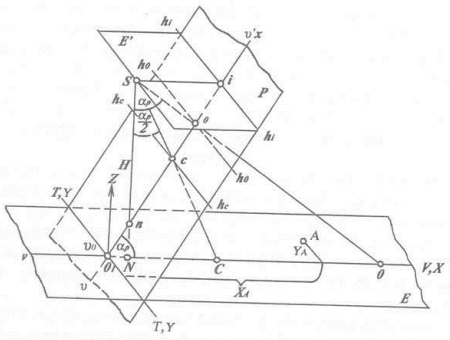
– haqiqiy ufq tekisligi E' – proyeksiya markazi S dan o'tuvchi predmet tekisligi E ga parallel va kartina tekisligi P ni haqiqiy ufq chizig'i deb nomlanuvchi h_1h_1 chiziqda kesib o'tadi;

– kartina tekisligi P ixtiyoriy joylashadi va butun yuzasi davomida predmet tekisligini TT chiziq bo'yicha α_p burchak ostida kesib o'tadi.

TT chizig'i kartina asosi chizig'i yoki perspektiva o'qi deyiladi.

P tekisligi proyeksiya markazi S va E tekisligi orasida joylashganda pozitiv holatni, proyeksiya markazi S P va E tekisliklari orasida joylashsa negativ holatni egallaydi.

Agar P, E va E' tekisliklari S proyeksiya markazidan o'tuvchi ushbu tekisliklarga perpendikulyar W vertikal tekisligi bilan kesishsa, u holda bu tekisliklarning P kartina tekisligi bilan kesishishidan kartinaning bosh vertikal chizig'i vv ni, E tekisligi bilan kesishishidan bosh vertikal proyeksiyasi VV ni, TT chizig'i bilan kesishishidan perspektiva o'qining bosh nuqtasi v_o ni, h_1h_1 chizig'i bilan kesishishidan bosh qo'shilish nuqtasi i ni olamiz.



19- shakl. ***Markaziy proyeksiya elementlari***

19- shaklda markaziy proyeksiyaning boshqa elementlari ham berilgan:

o – kartinaning bosh nuqtasi – kartina bilan kartina tekisligiga perpendikulyar S proyeksiya markazidan o'tuvchi bosh proyeksiyalovchi nurning kesishishidan hosil bo'lgan. Bosh nuqta o doim kartinaning bosh vertikal chizig'ida yotadi;

f – kartinaning fokus masofasi (f=So). Aerofotosyomka uchun f – aerofotoapparat fokus masofasi;

NS – S proyeksiya markazining E predmet tekisligidan balandligi. Aerofotosyomka uchun NS=H – suratga olish balandligi;

α_p–shakl qiyalik burchagi – W tekisligida bosh vertikal bilan bosh vertikal proyeksiyasining υ_o nuqta balandligida kesishishidan hosil bo'lgan burchak.

c – nol xatoli nuqta – α_p burchak bissektrisasining shakl tekisligi bilan kesishishidan hosil bo'lgan;

n – nadir nuqtasi – S proyeksiya markazidan o'tuvchi shovun chizig'ining kartina tekisligi bilan kesishishidan kelib chiqqan;

$h_o h_o$, $h_i h_i$, $h_c h_c$ ... – o, i, c nuqtalardan bosh vertikalga kartinadan perpendikulyar o'tuvchi gorizontal chiziqlar. Bu chiziqlar doim TT perspektiva o'qiga parallel bo'ladi. O, S, N – o, c, x nuqtalarning

E predmet tekisligidagi proyeksiyalari. Asosiy nuqtalarning o'rni fotogrammetriyada qo'llaniladigan quyidagi ifodalar yordamida topiladi:

$$oc = ftg\frac{\alpha_p}{2}; \qquad (2.1)$$

$$oc = ftg\alpha_p; \qquad (2.2)$$

$$oi = fctg\alpha_p * iS = \frac{f}{\sin\alpha_p}; \qquad (2.3)$$

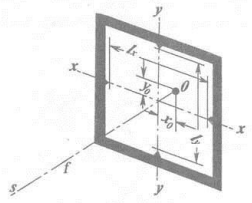
$$i\upsilon_o = \frac{H}{\sin\alpha_p}. \qquad (2.4)$$

Odatda nuqtalarning fazoda joylashishi O, XYZ sistemasidagi koordinatalar bilan beriladi, bu yerda XY tekisligi E predmet tekisligiga, X koordinatalar o'qi yo'nalishi VV, Y koordinata o'qi yo'nalishi TT chizig'iga to'g'ri keladi. Bu holda proyeksiya markazi S va fazo nuqtalari XYZ koordinatalari bilan aniqlanadi. 19- shaklda proyeksiya markazi S koordinatalari X_S=O_1N; Y_S=0; Z_S=H=SN, A nuqtaning koordinatalari esa X_A, Y_A, Z_A=0 bo'ladi. Nuqta perspektivalari O_1XYZ sistemasi bilan analitik bog'langan oxv (yoki cx_cv_c) kartina koordinata sistemalarida topilishi mumkin.

2.2. Aerofotosuratni oriyentirlash elementlari

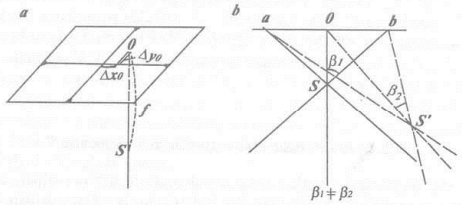
Aerofotosurat orqali xarita tuzish uchun suratga olish vaqtida aerofotosuratning fazoda qanday holatda bo'lganligini bilish zarur. Suratga olish vaqtida aerofotosuratning fazodagi holatini aniqlaydigan kattaliklar aerofotosuratni oriyentirlash elementlari deyiladi. Aerofotosuratni oriyentirlash elementlarining 3 turi ajratiladi: aerofotosuratni ichki oriyentirlash elementlari, aerofotosuratni tashqi oriyentirlash elementlari va aerofotosuratlar juftini o'zaro oriyentirlash elementlari.

Fotosuratga nisbatan proyeksiyalash markazi joylashgan o'rnini aniqlovchi kattaliklarni aerofotosuratning ichki oriyentirlash elementlari deyiladi. Ularga aerofotosuratning bosh nuqtasi koordinatalari x_o, y_o va aerofotoapparat obyektivining fokus masofasi f kiradi. Suratning bosh nuqtasi koordinatalari nuqtani yassi to'g'ri burchakli koordinata sistemasida joylashgan o'rnini aniqlaydi. Bu yerda koordinata boshi



20- shakl. ***Aerofotosuratning ichki oriyentirlash elementlari***

sifatida koordinata belgilarini tutashtiruvchi to'g'ri chiziqning kesishishidan hosil bo'lgan nuqta olinadi.



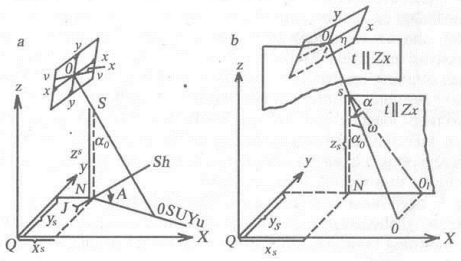
21- shakl. ***Koordinata belgilarini tutashtiruvchi kesishi***

Agar bosh nuqta to'g'ri chiziqning kesishgan nuqtasiga mos kelsa, u holda uning koordinatalari Δx_o, Δy_o nolga teng bo'ladi (21- *a* shaklga qarang). Aks holda aerofotoapparat pasportida Δx_o, Δy_o koordinatalari va f fokus masofasi yozib qo'yiladi.

Ichki oriyentirlash elementlari suratga olish vaqtida mavjuv bo'lgan loyihalash nurlarining bog'liqliklarini qayta tiklash imkoniyatini beradi (21- *b* shakl).

Joydagi koordinatalar sistemasiga nisbatan suratning va proyeksiyalash markazining joylashishini aniqlovchi kattaliklar aerofotosuratning tashqi oriyentirlash elementlari deyiladi. Aerofotosuratning tashqi oriyentirlash elementlariga 6 ta kattalik kiradi, ularning 3 tasi

chiziqli, 3 tasi burchakli kattalikdir. Fotogrammetriyada yakka aerofotosuratning tashqi oriyentirlash elementlarining 2 ta sistemasi qo'llaniladi.



22- shakl. ***Yakka aerofotosuratlarning tashqi oriyentirlash elementlari***

Ulardan biri kombinatsiyalashgan syomkada, ikkinchisi esa stereotopografik syomkada qo'llaniladi. Birinchi sistema tashqi oriyentirlash elementlariga quyidagi kattaliklar kiradi:

X_S, Y_S, Z_S, α_o, A, η (22- *a* shakl);

$QXYZ$ – joydagi to'g'ri burchakli fazoviy koordinata sistemasi (QX va QY o'qlari gorizontal tekislikda, QZ o'qi shovun tekisligida joylashgan);

X_S, Y_S, Z_S – S nuqtaning to'g'ri burchakli koordinatalari (Z_S=H – suratga olish balandligi);

α_0 – aerofotosuratning gorizontal tekislikka nisbatan og'ish burchagi yoki aerofotoapparat optik o'qining vertikalga nisbatan og'ish burchagi;

A – aerofotosyomka yo'nalishi azimuti;

η – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi (bosh nuqta atrofida) – bu fotosuratdagi abssissa o'qi va bosh vertikal orasidagi burchak.

Ikkinchi sistema aerofotosuratni tashqi oriyentirlash elementlariga X_S, Y_S, Z_S, α, ω, η kattaliklar kiradi (22- *b* shakl).

X_S, Y_S, Z_S – proyeksiyalash markazining 3 ta to'g'ri burchakli koordinatalari;

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

ω – aerofotosuratning ko'ndalang og'ish burchagi, ya'ni ordinata o'qi yo'nalishidagi og'ish burchagi. Bu burchak QXZ tekisligiga parallel bo'lgan tekislikda optik o'qi va uning proyeksiyasi orasida hosil bo'ladi. ω burchagi optik o'qi proyeksiyasidan ordinata o'qining manfiy yo'nalishi tomoniga tushsa musbat hisoblanadi;

η – aerofotosuratning o'z tekisligida burilish burchagi – bu fotosuratdagi abssissa o'qi va QXZ koordinata tekisligiga parallel tekislik bilan suratning kesishishidan hosil bo'lgan chiziq orasidagi burchak.

2.3. Aerofotosuratdagi xatolar

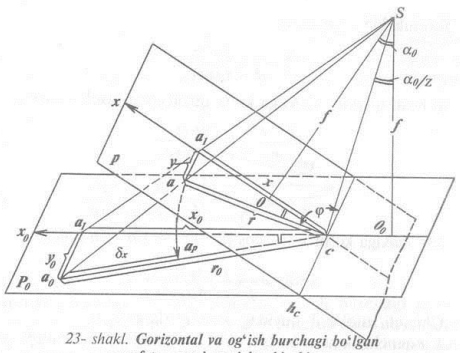
Aerofotosuratda asosan quyidagi sabablarga ko'ra xatolar kelib chiqadi:

1. Aerofotosuratning og'ish burchagi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar.
2. Joy relyefi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar.
3. Suratga olish balandligining o'zgarishi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar.

Aerofotosuratning og'ish burchagi ta'sirida aerofotosuratda tasvirning chiziqli va burchak xatolari uchraydi.

Chiziqli xatolar. Aerofotosurat gorizontal bo'lgan holatda nuqta egallagan o'rniga nisbatan shu nuqtaning aerofotosuratdagi siljishi chiziqli xatolar deyiladi. Chiziqli xatolar qiymatini topish uchun og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi nuqtaning o'rnini gorizontal aerofotosuratdagi aynan shu nuqta holati bilan taqqoslanadi. Buning uchun bir proyeksiya markazidan hosil qilingan 2 ta – gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratni tasvirlovchi chizmadan foydalanamiz.

Gorizontal aerofotosuratda x_0, y_0 koordinatalari mavjud a_0 nuqta berilgan. Ushbu nuqtaning og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi proyeksiyasi x, y koordinatalari bo'lgan a nuqta hisoblanadi.



23- shakl. ***Gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratni tasvirlovchi chizma***

Gorizontal va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda koordinata boshi sifatida ushbu 2 ta tekislikning kesishish chizig'ida yotuvchi nol xato c nuqta olingan. c nuqtadan gorizontal aerofotosuratdagi a_0 va og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi a nuqtasigacha bo'lgan masofa r_0 va r ga teng. Og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi a'_1ca va gorizontal aerofotosuratdagi a_1ca_0 burchaklari bir-biriga teng, chunki ularning uchlari nol xatoli c nuqtada joylashgan. Shuning uchun agar og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda h_ch_c chizig'i atrofida gorizontal aerofotosurat bilan ustma-ust tushguncha aylantirsak, a nuqta a_0c chizig'iga tushadi, ya'ni α_p holatni egallaydi. Ko'rinib turibdiki nuqtaning og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi holati gorizontal aerofotosuratdagiga nisbatan farq qiladi, chunki nuqta c nuqtadan turli xil uzoqlikda yotibdi. Chizmadan ko'rinib turibdiki, a_p nuqtasi og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratda shu nuqtaning gorizontal aerofotosuratdagi holati a_0 ga nisbatan c nuqta yo'nalishi bo'yicha $\delta_\alpha = r_0 - r$ qiymatga siljiydi.

23- shakldan $\frac{r_0}{r} = \frac{y_0}{y}$ ekanligi ma'lum.

$$y_0 = \frac{f_y}{f - x\sin\alpha_0}. \qquad (2.5)$$

formuladan foydalanib:

$$\frac{r_0}{r} = \frac{f_y}{f - x\sin\alpha_0} \qquad (2.6)$$

ni hosil qilamiz. (2.6) ga ko'ra quyidagilar hosil qilinadi:

$$\frac{r_0 - r}{r} = \frac{x\sin\alpha_0}{f - x\sin\alpha_0}, \qquad (2.7)$$

$$\delta_\alpha = r_0 - r = \frac{r^2\sin\alpha_0\sin\varphi}{f - r\sin\alpha_0\sin\varphi}. \qquad (2.8)$$

23- shaklga ko'ra $x = r\cos(\varphi - 90°) = r\sin\varphi$, u holda:

$$\delta_\alpha = \frac{r^2\sin\alpha_0\sin\varphi}{f - r\sin\alpha_0\sin\varphi}. \qquad (2.9)$$

Chiziqli xatolar δ_α quyidagi xususiyatlarga ega:

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

2. δ_α 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 $\delta_\alpha = 0$.

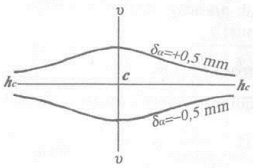
3. f qanchalik kichik bo'lsa, δ_α shunchalik katta bo'ladi.

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

5. Planli aerofotosuratlar uchun hisob ishlarini osonlashtirish maqsadida (2.9) formulasini soddalashtirish, ya'ni $r\sin\alpha_0\sin\varphi \le 3°$ dagi f ga nisbatan kichik bo'lgani uchun hisobga olinmaydi va uni quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

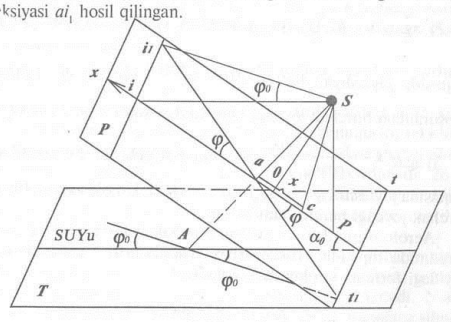
$$\delta_\alpha = \frac{r^2\sin\alpha_0\sin\varphi}{f}, \qquad (2.10)$$

6. $\delta_{\alpha max}$ va φ berilgan bo'lsa, yuqoridagi formula bo'yicha nuqtalarning c nuqtadan uzoqlik masofasini aniqlab, ushbu nuqtalarni aerofotosuratga qo'yish va hosil bo'lgan nuqtalarni birlashtirib egri chiziqlar hosil qilish mumkin. Bu egri chiziq δ_α xatoli teng chiziq deyiladi (24- shakl).



24- shakl. ***δ_α xatoli teng chiziq***

Burchakli xatolar. Aerofotosuratda og'ish burchagi ta'sirida yo'nalishlar va burchaklarning xatolarga uchrashini aniqlash uchun joydagi burchak va uning og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratdagi proyeksiyasi orasidagi bog'liqlikni aniqlash kerak. Burchaklarning bog'liqlik formulasini chiqarish uchun quyidagi chizmadan foydalanamiz. T predmet tekisligida uchish yo'nalishi chizig'i bilan φ_0 burchak hosil qiluvchi At_1 ixtiyoriy to'g'ri chiziq o'tkazilgan. Kartina tekisligida ushbu to'g'ri chiziqning proyeksiyasi ai_1 hosil qilingan.



25- shakl. ***Burchak xatoligining kelib chiqishi***

ai_1 to'g'ri chizig'i bosh vertikal bilan kesishib, φ_0 burchakning proyeksiyasi φ burchakni hosil qiladi. Bu yerda x – nol xatoli nuqtalardan aerofotosuratdagi burchakning yuqorisigacha bo'lgan masofa.

φ va φ_0 burchak orasidagi bog'liqlikni ularning tangens munosabatlaridan aniqlaymiz:

$$tg\varphi_0 = \frac{ii_1}{iS};\ tg\varphi = \frac{ii_1}{ia};\ \frac{tg\varphi}{tg\varphi_0} = \frac{iS}{ia}. \qquad (2.11)$$

Oldingi hosil qilingan formulalardan ma'lumki:

$$iS = \frac{f}{\sin\alpha_0};\ ia = ic - x = \frac{f}{\sin\alpha_0} - x. \qquad (2.12)$$

iS va ia qiymatlarini (2.11) ga qo'yib quyidagini hosil qilamiz:

$$tg\varphi = \frac{tg\varphi_0}{1 - \frac{x}{f}\sin\alpha_0}. \qquad (2.13)$$

(2.13) 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;

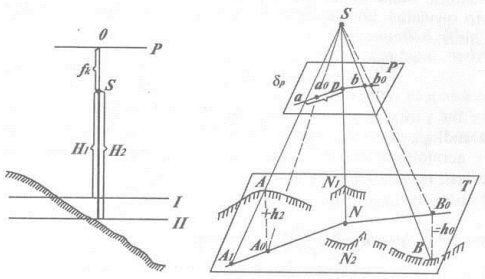
2) agar $x = fig\frac{\alpha_0}{2}$, ya'ni burchak uchi aerofotosuratning bosh nuqtasida joylashgan bo'lsa $tg\varphi = \frac{tg\varphi_0}{\cos\alpha_0}$ bo'ladi. Bu holda aerofotosuratdagi burchak joydagi burchakdan katta, chunki $\cos\alpha_0 < 1$;

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 $\Delta\varphi\alpha = \varphi_0 - \varphi$ ifoda yordamida topiladi. Hisoblashlarni osonlashtirish maqsadida $\Delta\varphi_\alpha$ ni quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\Delta\varphi_\alpha = -\frac{x\alpha_0}{2f}\sin 2\varphi. \qquad (2.14)$$

Relyef ta'sirida yuzaga keladigan xatolar. Joy relyefi aerofotosurat masshtabiga ta'sir qiladi, aerofotosurat masshtabi esa suratga olish balandligiga bog'liq. Joy relyefidan kelib chiqqan holda suratga olish balandligi turli nuqtalarda turlicha bo'ladi (26- *a* shakl).



26- shakl. ***Relyef ta'sirida xatolikning yuzaga kelishi***

Chizmadan ko'rinib turibdiki, joy relyefiga bog'liq holda suratga olish balandligi turli nuqtalarda turlicha bo'ladi, joy relyefidagi barcha tepaliklar aerofotosuratda yirik masshtabda, pastliklar esa ularga nisbatan mayda masshtabda tasvirlanadi.

Demak, joy relyefi ta'sirida aerofotosuratda masshtab turlicha bo'ladi.

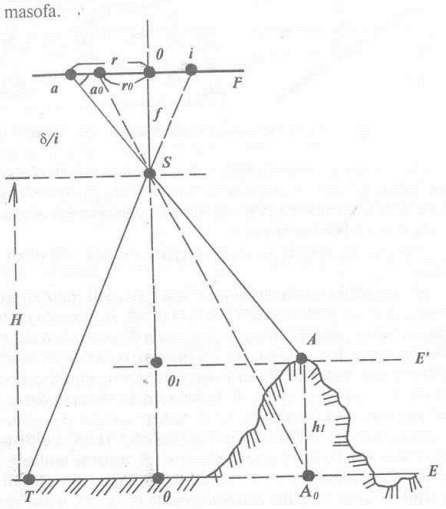
Joy relyefi ta'sirida aerofotosuratda chiziqli xatolar ham kelib chiqadi, ya'ni nuqtalarning siljishi sodir bo'ladi. Agar nuqta joy tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lsa, u aerofotosuratda o'sha tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lmagan holda tasvirlanadi. 26- *b* shaklda T gorizontal tekislikka nisbatan ($+h$ va $-h$) nisbiy balandlikka ega bo'lgan joydagi A va B hamda ularning aerofotosuratdagi proyeksiyalari a va b berilgan.

Agar joydagi A va B nuqtalar T gorizontal tekislikka nisbatan nisbiy balandlikka ega bo'lmay tekislikda A_0 va B_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 kesmalari AA_0 va BB_0 kesmalarining perspektivalari hisoblanadi. Shakldan foydalanib (26- *b* shaklga qarang) gorizontal aerofotosuratda ixtiyoriy tanlangan nuqta uchun joy relyefi ta'sirida yuzaga keladigan chiziqli xato qiymatini ifodalaydigan formulani $SN=H$, $Sn=f$ holatda hosil qilamiz:

$$\frac{\delta_h}{A_0A_1} = \frac{f}{H};\ \delta_h = A_0A_1\frac{f}{H};\ \frac{A_0A_1}{h} = \frac{r}{f};\ \delta_h = \frac{rh}{H}. \qquad (2.15)$$

Bu yerda: h – nuqtaning joydagi istalgan tekislikka nisbatan balandligi; H – shu tekislikka nisbatan suratga olish balandligi; r – aerofotosuratda nadir nuqtasidan xatoligi topilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.



27- shakl. ***Joy relyefi ta'sirida aerofotosuratda nuqtaning siljishi***

(2.15) formula tahlili asosida quyidagi xulosaga kelish mumkin:

1. Gorizontal aerofotosuratda joy relyefi ta'sirida chiziqli xatolar joydagi nuqtaning nisbiy balandligiga hamda shu nuqtadan nadir nuqtasigacha bo'lgan masofaga to'g'ri proporsional, ya'ni aerofotosuratda δ_h qiymati nadir nuqtasidan uzoqlashgan sari ortib boradi.

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

3. δ_h ning qiymati suratga olish balandligiga teskari proporsional bo'ladi. Agar uzun fokusli aerofotoapparatlar qo'llanilsa, berilgan masshtabdagi aerofotosyomkani katta balandlikdan turib amalga oshirish kerak bo'ladi, chunki $H = fm$.

Shunga bog'liq holda uzun fokusli aerofotoapparatning qo'llanilishi joy relyefi hisobiga hosil bo'ladigan aerofotosuratdagi xatolarni kamaytiradi.

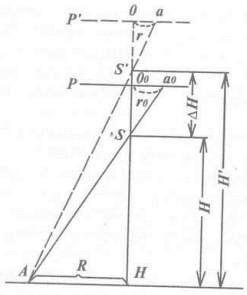
4. Nadir nuqtasida relyef ta'sirida nuqtaning siljishi nolga teng, chunki nadir nuqtasi uchun $r = 0$.

5. Agar formulaga aerofotosuratdagi nuqta siljishining yo'l qo'yarli qiymatini qo'ysak va r masofani hisoblasak, joy relyefi ta'sirida yuzaga keladigan xatolarning chekli qiymati joylashgan maydon radiusini topamiz. Masalan, agar $f = 100\ mm$, $H = 1200\ m$, $h_{max} = 20\ m$, $\delta_{h(chekli)} = 0{,}5\ mm$ bo'lsa, $r = 30\ mm$.

Suratga olish balandligi ta'sirida yuzaga keladigan xatolar. Suratga olish balandligi o'zgarganda aerofotosurat masshtabi ham o'zgaradi va bunga bog'liq holda aerofotosuratdagi har qanday kesmaning uzunligi 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 yerda faqat chiziqli xatolar kelib chiqadi.

28- shaklda joydagi A nuqtaning berilgan H balandlikdan olingan aerofotosuratdagi a_0 proyeksiyasi va shu nuqtaning boshqa H' balandlikdan olingan aerofotosuratdagi a proyeksiyasi tasvirlangan. Kesmalarning farqi $r_0 - r = \delta_{\Delta H}$ nuqtaning suratga olish balandligi o'zgarishi natijasida siljish qiymatini aniqlaydi.

28- shakldan ko'rinib turibdiki,



28- shakl. ***Siljish qiymatini aniqlash***

$$r_0 = \frac{Rf}{H};\quad r = \frac{Rf}{H};\quad \delta_h = \frac{Rf}{H} - \frac{Rf}{H'} = \frac{Rf(H'-H)}{H'H}. \qquad (2.16)$$

Suratga olish balandligi farqi $H-H'$ ni ΔH bilan belgilab, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$\delta_{\Delta H} = -\frac{r\Delta H}{H}. \qquad (2.17)$$

Bu yerda: r – aerofotosurat bosh nuqtasidan siljish miqdori aniqlanayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Formuladan kelib chiqadiki, r qiymati qanchalik 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'yarli xatolar chegarasi aerofotosuratning ishchi maydonini belgilab beradi.

3.1. Fotosxemani montaj va nazorat qilish

Planli suratlardan tuzilgan joyning fotografik tasviriga fotosxema deyiladi. Fotosxemalar transformatsiya qilinmagan aerofotosuratlarning ishchi maydonidan tuziladi. Fotosxemalar topografik xarita tuzish uchun asos bo'la olmaydi, chunki ular yetarli darajada aniqlikka ega emas. Ularni turli xil tadqiqotlarda obzor material sifatida, joyda oriyentirlash maqsadlarida, shuningdek, turli xil ishlarni loyihalashda (aerofotosuratlarni bog'lashda) qo'llash mumkin.

Fotosxemalar aerofotosuratlarni 2 xil usulda montaj qilish yo'li bilan hosil qilinadi:

1. Bosh yo'nalishlar bo'yicha – aniqligi juda yuqori.
2. Konturlar bo'yicha – aniqlik darajasi pastroq, lekin montaj ishlari kam vaqt talab qiladi.

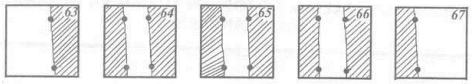
Agar fotosxema turli xil o'lchash ishlarini bajarish uchun mo'ljallansa, u holda aerofotosuratlar bosh yo'nalishlar bo'yicha montaj qilinadi.

Agar fotosxema joyni ko'rib chiqish, (rekognossirovka), deshifrirlash va boshqa (o'lchash ishlari bilan bog'liq bo'lmagan) ishlar uchun mo'ljallansa, aerofotosuratlar konturlar bo'yicha montaj qilinadi.

Fotosxemalar bir marshrutli va ko'p marshrutli bo'lishi mumkin. Ko'p marshrutli fotosxemalar trapetsiya, planshet ramkalari va alohida yer maydonlari bo'yicha tuziladi.

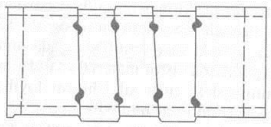
Fotosxemalar aerofotosuratlarni alohida yoki birgalikda kesish usuli bilan tayyorlanadi.

Alohida kesish usulida marshrutning ketma-ket bir-birini qoplagan aerofotosuratlarning taxminan o'rtasida ikkita aerofotosuratda ham aniq bo'lgan bir juft o'xshash nuqtalar nina bilan teshiladi. Teshilgan nuqtalar bo'yicha chizg'ich qo'yib skalpel bilan aerofotosuratlar alohida kesiladi. Aerofotosuratlarning o'rta qismi asosga yelimlanadi (29- shakl).



29- shakl. ***Individual usulda aerofotosuratda nuqtalar belgilash va kesish***

Bir-biriga to'g'ri tushmagan tasvir elementlar birlashtirilayotgan aerofotosuratlarning yuqori va pastki qismi bo'yicha teng tarqatiladi (30- shakl).



30- shakl. ***Fotosxemani montaj qilish va nuqtalarning mos kelmasligi***

Shu tartibda tayyorlanadigan fotosxema har bir kesish chizig'ida o'xshash nuqtalar bo'yicha nazorat qilib boriladi. Buning uchun fotosxemaga har bir kesish chizig'iga kesilgan aerofotosuratning qismi qo'yiladi va tasvirning mos tushishi tekshiriladi. Kesilgan aerofotosuratda kesish chizig'i yaqinida 2–3 sm dan tasvirning aniq nuqtalari nina bilan teshiladi.

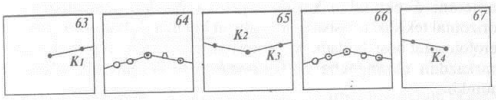
So'ngra teshilgan nuqtalarning fotosxemadagi nuqtalardan cheklanishi ko'z bilan chamalab baholanadi. Agar teshik nazorat nuqtasi va kesish chizig'i orasida joylashsa, cheklanish musbat (dublet), agar nuqtadan keyin joylashsa, manfiy (kesib tashlangan) bo'ladi. Dublet qiymati chegaralanmaydi, kesib tashlash 0,5 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Nuqtalarning bir-biriga mos tushmaslik darajasi aerofotosurat og'ish burchagi, joy relyefi, suratga olish balandligi va montaj qilish aniqligiga bog'liq.

Nazoratdan keyin fotosxema chetlari tekislanadi. Tayyor bo'lgan fotosxemada trapetsiya nomenklaturasi, joy nomi, tayyorlangan yili, masshtab va tuzuvchi yozib qo'yiladi.

Aerofotosuratlardan birgalikda kesish usuli bilan fotosxema tayyorlashda ketma-ket aerofotosuratlarning bir-birini qoplagan qismi ustma-ust qo'yiladi va tez, ko'p marta yuqoridagi aerofotosuratni ko'tarib tushirish bilan konturlar bir-biriga to'g'ri keltiriladi. Shundan sung aerofotosuratlarni bostirib qo'yib, bir nechta aniq nuqtalarni teshib bo'lsa, aerofotosuratlar birgalikda to'lqinsimon yoki siniq chiziqlar shaklida kesiladi.

Bunda kesish chizig'i aerofotosuratdagi chiziqli elementlarni to'g'ri burchak ostida kesib o'tishiga erishish kerak. Shu tartibda keyingi suratlar ham kesiladi va kesilgan aerofotosuratning markaziy qismi asosga yopishtiriladi.

Bosh yo'nalishlar bo'yicha fotosxema tayyorlashda barcha aerofotosuratlarda bosh nuqtalarning o'rni topiladi. Ularning atrofida taxminan $0,1f$ radiusda aerofotosuratning qoplangan qismida aniq topilgan nuqta – ishchi markazlari nina bilan teshiladi. Tanlangan ishchi markazlar keyingi aerofotosuratlarda ham topiladi va nina bilan teshiladi.



31- shakl. ***Bosh yo'nalishlarni tanlagan holda aerofotosuratlarni fotosxema montaji uchun tayyorlash***

Juft va toq aerofotosuratlarda shaxsiy hamda qo'shni ishchi markazlar puanson bilan teshiladi. Ishchi markazlar atrofidagi aniq nuqtalar ham puanson bilan teshiladi (31- *k* shaklda). Qolgan suratlarda ishchi markazlar orqali bosh yo'nalish chizig' o'tkaziladi va *k* nuqtalari teshiladi.

Keyin ketma-ketlik bilan suratlar qo'yiladi, tasvir birlashtiriladi va kesiladi. Fotosxemani nazorat qilish uchun kesib tashlangan qiyqimlarni kesish chizig'i bo'yicha qo'yiladi va nazorat nuqtalari olinadi.

Ko'p marshrutli fotosxemalar bir marshturli fotosxemalarni birlashtirish yoki aerofotosuratlarni konsentrik montaj qilish orqali amalga oshiriladi. Fotosxemani konsentrik montaj qilish ko'p vaqt talab qiladi, lekin aniqligi yuqori.

3.2. Suratlarni transformatsiya qilish

Tekislik joylarning tasviri gorizontal aerofotosuratlarda plandagi kabi bo'ladi, og'ish burchagi bo'lgan aerofotosuratlarda esa xatolar mavjud va undan plan tuzish uchun o'zgartirish ishlarini olib borish kerak. Bundan tashqari suratga olish balandligining turlicha bo'lganligidan aerofotosurat masshtabi ham turlicha bo'ladi, uni tuzilayotgan plan masshtabiga keltirish kerak bo'ladi.

Aerofotosuratlarni bir xil masshtabga keltirish bilan birga og'ish burchagini yo'q qilib gorizontal holatga o'zgartirish jarayoni aerofotosuratlarni transformatsiya qilish deyiladi. Transformatsiyaning mohiyati shundaki, aerofotosurat orqali aerofotosyomka vaqtida aerofotoapparatdan chiqayotgan proyeksiyalovchi nurlar dastasini tiklash va aerofotosuratni gorizontal tekislikka tushirish mumkin. Negativni proyeksiyalovchi kameraning ichiga qo'yib, yuqoridan yoritib proyeksiyalovchi nurlar dastasini olish mumkin (32- shakl). Agar kamerani E ekrandan aerofotosyomka vaqtida aerofotoapparat T gorizontal tekislikka nisbatan joylashgan holatda joylashtirsak, gorizontal aerofotosurat hosil bo'ladi. Aerofotosurat masshtabini S proyeksiyalovchi markazdan ekrangacha bo'lgan masofani o'zgartirib, o'zgartirish mumkin.

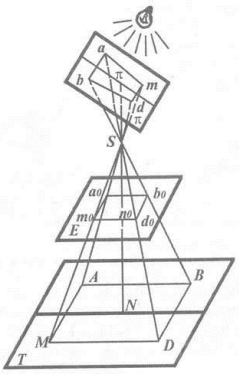
Aerofotosuratlarni transformatsiyalash grafik, optik-grafik va fotomexanik usulda amalga oshiriladi.

Grafik usulda transformatsiyalangan tasvir chizmachilik asboblari yordamida olinadi. Bu usul bilan epyurada aerofotosuratni oriyentirlash elementlari orqali aerofotosuratdagi obyektlarning konturlarini tushirish mumkin. Bundan tashqari aerofotosuratda va planda o'zaro muvofiq perspektiv to'rlardan foydalanib, aerofotosuratdagi konturlarni planga kataklar bo'yicha tushirish mumkin.

Aerofotosurat optik-grafikli usulda planshetga proyeksiyalovchi kamera orqali loyihalanadi va planshetga qalam bilan chiziladi.

Fotomexanik usulda transformatsiyalangan tasvir fototransformatorlar ekranida hosil qilinadi va maxsus mexanizmlar yordamida fotoqog'ozga pechat qilinadi.

Transformatsiyalashning geometrik sharoitlari. Har qanday fototransformatorning asosiy qismlari proyeksiyalovchi kamera va ekran hisoblanadi. Kamera ichiga negativ va tasvirni ekranga proyeksiyalovchi shaffof obyektiv hamda kasseta solingan bo'ladi.



32- shakl. ***Proyeksiyalovchi nurlar dastasi***

Haqiqatan ham transformatsiyalangan tasvirni olish uchun negativ, obyektiv va ekranni aniq bir tartibda o'rnatish kerak. Negativ, ekran va proyeksiyalash markazi holatini aniqlaydigan sharoitlar transformatsiyalashning geometrik sharoitlari deyiladi. Transformatsiyalashning ikki turi uchun bu sharoitlar turlicha bo'ladi. Birinchi tur transformatsiyalashda geometrik sharoitlar quyidagicha bo'ladi:

1) proyeksiyalash markazi aerofotosuratda tiklangan bosh nuqtadan negativ tekisligiga perpendikulyar holatda bo'lishi kerak (33- *a* shakl);

2) aerofotosurat bosh nuqtasidan proyeksiyalash markazigacha bo'lgan masofa aerofotoapparatning fokus masofasiga teng bo'lishi kerak;

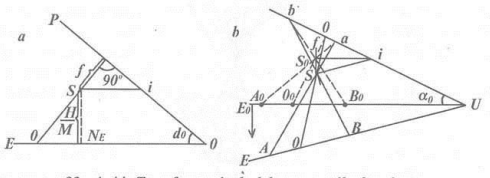
3) negativning o'z tekisligi atrofida burilish burchagi η aerofotosyomka vaqtidagi bilan bir xil bo'lishi kerak;

4) negativ tekisligining ekran tekisligiga nisbatan og'ish burchagi α_0 aerofotosyomka vaqtidagi aerofotosuratning gorizontal tekislikka nisbatan og'ish burchagiga teng bo'lishi kerak;

5) proyeksiyalash markazidan ekrangacha bo'lgan masofa transformatsiyalashning berilgan masshtabida suratga olish balandligiga teng bo'lishi kerak.

Bu sharoitlarni yaratishda quyidagi masofalar belgilanadi:

$$S_t = \frac{f}{\sin\alpha_0};\quad oi = fctg\alpha_0;\quad iv = \frac{H}{M_t \sin\alpha_0}. \qquad (3.1)$$



33- shakl. ***Transformatsiyalashda geometrik sharoit***

Agar fototransformator ekrani E_0 da (33- *b* shakl) negativning transformatsiyalangan tasvirini olsak va proyeksiyalash markazi S_0 ni *i* nuqta atrofidagi yoy bo'yicha *S* nuqtaga ko'chirib, ekranni *tt* kartina asosidagi chizig' atrofida aylantirsak, ekranda hosil bo'lgan tasvir buzilmaydi.

Bundan kelib chiqadiki, tekisliklar aylantirilganda perspektivalar o'zgarmaydi.

Ikkinchi tur transformatsiyalashda geometrik sharoitlar quyidagicha bo'ladi:

1) proyeksiyalash markazi *i* nuqta atrofida $iS = \frac{f}{\sin\alpha_0}$ radiusli yoyda joylashishi kerak;

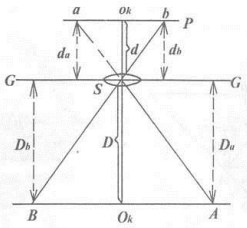
2) ekran tekisligi haqiqiy gorizont tekisligiga parallel bo'lishi kerak;

3) negativ o'z tekisligi atrofida aerofotosyomka vaqtidagi η burchakka burilgan bo'lishi kerak;

4) $oi = fctg\alpha_0$ va $iv = \frac{H}{M_t \sin\alpha_0}$ masofalar o'rnatilgan bo'lishi kerak.

Transformatsiyalashning optik sharoitlari. Fototransformator ekranida tasvir har doim tiniq chiqishi uchun optik sharoitlarni bajarish kerak. Transformatsiyalashda ikkita optik sharoit ajratiladi:

1) *birinchi optik sharoit:* fototransformatorning konstruktiv o'qi bo'yicha negativda va ekranda joylashgan o'zaro perspektiv ikkita nuqta uchun quyidagi tenglik bajarilishi kerak: $\frac{1}{D} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f_{ob}}$.



34- shakl. ***Transformatsiyalashda optik sharoit***

34- shaklda O_kO_k chizig'i konstruktiv o'q hisbolanadi. Agar negativ tekisligi *P*, ekran tekisligi *E* va obyektivning bosh tekisligi *G* o'zaro parallel bo'lsa, u holda birinchi optik sharoitning bajarilishi natijasida ekrandagi barcha nuqtalar uchun tasvir aniq bo'ladi, chunki $d_a = d_b = d_{ok}$ va $D_a = D_b = D_{ok}$ (34- shakl).

Ekranda masshtabni o'zgartirish uchun *D* masofani o'zgartirish kerak, tenglik buzilmasligi uchun *d* yoki f_{ob} masofani ham o'zgartirish zarur;

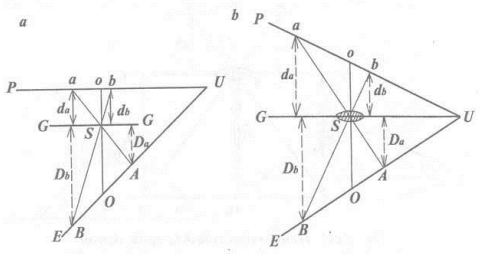
2) *ikkinchi optik sharoit* – negativ tekisligi ekran tekisligiga nisbatan og'gan vaziyatda yuzaga keladi. Agar ekranga nisbatan negativning og'gan holatida obyektivning bosh optik o'qi negativ tekisligiga perpendikulyar holatda o'rnatilsa, tenglik buziladi, chunki $d_a = d_b = d_{ok}$, lekin $D_a \neq D_b \neq D_{ok}$ (35- *a* shakl).

Tenglik to'g'ri bo'lishi uchun obyektivni shunday o'rnatish kerakki, obyektivning bosh tekisligi negativ va ekran tekisligi bilan bir chiziqda kesishsin (35- *b* shakl).

Bu ikkinchi optik sharoit hisoblanadi. Optik sharoitlar fototransformatorlarda maxsus mexanizmlar – inversorlar yordamida avtomatik tarzda bajariladi.

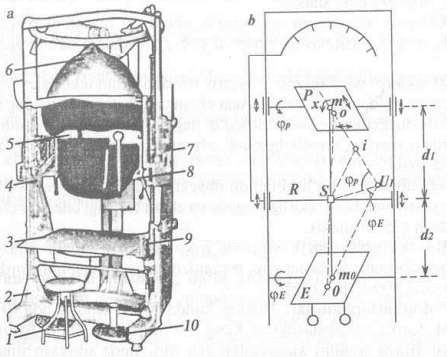
Fototransformatorlar. Hozirgi kunda ishlab chiqarishda ФТБ va ФТМ fototransformatorlari keng qo'llaniladi. ФТБ fototransformatorining muhim xususiyatlaridan biri, unda obyektivning bosh tekisligi *R* doim gorizontal holatda bo'ladi. Ekran va aerofotosurat tekisligi og'ishi mumkin.

ФТМ fototransformatori dala tipidagi transformatorlarga kiradi.

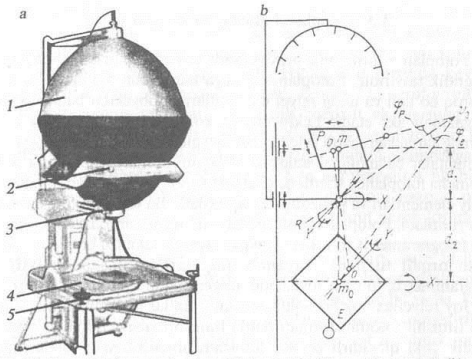


35- shakl. ***Ikkinchi optik sharoit***

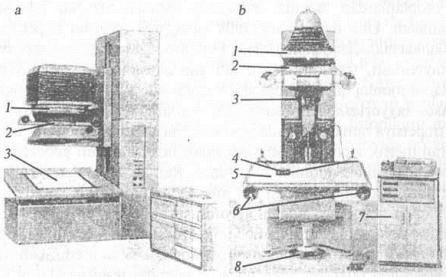
Bulardan tashqari ishlab chiqarishda Germaniyaning SEG 6 va Rektimat fototransformatorlari qo'llaniladi.



36- shakl. ***ФТБ fototransformatori (a) va uning kinematik sxemasi (b):*** *1–masshtab inversori shturvali; 2–stanina; 3–ekran; 4–masshtab inversori; 5–kasseta; 6–yoritish qurilmasi; 7–perspektiv inversor; 8–obyektiv supporti; 9–ekranning og'ish o'qi; 10–perspektiv inversor shturvali*



37- shakl. ***ФТМ fototransformatori (a) va uning kinematik sxemasi (b):*** *1–yoritish qurilmasi; 2–kasseta; 3–obyektiv; 4–ekran; 5–perspektiv inversor shturvali.*



38- shakl. ***Chet el fototransformatorlari:*** *a) Rektimat: 1–yoritish qurilmasi; 2–kasseta; 3–ekran; b) SEG 6: 1–yoritish qurilmasi; 2–kasseta; 3–obyektiv; 4–aerofotosurat va asos koordinatalarini aniqlovchi qurilma; 5–ekran; 6–perspektiv inversor shturvali; 7–prosessor; 8–masshtab inversori shturvali.*

3.3. Fotoplanni montaj va nazorat qilish

Fotoplan – ortogonal proyeksiyada va berilgan masshtabda joyning fotografik tasviridir. Fotoplanda planga qaraganda ma'lumotlar hajmi ko'proq bo'ladi va unda relyef elementlari va obyektlar batafsil hamda ko'rgazmali aks etadi. Lekin obyekt konturlarining fotografik tasviri ularning xaritadagi shartli belgilaridan farq qiladi, gorizontallarning yo'qligi esa nuqtalar balandligini aniqlash imkonini bermaydi. Shuning uchun ko'pincha fotoplanda shartli belgilar bilan aholi punktlari, yo'llar, joyning asosiy elementlari va gorizontallar tushiriladi. Bu fotoplan fotoxarita deb ham yuritiladi. Fotoplan transformatsiya qilingan aerofotosuratlarni joyda yoki fotogrammetrik to'r tuzib topilgan tayanch nuqtalar bo'yicha montaj qilish orqali tuziladi. Tayanch nuqtalari bo'lmaganda ixtiyoriy fotogrammetrik to'rdan foydalanib oriyentirlanmagan fotoplan tuziladi.

Joy relyefiga bog'liq holda aerofotosuratlar fototransformatorlarda yoki tirqishli fototransformatorlarda transformatsiya qilinadi. Agar joy tekislik yoki qir-adirli bo'lsa, fototransformatorlardan foydalaniladi. Tog'li hududlarni bu usulda transformatsiya qilishda yuqori aniqlikka erishib bo'lmaydi. Shuning uchun bu holda tirqishli fototransformatorlar ishlatiladi va joyning ortogonal proyeksiyada fotografik tasviri olinadi.

Fotoplanlardan, odatda, topografik xaritalar tuzishda asos sifatida foydalaniladi. Ular davlat kartografik varaqlarga bo'linish trapetsiyalarida yoki alohida hududlar uchun tuziladi. Fotoplan tuzishning asosiy jarayonlariga asos tayyorlash, transformatsiya qilingan aerofotosuratlarni tayyorlash, fotoplanni montaj qilish, fotoplanni nazorat qilish va jihozlash kiradi.

Asos tayyorlash. Koordinatograf yordamida planshetga koordinata to'ri, trapetsiya ramkasi, dalada yoki kameral sharoitda geodezik tarmoqni fotogrammetrik zichlashtirish yo'li bilan hosil qilingan geodezik punkt va boshqa tayanch nuqtalar tushiriladi. Ramka tomonlari va diagonali uning nazariy o'lchamlaridan 0,2 mm gacha farq qilishi mumkin.

Transformatsiya qilingan aerofotosuratlarni tayyorlash. Berilgan trapetsiya uchun marshrutlar bo'yicha transformatsiya qilingan suratlar tanlab olinadi va aerofotosuratlarning fotografik sifati tekshiriladi. Har bir aerofotosuratda puanson bilan tayanch nuqtalar teshiladi. Hosil bo'lgan teshiklarni planshetdagi mos nuqtalar bilan ustma-ust qo'yib transformatsiya aniqligini nazorat qilinadi. Bunda nuqtalarning mos kelmasligi 0,4 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Agar bu ko'rsatkich katta bo'lsa, aerofotosurat qaytadan transformatsiya qilinadi.

Fotoplanni montaj qilish. Montaj shimoliy marshrutdan boshlab chapdan o'ngga qarab amalga oshiriladi. Asosga birinchi aerofotosurat qo'yiladi, planshetdagi nuqtalar bilan teshilgan nuqtalar mos keltirilib oriyentirlanadi va bostirib qo'yiladi. Huddi shu tartibda keyingi aerofotosuratlar ham planshetga qo'yiladi. Bunda 2 ta aerofotosuratni ham bir-biriga mos nuqtalari tekshirilib boriladi va ularning mos kelmaslik farqi 0,6 mm bo'lsa, skalpel bilan 2 ta aerofotosurat ham qoplanishlar o'rtasidan kesiladi. Kesish chizig'i muhim ahamiyatga ega bo'lmagan konturlardan o'tishi kerak. 2 ta aerofotosurat bir-biriga to'g'rilanib asosga yopishtiriladi. Qiyqimlar fotoplanni nazorat qilish uchun olib qo'yiladi. Shu tartibda birinchi marshrut aerofotosuratlari kesilib, ish yakunlanadi.

Ikkinchi marshrut aerofotosuratlari ham o'zaro, ham birinchi marshrut aerofotosuratlari tayanch nuqtalari bo'yicha oriyentirlanadi. Aerofotosuratlarni kesish birinchi ko'ndalang qoplanish bo'yicha, keyin bo'ylama qoplanish bo'yicha amalga oshiriladi va asosga yopishtiriladi. Shu tartibda 2 marshrut va qolgan boshqa marshrut aerofotosuratlari kesib asosga yopishtiriladi. Montaj tugagandan keyin aerofotosuratlar trapetsiya tomonlariga parallel qilib kesiladi.

Fotoplanni nazorat qilish va jihozlash. Fotoplan aniqligini tayanch nuqtalari, kesishlar bo'yicha tekshiriladi. Tekshirish natijalari asosga o'xshash nazorat varaqlariga tushiriladi. Fotoplanni tayanch nuqtalari bo'yicha nazorat qilish asosdagi tayanch nuqtalarining aerofotosuratdagi teshiklari bilan mos kelmasligi orqali amalga oshiriladi. Bu qiymat tekis joylar uchun 0,5 mm, tog'li joylar uchun 0,7 mm dan oshmasligi kerak. Nazorat varag'ida tayanch nuqtalar yonida mos kelmaslik yo'nalishi va qiymati beriladi.

Fotoplanni kesishlar bo'yicha nazorat qilishda fotoplanni montaj qilishda hosil bo'lgan aerofotosurat qiyqimlarini o'z joyiga qo'yish va nina bilan aniq konturlarni teshib ko'rish orqali amalga oshiriladi. Bunda nuqtalarning mos kelmasligi tekis joylar uchun 0,7 mm, tog'li hududlar uchun 1,0 mm dan oshmasligi kerak. Nazorat varag'ida nuqtalarning mos kelmaslik yo'nalishi va qiymati beriladi. Fotoplanning fotografik sifati vizual usulda etalon bilan taqqoslagan holda nazorat qilinadi.

Tayyor fotoplanga shartli belgilar bilan geodezik punktlar tushiriladi, ramka chizilib jihozlanadi. Shartli varaqlarga bo'lish sistemasida fotoplan tayyorlashda tayanch nuqtalari koordinatalari shartli olinadi.

Xo'jalik yerlari bo'yicha fotoplan tayyorlashda tayanch nuqtalar sifatida yerlar chegarasi xizmat qiladi.

IV BOB. AEROFOTOSURATLAR JUFTI (STEREOJUFT) TO'G'RISIDA UMUMIY MA'LUMOT

4.1. Stereojuftlarning geometrik mohiyati

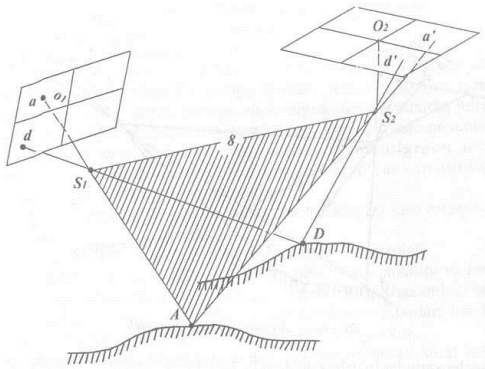
Topografiyada fotogrammetriyani qo'llashdan asosiy maqsad, aerofotosuratlar bo'yicha joydagi nuqtalarning koordinatalarini aniqlash hisoblanadi. Yakka aerofotosuratni qo'llab, unda tasvirlangan nuqtaning faqat planli o'rnini aniqlash mumkin.

Nuqtalar balandligini aniqlash uchun berilgan joyning ikkita nuqtasi yoki suratga olish bazisining ikkita ketma-ket uchlaridan olingan aerofotosurati bo'lishi kerak. Bunday ikki aerofotosurat aerofotosuratlarning stereoskopik jufti yoki **stereojuft** aerofotosuratlar deb ataladi.

Stereojuft aerofotosuratlar bo'yicha fotogrammetrik masalalarni yechish uchun fazoviy kesishtirish usuli asos qilib olingan. Joydagi har qanday nuqtaning x, y, z koordinatalarini aerofotosuratlar jufti bo'yicha aniqlash uchun suratga olish paytida hosil bo'ladigan fazoviy kesishtirish qo'llaniladi (39- shakl).

Joydagi har bir nuqta ikki ketma-ket aerofotosuratga proyeksiyalanadi, shuning uchun u ikki proyeksiyalanuvchi nurlarning kesishishida joylashib, suratga olish bazisi bilan birgalikda kesishtirish uchburchagini tashkil qiladi. Bunda ikki nur bir bazis tekisligida yotadi. Suratga olish bazisi yotgan tekislik bazis tekisligi deb aytiladi. Aerofotosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini aniqlash uchun fotogrammetrik masalani turli usul va turli asboblarda yechish mumkin. Masalan, aerofotosuratlar bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini analitik usulda aniqlash uchun ular stereojuft aerofotosuratlarda bajarilgan o'lchashlar orqali hisoblanadi. Ushbu usul murakkab formulalar bo'yicha katta hajmda hisoblash ishlarini talab qiladi, shuning uchun bu jarayonni EHM lardan foydalangan holda bajarish maqsadga muvofiqdir.

Joydagi nuqtalar koordinatalarini aerofotosuratlar bo'yicha aniqlashning boshqa usulining mohiyati shundaki, aerofotosuratlarda syomka jarayonidagi fazoviy kesishtirishlar qayta tiklanadi, so'ngra kesishtirishlar bilan barpo etilgan joyning geometrik modeli o'lchanadi.

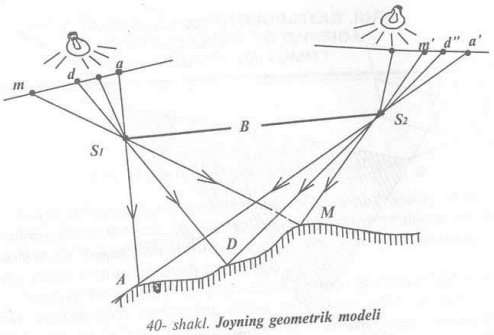


39- shakl. ***Fazoviy kesishtirish***

Bunday usul o'xshashlik (analogli) deb nomlanadi. Aerofotosuratlar bo'yicha fazoviy kesishtirishlarni bajarish imkonini beruvchi asboblar analogli asboblar deb ataladi. Agar aerofotosuratlarda syomka paytidagi kesishtirishlar tiklansa, unda shu nomli proyeksiyalovchi nurlar kesishishida joyning suratga olishdagiga o'xshash sirt paydo bo'ladi va uni joyning geometrik modeli deb aytiladi (40- shakl). Geometrik modelni o'lchab, uning har qanday nuqtasi uchun joyda geodezik o'lchashlar orqali koordinatalarni aniqlash singari *x*, *y* va *z* koordinatalar qiymatlarini topish mumkin.

Aerofotosuratlar jufti bo'yicha nuqtalar koordinatalarini aniqlash universal va differensial usullarda fazoviy kesishtirish asosida bajarilishi mumkin. Universal usulda nuqtaning har uchala (*x*, *y*, *z*) koordinatalari bir paytda aniqlanadi. Bu holda aerofotosuratlar jufti orqali joyning planni tuzish ishlari bitta bajaruvchi tomonidan birgina universal asbobda bajarilishi mumkin. Barcha analogli asboblar universal asboblar hisoblanadi.

Aerofotosuratlar differensial usulda ishlab chiqilib nuqtalarning planli koordinatalari va balandliklari alohida-alohida aniqlanadi. Suratlar



40- shakl. ***Joyning geometrik modeli***

bo'yicha xaritalar tuzishga oid barcha ishlar alohida jarayonlarga bo'linib, har xil bajaruvchilar tomonidan turli asboblarda bajariladi. Differensial usulning asboblariga fototransformatorlar, aerofotosuratlarda relyefni chizish uchun qo'llaniladigan topografik stereometr, oddiy stereoskoplar va boshqalarni kiritish mumkin.

Differensial usulga ko'ra universal usul ma'lum afzallikka ega. Aerofotosuratlar jufti bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalarini aniqlash masalasi universal usulda qat'iy hal qilinadi, vaholanki differensial usulida ishlarning soddalashtirilgan usullari qo'llanilib, keltirib chiqarilgan formulalar ishlatiladi. Shu sababli aerofotosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini topish aniqligi universal usulda differensial usulga nisbatan yuqori.

Joydagi katta nisbiy balandliklar va aerofotosuratlardagi katta qiyalik burchaklarning mavjudligi aerofotosuratlarni universal usulda ishlab chiqishda qiyinchilik tug'dirmaydi va differensial usulidagiga o'xshash darajada ishlar aniqligini pasaytirmaydi.

Bundan tashqari universal usuli hozirgi zamon fan va texnika yutuqlarini qo'llash asosida ishlarni avtomatizatsiyalash uchun katta imkoniyat tug'diradi. Shuning uchun ushbu usul ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda.

4.2. Aerofotosuratlarning o'zaro oriyentirlash elementlari

Topografik xaritalarni aerofotosuratlar bo'yicha tuzishda ularni suratga olish vaqtida bir-biriga hamda joyga nisbatan qanday joylashganini bilish kerak. Suratga olish vaqtida aerofotosuratlar juftining o'zaro holatini aniqlash qiymatlariga fotosuratlarning o'zaro oriyentirlash elementlari deb ataladi. Ular beshta elementlardan iborat. Fotogrammetriyada aerofotosuratlar juftini o'zaro oriyentirlash elementlarining ikki turi qo'llaniladi:

– to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasidagi o'zaro oriyentirlash elementlari;

– bazisli sistemadagi o'zaro oriyentirlash elementlari.

Birinchi turdagi elementlar suratga olish bazisi holatini va aerofotosuratlarni birini ikkinchisiga nisbatan holatini aniqlashga imkon beradi.

Ikkinchi turdagi elementlar orqali aerofotosuratlardan har birini suratga olib bazisga nisbatan holatini aniqlash mumkin.

Bazis holati va 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 boshi sifatida chap suratning proyeksiyalash markazi, *Z* o'qi uchun esa chap suratni hosil qilish vaqtidagi AFA ning bosh optik o'qi qabul qilinadi. *X* va *Y* o'qlari uchun esa chap suratning x va *y* o'qlariga (41- shakl) to'g'ri parallel chiziqlar (chap suratning tekisligiga parallel *T* tekislikda yotgan *X* va *Y* o'qlar) qabul qilinadi.

$S_2S_{2_0} = B_z$ kesma *T* tekislikka perpendikulyar bo'lib, u orqali bazis o'ng uchining chap uchiga nisbatan balandligi aniqlanadi va *T* tekislikka nisbatan bazis qiyaligini ifodalaydi, chunki:

$$sin\nu = \frac{B_z}{B}. \qquad (4.1)$$

Bu yerda: ν – bazisning qiyalik burchagi.

$S_{2_0}S_2^1 = B_y$ kesmasi *X* o'qiga perpendikulyar bo'lib, u orqali bazisning yo'nalishi aniqlanadi. Bazisning *X* o'qidan chetlanish *A* burchagi B_y ga bog'liq bo'ladi. B_z va B_y kesmalar *Z* va *Y* o'qlariga bazisning ortogonal proyeksiyasi hisoblanadi.

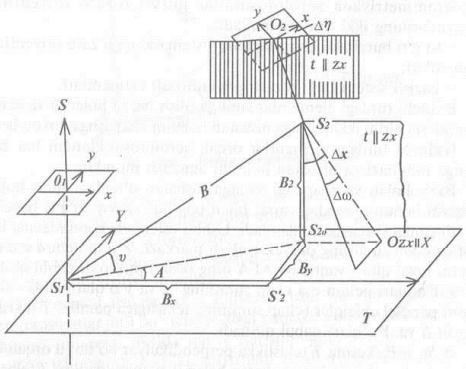
X o'qiga bazisning ortogonal proyeksiyasi – B_x kesmasi bazis holatini aniqlamasdan uning uzunligini tavsiflaydi, shuning uchun u o'zaro

oriyentirlash elementlariga kirmaydi. B_x, B_y va B_z oralarida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$B = \sqrt{B_X^2 + B_y^2 + B_z^2}. \qquad (4.2)$$

Shuning uchun suratlar bilan ishlashda bazis qaysi masshtabda o'rnatilgan bo'lsa, B_x, B_y va B_z qiymatlar o'sha masshtabda o'rnatiladi.

Masshtabda ifodalangan bazis b harf bilan belgilanadi, uning proyeksiyalari esa bx, by, bz.



*41- shakl. **Aerofotosuratlar juftini o'zaro oriyentirlash elementlari***

41- shakldagi 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'qini tekislikka ortogonal proyeksiyasi hisoblanadi. $\Delta\alpha$ va $\Delta\omega$ burchaklari chapdagi aerofotosuratni bosh optik o'qi holatidan o'ng aerofotosurat bosh optik o'qining chetlanishini yoki o'ng aerofotosuratni chapiga nisbatan og'ishini aniqlashga imkon beradi.

$\Delta\alpha$ aerofotosuratlar juftining o'zaro bo'ylama qiyalik burchagi deb aytiladi. U abssissa o'qi yo'nalishi bo'yicha o'ng aerofotosuratning chap aerofotosuratga nisbatan og'ishini ko'rsatadi.

Δw aerofotosuratlar juftining o'zaro ko'ndalang qiyalik burchagi deb ataladi. U ordinata o'qi yo'nalishida o'ng aerofotosuratning chapiga nisbatan og'ishini ko'rsatadi.

Δ_n – ikki aerofotosuratlarning o'zaro burilish burchagi bo'lib, o'ng aerofotosuratning abssissa o'qi va o'ng aerofotosuratning bosh nuqtasidan o'tuvchi va Z hamda X o'qlariga parallel Q tekislik bilan suratni kesadigan chiziq orasida tashkil topgan burchak hisoblanadi.

Ikki aerofotosuratlarning o'zaro oriyentirlash elementlari va ularning tashqi oriyentirlash elementlari orasida ma'lum bog'lanish mavjud. Planli aerofotosyomka uchun (aerofotosuratlarning qiyalik burchaklari kichik bo'lganda) ushbu bog'lanishni taxminiy formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= \alpha_{o'} - \alpha\ ; \\ \Delta w &= w_{o'} - w_{ch}; \\ \Delta\eta &= \eta_{o'} - n_2; \\ B_x &= Z_{So'} - Z_{Sch}; \\ B_y &= Y_{So'} - Y_{Sch}. \end{aligned}\right\} \qquad (4.3)$$

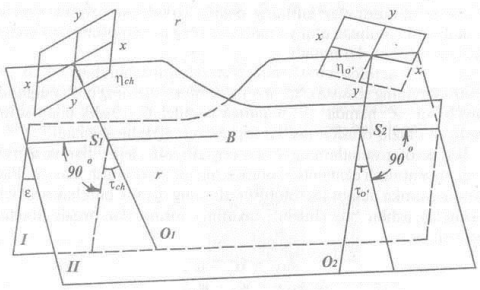
Marshrutdagi birinchi va barcha qo'shni aerofotosuratning tashqi oriyentirlash va o'zaro oriyentirlash elementlarini (4.3) formula bo'yicha hisoblash mumkin.

Bazis sistemadagi aerofotosuratlarning o'zaro oriyentirlash elementlariga beshta burchaklar kiradi: τ_{ch}, $\tau_{o'}$, ε, η_{ch} va $\eta_{o'}$ (42- shakl). Shaklda I va II bilan bosh bazis tekisliklari ko'rsatilgan. Bosh bazis tekisligi deb ushbu aerofotosurat uchun AFA ning bosh optik o'qi va suratga olish bazisida yotgan tekislikka aytiladi.

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

$\tau_{o'}$ – o'ng aerofotosurat bosh optik o'qini 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 hisoblanadi, chapga esa manfiy.

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



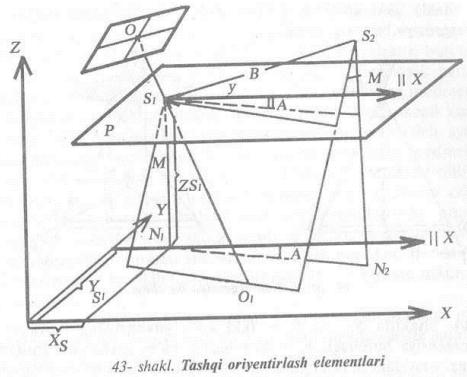
*42- shakl. **Bosh bazis tekisliklari***

Bazis sistemada aerofotosuratlarning o'zaro oriyentirlash elementlari va to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi orasida bog'lanish mavjud bo'lib, uni planli aerofotosyomkada keltirib chiqarilgan formulalar orqali ifodalash mumkin:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= \tau_{o'} - \tau_{ch} \\ \Delta w &= \varepsilon \\ \Delta\eta &= \eta_{o'} - \eta_{ch} \end{aligned}\right\}$$

Joyda tanlangan koordinatalar sistemasiga nisbatan aerofotosuratlar juftining holati tashqi oriyentirlash elementlari orqali aniqlanadi. Aerofotosuratlar juftining tashqi oriyentirlash elementlari o'zaro oriyentirlash elementlaridek ikki turdan iborat. Agar o'zaro oriyentirlash elementlari to'g'riburchakli koordinatalar sistemasida qo'llanadigan bo'lsa, unda aerofotosuratlar juftining tashqi oriyentirlash elementlariga birinchi aerofotosuratning tashqi oriyentirlash elementlari va suratga olish bazis qiymati kiradi, ya'ni X_{S1}, Y_{S1}, Z_{S1}, α_1, W, η, B_x (43- shakl).

Agar o'zaro oriyentirlash elementlari bazis sistemasida qo'llanadigan bo'lsa, unda aerofotosuratlar juftining tashqi oriyentirlash elementlariga X_{S1}, Y_{S1}, Z_{S1} – bazisning chap uchini koordinatalari, υ – gorizontal tekislikka nisbatan bazisning qiyalik burchagi, A – bazis



*43- shakl. **Tashqi oriyentirlash elementlari***

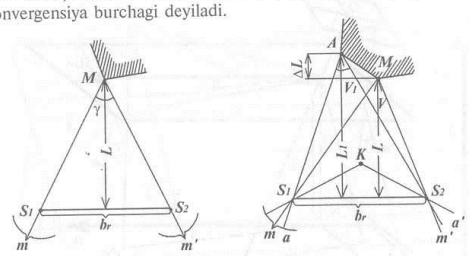
azimuti yoki X o'qidan bazisning chetlanish burchagi; μ – birinchi aerofotosuratning bosh bazis tekisligi va tik bazis tekisligi orasidagi burchak; B – suratga olish bazisning uzunligi (43- shakl) kiradi.

4.3. Stereoskopiya asoslari

Fotogrammetrik o'lchashlarda ko'rish (ko'z) katta rol o'ynaydi. Bir ko'z bilan qarashni monokulyar ko'rish deb ataladi. Monokulyar ko'rish ma'lum yechim qobiliyati yoki o'tkirlikka ega. Monokulyar ko'rishning o'tkirligi — bu ko'zni kuzatish obyektining batafsil, mayda elementlariga ajrata olish qobiliyati bilan ifodalanadi. Ko'zning o'tkirligi har xil kishilarda har xil bo'lib, har bir odamda yorug'lik, kontrastlik sharoitlari, predmetlar ranglari va ko'zning charchashiga qarab o'zgaradi. O'rtacha monokulyar ko'rish o'tkirligi 60° tashkil qiladi.

Ikki ko'z bilan qarashni binokulyar ko'rish deyiladi. Binokulyar ko'rishga monokulyar ko'rishning barcha xossalari tegishli bo'lib, ulardan tashqari u konvergensiya xossasiga ham ega. Konvergensiya xossasining mohiyati shundan iboratki, ikki ko'z bilan predmetni ko'rishda ko'z o'qlari ushbu predmetning bir nuqtasida uchrashadi

(44- shakl). Ikki ko'zning ko'rish o'qlari orqali topilgan burchak konvergensiya burchagi deyiladi.



44- shakl. ***Konvergensiya burchagi***

44- shaklda S_1 va S_2 – ikki ko'z gavharining markazi; γ konvergensiya burchagi; b_r – 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'r pardasida M nuqtaning tasviri. Ko'zning bazis qiymati har xil odamlarda har xil bo'lib, o'rtacha 65 mm ga teng.

Konvergensiya burchagi qiymati uncha katta bo'lmaganda ushbu burchak bilan ko'z bazisidan kuzatish nuqtasigacha bo'lgan masofa orasidagi bog'lanishni taxminiy formula orqali ifodalash mumkin

$$\gamma = \frac{b_k}{L}\rho \text{ yoki } L = \frac{b_k}{\gamma}\rho. \qquad (4.5)$$

Bu yerda – radian qiymati, gradus o'lchamida.

Binokulyar ko'rish stereoskopik xossaga ega, ya'ni predmetni ikki ko'z bilan qarash orqali predmetning relyefliligini va chuqurligini tasavvur qilish mumkin. Stereoskopik ko'rish qobiliyatini shunday tushunish mumkinki, ikki ko'z bilan relyefli predmetni kuzatishda ko'zning to'r pardasida fiziologik parallakslar hosil bo'ladi va uni kuzatuvchi sezadi.

Predmetning relyefliligini kuzatish qobiliyatiga stereoskopik ko'rish o'tkirligi deb aytiladi. Unda parallaktik burchaklarning minimal hajmliligi seziladi, ya'ni ko'zning to'r pardasida sezilarli fiziologik paralaks hosil bo'ladi. Stereoskopik ko'rishning o'tkirligi kuzatiladigan predmetlarning shakliga bog'liq.

Ma'lumki, kuzatiladigan nuqtalargacha masofaning ortishi bilan parallaktik burchaklarning qiymati kamayadi, masofa yetarlicha katta bo'lganda ular shunchalik kichik bo'ladiki, parallaktik burchaklar orasidagi farq $\Delta\nu_{min}$ dan katta bo'lmaydi va fiziologik parallaks sezilmaydi. Shuning uchun ikki ko'z bilan uzoqdagi predmetlarni stereoskopik kuzatishning imkoniyati deyarli yo'q. Stereoskopik kuzatish imkoniyati bo'lgan eng katta masofa stereoko'rish radiusi deb aytiladi. Qurollanmagan ko'z bilan 0,5 km gacha masofada predmetlarni stereoskopik kuzatish mumkin. Ko'z bazisini kattalashtirilib yoki stereoko'rish o'tkirligini oshirilib 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 boshqa uskunalarda qo'llaniladi.

Ikki fotosuratni ikki ko'z bilan kuzatishda suratlardagi mavjud bo'ylama parallakslarning farqi ko'z to'r pardasida fiziologik parallaksga aylanadi va biz predmet relyefligini tasavvur qilamiz.

Ikkita fotosuratni ko'rishda predmet relyefliligini ko'z bilan tasavvur qilish – stereoskopik yoki stereoeffekt deb ataladi. Ikki fotosuratlarni kuzatishda hosil bo'ladigan predmetning relyefli tasviri stereoskopik model yoki stereomodel deb aytiladi.

Fotosuratlar bo'yicha stereoeffektni hosil qilish uchun quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

1) ikkita har xil nuqtalardan yoki bazisning ikki uchlaridan olingan predmetning ikkita ketma-ket fotosurati, ya'ni stereojuftning mavjudligi;

2) ikki ko'z bilan fotosuratlarni shunday kuzatish kerakki, har bir ko'z faqat ikki suratdan birini alohida ko'rsin;

3) fotosuratlar turli masshtabliligining 11 % dan katta bo'lmasligini ta'minlash (turli masshtablilik katta bo'lganda, stereoeffekt qiyinchilik bilan hosil qilinadi, turli masshstablik 15 % dan katta bo'lganda esa stereoeffekt yo'q);

4) fotosuratlar rangi minimal turda bo'lishi kerak, chunki u stereoeffektni hosil qilishni qiyinlashtiradi;

5) suratlarni bir xil yorug'lik bilan ta'minlash kerak, buning uchun syomka paytida quyosh qaysi tomonda bo'lsa, yorug'lik manbasini o'sha tomondan joylashtirish kerak, chunki bu stereoeffekt hosil qilishni osonlashtiradi.

Suratlar bo'yicha to'g'ri, teskari va nolli stereoeffektlarni kuzatish mumkin.

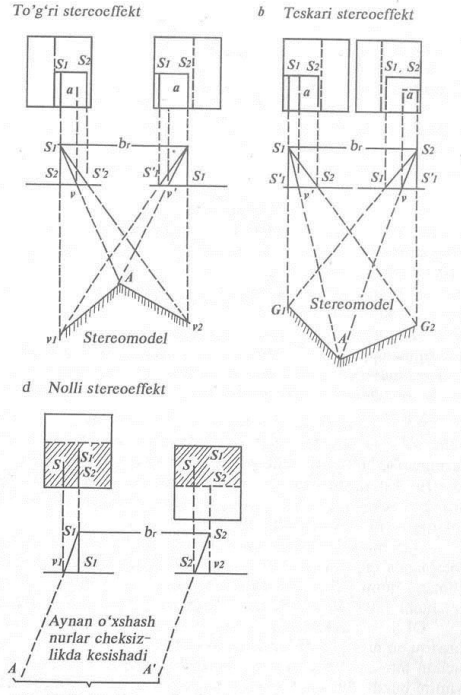
To'g'ri stereoeffektni hosil qilish uchun suratlarni shunday joylashtirish kerakki, ularni qoplanish zonalari suratlarning ichki chetlarida bo'lsin va boshlang'ich yo'nalishi ko'z bazisiga taxminan parallel bo'lgan to'g'ri chiziqda yotsin (45- *a* shakl). To'g'ri stereoeffektda stereomodelning relyefi joydagi relyefga to'g'ri keladi. Teskari stereoeffektni hosil qilish uchun suratlar shunday joylashtiriladiki, qoplashlar suratlarning tashqi chetlarida bo'lsin, boshlang'ich yo'nalishi esa ko'z bazisiga parallel, to'g'ri chiziqda yotsin (45- b shakl).

Teskari stereoeffektda stereomodelning relyefi joydagi relyefga teskari tarzda qabul qilinadi, ya'ni tepalik – chuqurlik, chuqurlik esa tepalik bo'lib ko'rinadi. Nolli stereoeffektni hosil qilish uchun suratlar shunday joylashtiriladiki, boshlang'ich yo'nalishlar ko'z bazisiga perpendikulyar bo'lsin, ikki suratdagi aynan bir xil nuqtalarni birlashtiruvchi chiziqlar esa unga taxminan parallel bo'lsin (45- *d* shakl). Nolli stereoeffektda ikkala suratlarning tasviri bir xil deb tasavvur qilinadi, shuning uchun stereomodel tekis bo'ladi.

Fotosuratlar bo'yicha stereoeffektni hosil qilishning asosiy sharti ularni alohida-alohida kuzatish hisoblanadi, shunda har bir ko'z ikki suratlardan faqat birini ko'radi. Suratlarni stereoskopik kuzatishni osonlashtirish uchun optik binokulyar kuzatish sistemalari yoki anaglifik, polyaroidli hamda rasmli usullar qo'llaniladi.

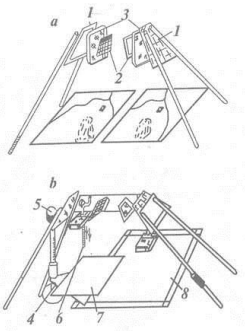
Stereofotogrammetrik asboblarda ko'pincha optik binokulyarli kuzatish sistemalari yordamida fotosuratlar kuzatiladi. Bunday sistemalarda qo'llaniladigan oynalar, linzalar va prizmalar shunday o'rnatilganki, kuzatuvchining har bir ko'zi ikkita suratdan birining tasvirini ko'rishi mumkin. Turli fotogrammetrik asboblarda tuzilishi bo'yicha turli stereoskopik kuzatish sistemalari qo'llaniladi. Fotogrammetriya va geodeziyada eng ko'p tarqalgan usul — bu optik usul bo'lib, u stereoskop asbobda tatbiq qilingan. Stereoskopning optik sistemasi fotosuratdagi tasvirni kuzatuvchining ko'ziga moslab yo'naltiradi.

Stereoskop – fotosuratlarni stereoskopik kuzatish uchun mo'ljallangan asbobdir. Stereoskoplar aerofotosuratlarni deshifrirlashda, geodezik asosni zichlash jarayonida aerofotosuratlarda nuqtalarni tanlashda ham qo'llaniladi. Stereoskop orqali aerofotosuratlarda relyefni chizish mumkin, buning uchun ularda yetarli miqdorda nuqtalar olinib, balandligi topilgan bo'lishi kerak. Stereoskoplar turli tuzilishda bo'lib,



45- shakl. ***Aerofotosuratlar bo'yicha stereoeffektni hosil qilish***

eng keng tarqalgani OLS–1 (ЛЗС–1) va OLS–2 (ЛЗС–2) hisoblanadi (46- shakl).



46- shakl. ***Oynali-linzali stereoskoplar:***
a – OLS – 1; b – OLS – 2 (DS – 180); 1– katta oynalar; 2 – kichik oynalar; 3 – linzalar; 4 – aerofotosurat uchun taglik; 5 – taglikning vertikal vinti; 6 – fokuslash uchun vertikal usti; 7 – fotosurat; 8 – fotoplan.

OLS – 1 oynali-linzali stereoskop (46- *a* shakl) 4 ta oynadan (2 ta katta va 2 ta mayda), ular ko'riladigan fotosuratlarning tekisligiga taxminan 45° burchak ostida joylashgan va 2 ta linzadan iborat. Linzalar tasvirni kattalashtiradi va stereoeffektni kuzatish vaqtida ko'zning konvergensiyasi (ko'rish o'qlarning burilishi) va akkomodatsiyasi (tasvirni fokuslash) ni muvofiqlashtiradi.

Turli masshtabli fototasvirni ko'rish uchun (masalan, fotosurat va fotoplanda relyefni ko'chirishda) oynali-linzali stereoskop – OLS – 2 (hozirgi nomi DS – 180 dala stereoskopi) qo'llaniladi. Ushbu asbob o'lchami 180×180 mm fotosuratlarga mo'ljallangan (46- *b* shakl).

OLS – 2 asboblarda linzalarni almashtrish mumkin, bu esa ikki tasvirni bir masshtabda ko'rishga imkon beradi. Masshtabni o'zgartirish uchun fotosuratlar uchun maxsus taglik mavjud bo'lib, uning vertikal vintini burab, fotosurat asbobga yaqinlashtiriladi yoki uzoqlashtiriladi. Ko'riladigan tasvirning turli masshtablik koeffitsiyenti 0,7 dan 2,3 gacha oraliqda bo'lishi mumkin. Asbobga linzalar to'plami qo'shilgan bo'ladi.

Stereoskop yordamida stereoeffektni hosil qilish uchun aerofotosuratlar juftini stereoskopni katta oynalar ostiga shunday joylashtirish

kerakki, ularning qoplaniladigan qismi bir-biriga yo'naltirilgan bo'lsin. Suratlar shunday buriladiki, ularning bazislari kuzatuvchining ko'z bazisiga taxminan parallel bo'lsin. Keyin suratlar abssissa va ordinata o'qlari bo'yicha aynan bir xil konturlar bir-biriga ustma-ust tushgunga qadar siljitiladi. Shunda kuzatuvchi hajmli tasvirni ko'radi.

Bundan tashqari stereoeffektni hosil qilishda anaglifik va polyaroid usullardan ham foydalanib kelinmoqda. Anaglifik usulda stereojuftning tasviri teskari ranglarda bo'yaladi va maxsus turli rangli ko'zoynaklar orqali kuzatiladi. Polyaroid usulida esa silliq alyuminli ekranga tasvir yorug'likni teskari polyarizatsiyalaydigan polyaroidlar orqali proyeksiyalanadi va tasvir teskari polyaroidli ko'zoynaklar orqali kuzatiladi.

Piket nuqtalarning balandliklari bo'yicha aerofotosuratlarda relyefni chizish. Relyefni chizish uchun avval har bir ikkinchi aerofotosuratlarda foydali maydonning chegarasi o'tkaziladi. Buning uchun uchlamchi (troynoy) bo'ylama va ko'ndalang qoplanishlarning o'rtasida konturli nuqtalar tanlanadi va ular to'g'ri chiziqlar bilan tutashtiriladi. Piketli nuqtalar qolgan fotosuratlarga ham tushiriladi. Bunda nuqtalar relyefning xarakterli joylarida tanlanishi kerak (tepaliklarning uchida, tizmatog'lar bo'ylab, soylar bo'ylab va qiyaliklarning burilishlarida) va ularning balandliklari geodezik yoki fotogrammetrik usullarda aniqlanishi mumkin. Piketlarning umumiy soni toza asosda (masalan, menzula yoki taxeometrik syomkada) ishlashga qaraganda ancha kam bo'lishi mumkin.

Stereoeffektni hosil qilishdan keyin joy relyefi shakllari va ushbu shakllarga piketlar balandligining muvofiqligi sinchiklab o'rganiladi (masalan, kuzatilayotgan ko'tarilish nuqtalar balandligining oshib borishiga mos kelishi kerak). Ushbu muvofiqlikka erishish uchun aerofotosuratlarni o'z tekisliklarida ozgina burish mumkin. Barcha orografik chiziqlar – tizmalar (suvayrig'ichlar) va talveglar punktir chiziqlari bilan ko'rsatiladi, ya'ni relyefning skeleti belgilanadi.

Nomlangan chiziqlar bo'ylab gorizontallarning shakllari belgilanadi. Gorizontallar piketlar orasida avval skelet chizig'i bo'ylab interpolyatsiyalanadi, keyin esa teng o'lchamli qiyaliklar bo'yicha piketlar orasida interpolyatsiyalanadi. Hosil qilingan gorizontallar uchastkasi qalamda relyef shakliga to'liq moslab ravon egri chiziq bilan tutashtiriladi. Avval to'liq stereojuft relyefi bo'yicha eng xarakterli bo'lgan bir nechta gorizontallar o'tkazish tavsiya etiladi, keyin esa barcha qolgan gorizontallar o'tkazilib, kerak bo'lganda piketlar balandligi va relyef shakliga muvofiq oldin o'tkazilgan gorizontallar to'g'rilanadi. Ish relyefni

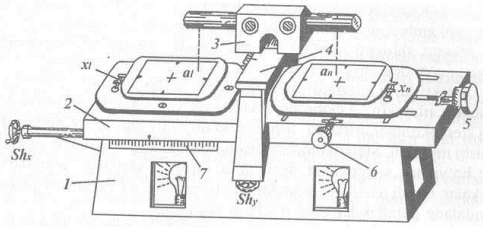
chizishda qo'llanilmagan balandligi ma'lum maxsus nazorat nuqtalari bo'yicha nazorat qilinadi. Shunda balandligi ma'lum nuqtalari va o'tkazilgan gorizontallar bo'yicha hosil qilingan balandliklar orasidagi farq relyef kesimi balandligining 2/3 qismidan ko'p bo'lmasligi kerak. Ikkinchi nazorat sifatida stereojuftlar orasida o'tkazilgan gorizontallar to'plami xizmat qiladi.

Ikkinchi stereojuftni chizish uchun o'ng tomondagi surat 180° ga burilib, chapdan piketlari bilan keyingi surat 180° ga burib joylashtiriladi. Joy relyefini tasvirlaydigan gorizontallar to'plami barcha stereojuftliklarni qalamda ishlab chiqilgandan so'ng tuziladi. Buning uchun qo'shni chizilgan fotosuratlarni stereoskop ostiga joylashtiriladi (bitta marshrutda bittadan keyin yoki qo'shni suratlar marshrutlar orasida) va stereoeffekt hosil qilinadi. Bir xil gorizontallar qo'shni fotosuratlar foydali maydonni chegarasini qat'iyan bir joyda kesib o'tishiga ishonch hosil qilish kerak. Agar farq kesim balandligining 2/3 dan ko'p bo'lmasa, har bir suratda gorizontallar ushbu farqning yarmi qiymatiga surish bilan tuzatiladi. Relyefni to'g'ri tasvirlab bo'lgandan keyin gorizontallar tushda chiziladi.

Piketlar bo'yicha relyefni chizish mayda masshtabli xaritalarni tuzishda, kichik uchastkalarda xaritalarni yangilashda hamda fotoplanda kombinatsiyalashgan syomkani bajarishda (noqulay ob-havo sharoitlarida dalada piket nuqtalari olingan bo'lib, gorizontallar esa kameral sharoitda o'tkaziladigan bo'lsa) qo'llash mumkin.

4.4. Stereokomparatorlar

Stereokomparator – bu yuqori aniqlikdagi stereofotogrammetrik asbob bo'lib, u nuqtalarning *x*, *y* koordinatalari, bo'ylama va ko'ndalang parallakslar hamda bo'ylama parallakslar farqi Δp ni fotosuratlarda o'lchash uchun mo'ljallangan. Stereokomparator (47- shakl) og'ir qo'zg'almas asosdan iborat bo'lib, unda asbobning qolgan qismlari joylashtirilgan. Asosning ichida yoritgich lampalar joylashgan. Asbobning asosi (1) da asosiy karetka (2) o'rnatilgan va uni relslarning yo'nalishi bo'yicha Sh_x dastagi (shturvali) yordamida yurgizish mumkin. Asosiy karetkaning yurgizish yo'nalishi asbobning abssissa o'qi deb qabul qilinadi. Asosiy karetkaning yurgizish qiymati *x* abssissaning shkalasi bo'yicha aniqlanadi. Asosiy karetkada chap va o'ng tomonda (3) va (4) qo'shimcha karetkalar joylashtirilgan. Ushbu karetkalar fotosuratlari bilan shishali kassetalar uchun mo'ljallangan.



47- shakl. ***Stereokomparator***

Chap karetka asosiy karetkaning yo'naltirgichlariga parallel qilib o'rnatilgan va uni mahkamlovchi vintini oldindan bo'shatib, abssissa o'qining yo'nalishi bo'yicha yurgizish mumkin. Ushbu yurgizish o'lchashni boshlashdan oldin kassetalar orasida kerakli masofani o'rnatish uchun qo'llaniladi va asosiy karetkada chap karetka mahkamlanadi. O'ng tomondan karetka o'zaro perpendikulyar yo'naltirgichlarda o'rnatilgan bo'lib, uni asosiy karetkaning abssissa va ordinata o'qlari bo'ylab (5) va (6) maxsus vintlar yordamida yurgizish mumkin. Abssissa o'qi bo'ylab karetkani yurgizadigan (5) vint bo'ylama parallakslar vinti deb aytiladi. Ordinata o'qi bo'ylab karetkani yurgizadigan (6) vint ko'ndalang parallaks vinti deb nomlanadi.

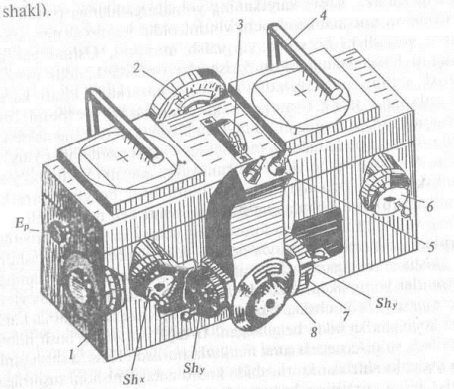
Chap va o'ng karetkalarda fotosuratlar uchun kassetalar o'rnatilgan va ularning har birining o'rtasida negativ yoki diapozitivni joylashtirish uchun shisha o'rnatilgan bo'lib, kassetalar tagida o'rnatilgan lampalar orqali suratlar yorug'likda kuzatiladi. Har bir kassetani maxsus vintlar orqali o'z tekisligida burchakka burash mumkin. Kasseta shishasida burash markazi xoch strelka bilan belgilangan. U bilan suratning bosh nuqtasi birlashtiriladi, ya'ni kassetada surat markazlashtiriladi. Kasseta shishasining chetida ingichka shtrixlar ko'rinishida koordinatalar nishoni tushirilgan. Agar ular bilan suratning koordinatalar nishoni birlashtirilsa, unda suratning bosh nuqtasi kassetaning burish markazi bilan mos tushadi. Kassetalar ustida kuzatish sistemaning obyektivlari (3) o'rnatilgan.

Kuzatish sistemasi obyektivlar, okulyarlar va prizmalardan iborat bo'lib, binokulyar mikroskopni anglatadi. Unda nuqtali markalar o'rnatilgan va ular yordamida kuzatilayotgan stereomodelning nuqtalari

vizirlanadi. Kuzatish sistemasining okulyar qismi asbobning asosida turg'un qilib mahkamlangan, obyektivlari esa yo'naltirgichlarga o'rnatilgan bo'lib, ular maxsus shturval (dastag) Sh_y yordamida yurgiziladi. Asbobning ordinata o'qi deb obyektivni yurgizish yo'nalishi qabul qilingan.

Obyektivlarni yurgizish qiymatini ordinatalar shkalasi Y bo'yicha hisoblash mumkin. Asbobning shkalasi bo'yicha sanoq olish aniqligi turli stereokomparatorlarda turlicha bo'lib, 0,01 dan 0,001 mm gacha bo'lishi mumkin. Stereokomparatorning kassetalariga suratlar o'rnatilib, ular bo'yicha stereoeffekt hosil qilib, stereomodelning nuqtalarini markalar orqali vizirlab, nuqtalar koordinatalari va bo'ylama hamda ko'ndalang parallakslarlarini o'lchash mumkin.

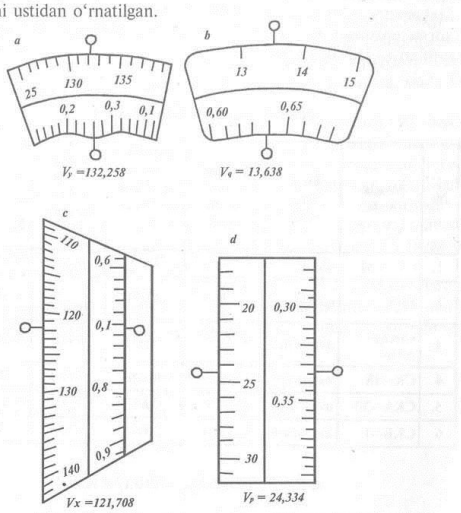
Ishlab chiqarishda «Karl Seys» firmasi (Germaniya) tomonidan chiqarilgan hozirgi paytda 1818 stereokomparatori keng qo'llanilmoqda (48- shakl).



48- shakl. ***1818 stereokomparatori (Steko1818):***
Sh_y – ordinata shturvali; Sh_x – abssissaning umumiy karetkasining shturvali; E_R – chap karetkaning surish vinti; 1- abssissaning hisoblagichi; 2–3 – bo'ylama parallakslar hisoblagichi; 4 – yoritgich; 5 – optik sistemasining okulyari; 6 – bo'ylama parallakslar shturvali; 7 – ko'ndalang parallakslar shturvali; 8 – ordinatalar hisoblagichi

Ushbu stereokomparatorning konstruktiv farqi shundan iboratki, ularda yorug'lik lampalari tepada joylashgan. Optik sistemasi esa pastda. Barcha sanoq olish moslamalari yopilgan, vernerlar va mikrometr vintlari esa doiraviy shkalali hisoblagichlar bilan almashilgan. O'ng tomondagi fotosuratni ko'ndalang parallaks qiymatiga yurgizish o'ng markaning yurgizish bilan almashtirilgan. Kuzatish hisoblagichlar ko'rinishi 49- *e* shaklda ko'rsatilgan. Barcha doiraviy hisoblagichlar 2 ta shkalalar va 2 ta indekslar (biri yaxlit millimetrlar shkalasi, ikkinchisi esa millimetr bo'laklari)dan iborat.

Kuzatish sistemasi tasvirni 8 marotaba kattalashtirib ko'rsatadi. Vizirlashni qulaylashtirishda har bir ko'z uchun ikki nuqtali markalar bir-birini ustidan o'rnatilgan.



49- shakl. ***1818 stereokomparatorning hisoblagichlari va sanoqlar tizimi:***
a–ordinata shkalasi bo'yicha; b–ko'ndalang parallakslar shkalasi bo'yicha; d–abssissa shkalasi bo'yicha; e–bo'ylama parallakslar shkalasi bo'yicha

Oxirgi yillarda stereokomparatorlar analitik usulda aerofotosuratlar bo'yicha geodezik asoslarni zichlashda keng qo'llanilmoqda. Ushbu zichlashtirish usulida aerofotosuratlar bo'yicha o'lchashlar stereokomparator yordamida bajariladi, keyin esa o'lchashlar natijasi bo'yicha joydagi nuqtalar koordinatalari EHM orqali hisoblanadi.

Ushbu usulning rivojlanishi o'lchash jarayonini maksimal avtomatlashtirish va yuqori aniqligi stereokomparatorlarni yaratish zaruriyatini taqozo etdi. Shuning uchun keyingi yillarda qator davlatlar tomonidan yuqori aniqlikdagi avtomatlashtirilgan stereokomparatorlar ishlab chiqildi. Ularga СКВ-1, СКА-18, СКА-30 (Rossiya), «Stekometr» (Germaniya), COM (Fransiya), «Rekording» (Angliya) kabi stereokomparatorlar kiradi. Ushbu stereokomparatorlarning texnik tavsiflari 6- jadvalda keltirilgan.

6- jadval

Stereokomparatorlarning tavsiflari

№	Nomla-nishi	Ro'y-xatga olish	Tizimni kattalash-tirish, karra	Koordina-talarni hisoblash aniqligi, mm	Parallaks-larni hisoblash aniqligi, mm	O'lchash aniqligi mm	
						X, Y	P, Q
1.	СК, СМ	qo'lda	4	0,02	0,002	0,02	0,02
2.	1818	qo'lda	8	0,004	P=0,001 Q=0,002	0,01	0,01
3.	«Steko-metr»	avtomatik	6; 9; 12; 18	0,002	0,002	0,002	0,002
4.	СК–18	avtomatik	5–20	0,001	0,001	0,001	0,001
5.	СКА–30	avtomatik	6–18	0,002	0,002	0,002	0,002
6.	СКБ–1	avtomatik	8; 16; 20	0,001	0,001	0,001	0,001

4.5. Stereokomparatorda ishlash

Stereokomparatorda, asosan, ikkita ish turi bajariladi:
– koordinata belgilari bo'yicha oriyentirlashda koordinatalar va parallakslarni o'lchash;

– boshlang'ich yo'nalishlar bo'yicha suratlarni oriyentirlashda o'zaro oriyentirlash elementlarini aniqlash uchun ko'ndalang parallakslarni o'lchash.

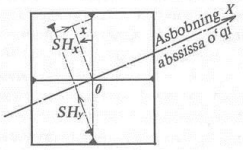
Ushbu ishlar quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi: fotosuratlarni markazlashtirish; oriyentirlash; o'lchash.

Analitik usulda geodezik asosni fotogrammetrik (fototeodolit) syomkasini analitik ishlab chiqish uchun fotosuratlarda nuqtalar koordinatalari va parallakslari o'lchanadi. Buning uchun koordinata belgilari bo'yicha har bir fotosurat alohida markazlashtiriladi va oriyentirlanadi. Bu jarayon shishali diapozitiv yoki negativlar bo'yicha bajariladi.

Optik sistema orqali kuzatib, diapozitivlar markazlashtiriladi va kassetaning shishasi bo'yicha diapozitivni surish orqali diapozitivni 4 ta koordinata belgilarini kassetaning koordinata shtrixlari bilan birlashtirishiga erishadi. Agar kassetalar ajratiladigan bo'lsa, unda bu jarayon lupa yordamida svetostolda bajariladi.

Koordinata belgilari bo'yicha oriyentirlashni bajarishda (50- shakl) , avval marka yaqinidagi koordinata belgisi (shartli ravishda «quyi» deb nomlash mumkin) bilan birlashtiriladi. Keyin faqat Sh_x shturvalini burash orqali markani qarama-qarshisidagi koordinata belgisiga o'tkaziladi. Markaning belgi bilan birlashmasligi Sh_x shturvali bilan yarmiga va qolgan yarmini esa kassetani x burchakka burash orqali bartaraf qilinadi. Ushbu jarayon bir necha marta takrorlanadi. Ikkinchi diapozitiv (negativ) ni oriyentirlab bo'lgandan keyin o'lchashga o'tiladi.

Nuqtalar oldindan har bir stereojuftdagi ikkita deopozitivlardan bittasiga tushirilgan bo'lishi kerak. Sh_x va Sh_y shturvallar orqali marka nuqtaga keltiriladi. Keyin ushbu joyda bo'ylama va ko'ndalang

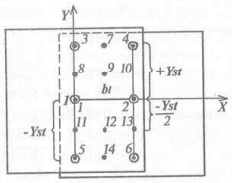


50- shakl. ***Ordinata o'qi bo'yicha koordinata belgisi orqali aerofotosuratlarni oriyentirlash***

parallakslar vintlari orqali ikkita diapozitivlardagi bir xil konturlarni birlashtirishga erishiladi.

Stereoeffektni hosil qilgach ko'rinadigan ko'ndalang parallaks – ko'ndalang parallaks vintlari, bo'ylama ikkilanishi esa bo'ylama parallakslar vintlari orqali bartaraf etiladi. Markani nuqtaga yakuniy keltirishi Sh_x va Sh_y shturvallari, markani nuqtaga tegishi esa P bo'ylama parallaks vintlari orqali bajariladi. Bundan keyin 4 ta sanoq nuqtaning x va y koordinatalari, bo'ylama p va ko'ndalang q parallakslar olinadi. Bunda shkalalarning nol o'rni nolga teng bo'lishi kerak, aks holda quyidagi V_x; V_y; V_p; V_q to'liq sanoqlar olinadi. Shu tarzda barcha qolgan nuqtalarda ham koordinatalar va parallakslar o'lchanadi.

Koordinatalari oldindan ma'lum standart joylashgan nuqtalar uchun (51- shaklda 1–6 nuqtalar) o'zaro oriyentirlash elementlarini hisoblash formulalari hosil qilinadi. Shunda suratdagi bazis chizig'i yoki ushbu suratning bosh nuqtasidan qo'shni bosh nuqtaning tasviriga bo'lgan yo'nalish boshlang'ich yo'nalish bo'lib hisoblanadi.



51- shakl. ***Nuqtalarning standartli joylashish sxemasi***

Ish 1- nuqtadan boshlanadi. Unda Sh_x shturval va P bo'ylama parallakslar vintlari yordamida marka nuqtaga tegishiga erishiladi va V_{x1}; V_{y1}; V_{q1} sanoqlar olinadi. Keyin aynan shu jarayon 2- nuqtada bajariladi va V_{x2}; V_{y2}; V_{q2} sanoqlar olinadi. V_{x1} va V_{x2} sanoqlar bo'yicha bazis hisoblanadi: $v_{sur} = V_{x1} - V_{x2}$. Shunda V_{y2} sanoq Vy_1 sanoqqa, Vq_2 esa Vq_1 sanoqqa asbob aniqligi doirasida teng bo'lishlari kerak.

3 chi nuqtani topish uchun 1 va 2 nuqtalarda Y shkalasi bo'yicha hosil qilingan sanoqqa Y_{st} standartli ordinata qiymatining qo'shish kerak. 1- nuqtada ishni tugagach Sh_y shturvalini shu holatigacha buriladiki, qachonki Y shkalasida $V_{y1} + Y_{st}$ qo'shilma hosil bo'lsin va shu joy 3 nuqtaning o'rni bo'ladi. Unda ko'ndalang parallakslar vintlari orqali

ko'ndalang parallakslar bartaraf etiladi (oldin konturlar uchun, stereoeffektni hosil qilib bo'lgandan keyin esa markalar uchun). Bo'ylama parallakslar vintlari yordamida markani tegishiga erishiladi. Ko'ndalang parallakslar vintlari bo'yicha V_{q3} sanoq olinadi. Aynan shu tarzda qolgan nuqtalar ham topiladi va ularda ko'ndalang parallakslar o'lchanadi. 5- va 6- nuqtalar uchun Y_{st} manfiy qiymatga ega.

Ko'ndalang parallakslar vint bo'yicha hosil qilingan sanoqlarda ushbu vintning nol o'rni qiymati ham qo'shilgan bo'ladi, shuning uchun 3-, 4-, 5- va 6- nuqtalarda olingan sanoqlardan 1- va 2- nuqtalarda olingan sanoqlar ayrilib, nuqtalarning ko'ndalang parallakslari topiladi.

$$q_i = V_{Qi} - V_{Q'} \tag{4.6}$$

Topilgan qiymatlar bo'yicha Q_1, Q_2, Q_3 qiymatlar quyidagicha aniqlanadi:

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= q_4 - q_6;\ Q'_3 = q_4 + q_6 \\ Q_2 &= q_3 - q_5;\ Q''_3 = q_3 + q_5 \end{aligned}\right\} \tag{4.7}$$

O'lchash va hisoblashlar nazorati bo'lib, $Q''_3 = Q'_3$ tengligi asos bo'ladi.

Keyin quyidagi formulalar bo'yicha o'zaro oriyentirlash elementlari hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} Q_3 &= \frac{Q'_3 - Q''_3}{2};\ \tau_r = -\frac{q_4 + q_6}{2bY_{CT}} \\ Q_2 &= -\frac{f\rho}{2bY_{CT}}Q_2;\ \varepsilon = -\frac{f\rho}{2bY_{CT}}Q_3 \end{aligned}\right\} \tag{4.8}$$

Bu yerda: f –aerofotoapparatning fokus masofasi, $\rho = 3438'$.

Ish ikki qabulda bajariladi. Ikkinchi qabulda Y_{st} ning boshqa qiymatidan foydalaniladi. Turli qabullarda hosil qilingan o'zaro oriyentirlash elementlari orasidagi farq:

f=70 mm bo'lganda 1' dan; f=100 mm da 1.5'; f=140 mm da 2'; f=200 mm bo'lganda esa 4' oshmasligi kerak.

O'zaro stereokomparatorning vintlari va shkalalari bo'yicha sanoqlar variantlari 7- jadvalda keltirilgan. 8- jadvalda esa 7- jadvalda keltirilgan 1- misolning yechimi keltirilgan.

7- jadval

Mustaqil hisoblashlar uchun misollar

№	Sanoqlar, mm									
	2	4	6	1	3	5	V_{x1}	V_{x2}	Y_{CT}	f
1	15,08	15,33	15,52	15,08	15,24	15,56	105,00	35,00	60	70
2	12,35	12,40	12,13	12,33	12,31	12,10	97,40	30,00	60	100
3	18,58	18,33	18,44	18,60	18,42	18,37	95,60	32,60	70	100
4	21,31	22,03	21,22	21,31	22,12	21,07	90,80	86,40	60	100
5	19,16	19,33	19,74	15,18	19,12	19,95	98,70	32,00	65	140
6	8,20	7,39	8,22	8,18	6,56	9,03	158,40	82,00	70	69

8- jadval

Stereokomparator o'lchashlarni bajarish jurnali

Boshlang'ich qiymatlar	Nuqta	Sanoq V_Q, mm	Ko'ndalang parallaks q, mm	Q qiymati mm	O'zaro oriyentirlash elementlari
V_{x1}=105,00	2	15,08	00,00	Q_1=-0,19	τ_r =+5',4
V_{x2}=35,00	4	15,33	+0,25	Q_2=-0,32	$\tau_{o'}$ =+9',2
Y_{CT}=60,00	6	15,52	0,44		
f=70	1	15,08	00,00	Q'_3=+0,69	
	3	15,25	+0,16	Q''_3=0,64	ε =–22',2
$b_{sur}=V_{x1}-V_{x2}$=70 mm	5	15,56	+0,48	Q_3=+0,66	

V BOB. GEODEZIK ASOSNI FOTOGRAMMETRIK USULLARDA ZICHLASH TO'G'RISIDA TUSHUNCHA

5.1. Geodezik asosni fotogrammetrik zichlash usullari

Geodezik asosni fotogrammetrik usullarda zichlash topografik xarita va planlarni tuzishda tayanch sifatida qo'llanadigan nuqtalar koordinatalarini aerofotosuratlar bo'yicha aniqlashga imkon beradi.

Zichlash usullari bir nechta stereojuftlardan iborat joyning modelini tuzish va uni o'lchashga asoslangan. Shuningdek, nuqtalar koordinatalarini aniqlash uchun quyidagi fotogrammetrik tarmoqlar tuziladi: planli, fazoviy va balandlik.

Planli tarmoqlar bo'yicha nuqtaning planli o'rni, ya'ni ularni x va y koordinatalari aniqlanadi. Fazoviy tarmoqlar bo'yicha nuqtalarning fazoviy o'rni, ya'ni ularni x, y va z koordinatalari aniqlanadi.

Balandlik tarmoqlar esa nuqta o'rnini faqat balandlik bo'yicha, ya'ni faqat uning z koordinatasini aniqlashga imkon beradi.

Tarmoqlar shuncha geodezik asos nuqtalariga tayanishi kerakki, ular miqdori geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan aerofotosuratlarni oriyentirlashga va kerakli aniqlikda topiladigan nuqtalar koordinatalarini topish imkonini bersin.

Geodezik asoslarni fotogrammetrik zichlashning turli usullari mavjud.

I. Planli va balandlik asoslarni birgalikda zichlash.

Bunga fazoviy triangulyatsiyaning quyidagi usullari kiradi:

1) universal asboblarda fazoviy triangulyatsiya (analogli usul);
2) analitik fototriangulyatsiya;
3) differensirlash usuli (ЦНИИГАиК usuli);
4) model o'zgarmaslik usuli.

II. Planli asosni zichlash usuli:

1) grafik fototriangulyatsiya;
2) fotopoligonometriya.

III. Balandlik asosni zichlash usuli:

1) to'g'ri chiziq usuli;

2) stereometrda davom ettirish usuli.

Hozirgi paytda aerogeodezik ishlab chiqarishda asosan universal asboblarda fazoviy fototriangulyatsiya usuli va EHM dan foydalanish bilan bog'liq analitik usuli qo'llaniladi.

5.2. Planli fototriangulyatsiya

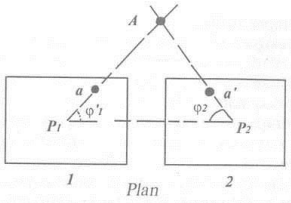
Planli fototriangulyatsiya – bu planli geodezik asosni kameral usulda zichlash hisoblanib, aerofotosuratlar yordamida bajariladi. Aerofotosuratlarda ma'lum miqdordagi tayanch nuqtalar bo'lsa, planli fototriangulyatsiya yordamida har qanday miqdorda nuqtalarning planli o'rnini aniqlash mumkin. Ushbu nuqtalar keyinchalik aerofotosuratlarni transformatsiyalash uchun qo'llaniladi va shuning uchun ular transformatsion nuqtalar deb nomlanadi.

Planli fototriangulyatsiyani tuzish prinsipi shundan iboratki, nuqtalar o'rni aerofotosurat bo'yicha tuzilgan kesishtirishlar yordamida aniqlanadi. Bunda joy relyefi ta'sirida burchak xatoliklari kuzatilmaydigan nadir nuqtalarning xususiyatidan va aerofotosuratlar qiyalik burchagi ta'sirida yuzaga keladigan nol xatoli nuqtalardan foydalaniladi.

Bundan tashqari nol xatoli nuqtalar ham qo'llaniladi, chunki ularda ham aerofotosurat qiyaligi hisobiga burchaklar qiymati o'zgarmaydi. Agar ikki ketma-ket 1 va 2 planli aerofotosuratlarda (52- shakl) n_1 va n_2 nadir nuqtalarini topib, ulardan ushbu suratlarda tasvirlangan qandaydir a va a_1 nuqtalarga yo'nalishlar o'tkazilsa, unda suratlarda φ_1 va φ_2 burchaklar hosil bo'ladi.

Ushbu burchaklarni xatosiz deb hisoblash mumkin, chunki nadir nuqtasida relyef hamda aerofotosurat qiyaligi uchun xatolik juda kichik (ahamiyatsiz); planli aerofotosuratda nadir nuqtaning o'rni nol xatoli nuqtasiga yaqin joylashgan. Ushbu burchaklar yordamida planda kesishtirishlar tuzish va A nuqtaning o'rnini aniqlash mumkin, lekin nadir nuqtaning planli o'rni ma'lum emas, shuning uchun aerofotosuratlarda o'zaro bog'langan kesishtirishlar tarmog'i va unga planli tayanch nuqtalar hosil qilinadi. Keyin tayanch nuqtalar bo'yicha planda kesishtirishlar tarmog'i oriyentirlanadi va tarmoqdagi barcha nuqtalarning planli o'rni aniqlanadi. .

Nadir nuqtalarni fotosuratlarda topish qiyin bo'lganligi uchun nisbatan tekis joylardagi fotosuratlar bilan ishlashda suratlarning bosh nuqtalari yoki ishchi markazlardan iborat tarmoqlar tuziladi.



52- shakl. ***Planli fototriangulyatsiyani tuzish***

Ishchi markaz deb, minimal burchak xatosi zonasida tanlangan konturli nuqtaga aytiladi. Suratlarning bosh nuqtalari yoki ishchi markazlarida tuzilgan burchaklar uncha katta xatolarga ega bo'lmaydi, chunki planli aerofotosuratlarda bu nuqtalar nadir nuqtasi va nol xatoli nuqtalariga yaqin joylashgan bo'ladi.

Tog'li joylarda yo'nalishlar nadir nuqtalaridan o'tkaziladi. Planli fototriangulyatsiya tarmoqlari, odatda, grafik usulda tuziladi, ya'ni yo'nalishlar negativdan kalkaga ko'chirilgan nuqtalar bo'yicha o'tkaziladi, keyin esa kalka yordamida kesishtirishlar tuziladi va aynan bir xil yo'nalishlar kesishgan joyda nuqtaning planli o'rni hosil qilinadi.

Planli fototriangulyatsiya tarmoqlari turli ko'rinishda bo'lishi mumkin, lekin ko'pincha romb ko'rinishdagi tarmoqlar qo'llaniladi.

Planli fototriangulyatsiya uchun kesishtirishlarni tuzishda fotosuratlarda boshlang'ich yo'nalishlardan foydalaniladi. Boshlang'ich yo'nalishlar bu ikki qo'shni aerofotosuratlarni shovun bazisli tekisligi bilan kesishgan chiziqlar hisoblanadi.

Bazisli tekislik deb, suratga olish bazisda yotgan tekislikka aytiladi. Boshlang'ich yo'nalishlar quyidagi xossalarga ega:

1) boshlang'ich yo'nalish berilgan fotosuratning nadir nuqtasi va qo'shni fotosurat nadir nuqtasining proyeksiyasidan o'tadi;

2) ikki qo'shni fotosuratlarda boshlang'ich yo'nalishlar joydagi aynan bir xil nuqtalarning proyeksiyasidan o'tadi.

Fotosuratlarda boshlang'ich yo'nalishni turli usullarda o'tkazish mumkin:

a) qo'shni fotosuratda ishchi markazni topish yordamida;

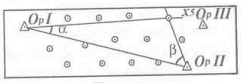
b) shaffof chizg'ichdagi shtrix yordamida;

d) stereokomparatorda.

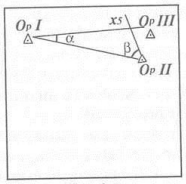
Planli fototriangulyatsiya tarmoqlari qog'ozda yoki plastikda ixtiyoriy masshtabda tuziladi, shuning uchun ular geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan oriyentirlanmagan bo'ladi va bunday tarmoqlar ozod tarmoqlar deb ataladi.

Planli tarmoqlarni berilgan masshtabga keltirish va geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan oriyentirlashga tarmoqlarni reduksiyalash deyiladi.

Reduksiyalash uchun tarmoqlardagi nuqtalar qatorida ikkita planli tayanch nuqtalar bo'lishi kerak. Planli tarmoqlarni reduksiyalash uchun grafik, analitik va optik-grafik usullardan foydalanish mumkin. Grafik usulda reduksiyalash shundan iboratki, tarmoqdagi barcha nuqtalar asosga kesishtirishlar yordamida tushiriladi. Buning uchun qog'ozda tuzilgan ozod tarmoqda ikki tayanch nuqtalardan to'g'ri chiziq o'tkaziladi (53- shakl) va shu jarayonni planshetda ham bajariladi.



Tarmoq



Planshet

53- shakl. ***Planli fototriangulyatsiya tarmoqlarini reduksiyalash***

Keyin ushbu tayanch nuqtalardan ozod tarmoqda planshetga ko'chiriladigan nuqtaga qarab yo'nalish o'tkaziladi, masalan, x_5 ga. Nuqtaga o'tkazilgan yo'nalish tayanch nuqtalarni birlashtiriladigan to'g'ri chiziq bilan α va β burchaklarni hosil qiladi. x_5 nuqtaning o'rnini aniqlash uchun planshetda aynan o'sha α va β burchaklarni tuzish

kerak, shunda x_5 nuqta tayanch nuqtalardan o'tkazilgan ikki yo'nalishning kesishish joyida aniqlanadi. Shunday tarzda tarmoqdagi barcha nuqtalarni planshetga tushirish mumkin.

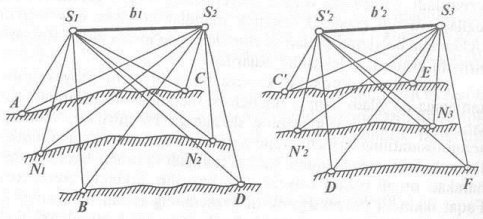
Analitik usulda reduksiyalash shundan iboratki, ozod tarmoqdagi nuqtalar koordinatalarining qiymatlari formula orqali nuqtalar koordinatalari berilgan masshtabda va geodezik koordinatalar sistemasida hisoblanadi.

Optik-grafik reduksiyalash usulida maxsus asbob – fotoreduktor qo'llaniladi. Bu asbobda tarmoq planshetga loyihalanadi hamda uni tayanch nuqtalari bo'yicha kerakli masshtabga keltiriladi va planshetda oriyentirlanadi.

5.3. Fazoviy fototriangulyatsiyani universal stereoasboblarda bajarish

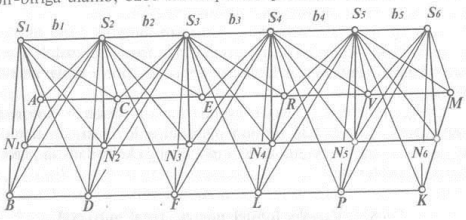
Analogli fazoviy fototriangulyatsiya universal asboblar yordamida suratga olish paytida mavjud bo'lgan nuqtalarning to'g'ri fazoviy kesishtirishlarini hosil qilish prinsipiga asoslangan.

Aerofotosuratlarni ichki oriyentirlash elementlarini aniqlab (f, x_0 va y_0), proyeksiyalovchi kameralar yordamida nurlar bog'lami hosil qilinadi. Qo'shni aerofotosuratlardagi har bir juft nurlar bog'lami oriyentirlanadi. Shunday qilib, suratga olish paytida mavjud bo'lgan nuqtalarning to'g'ri fazoviy kesishtirishlari tiklanadi, ya'ni alohida stereojuftlarning geometrik modeli tuziladi (54- shakl).



54- shakl. ***Universal asboblarda fazoviy fototriangulyatsiyani tuzish***

Fazoviy fototriangulyatsiyada ular zvenolar deb ataladi va ketma-ket bir-biriga ulanib, ozod tarmoq hosil qiladi (55- shakl).



55- shakl. ***Ozod tarmoqni barpo etish***

Ushbu tarmoqda planli koordinatalari ma'lum ikkita nuqta orqali tarmoqning masshtabi aniqlanadi, balandligi ma'lum uchta nuqta bo'yicha esa tarmoq gorizontal holatga keltiriladi. Shunday qilib, tarmoq tashqi yoki geodezik oriyentirlanadi. Keyin tarmoqning boshqa nuqta koordinatalari aniqlanadi. Bu – fazoviy fototriangulyatsiya deb ataladi.

Analogli fototriangulyatsiyada turli universal asboblar multipleks, stereoplanigraf, stereoproyektor, stereograf va boshqalar qo'llaniladi. Ushbu usulning mohiyati quyidagilardan iborat.

Universal asbob kamerasiga birinchi zvenodagi aerofotosuratlar jufti o'rnatiladi. Suratlarni o'zaro oriyentirlash orqali geometrik model tuziladi va uni geodezik tayanch nuqtalar bo'yicha oriyentirlanadi. Uchlamchi bo'ylama qoplanish zonasidan bog'lovchi nuqtalarni qo'shib, birinchi zvenoda o'lchashlar bajariladi.

Ikkinchi aerofotosurat kasseta bilan birinchi proyeksiyalovchi kameraga qo'yiladi hamda ikkinchi kameraning shkalalaridan olingan sanoqlar, birinchi kameraning shkalasiga ko'chiriladi, shuningdek, aerofotosuratning birinchi zvenoni tuzishda egallagan o'rni ta'minlanadi. Ikkinchi kameraga uchinchi surat o'rnatiladi va ushbu aerofotosuratning harakati orqali o'zaro oriyentirlash bajarilib, ikkinchi zveno tuziladi. Faqat ikkinchi proyeksiyalovchi kameraning ishchi harakatlari orqali o'zaro oriyentirlash masalasini hal etib, faraz qilish mumkinki, ikkinchi zveno fazoda to'g'ri holatni egallaydi, lekin uning masshtabi hozircha ixtiyoriy. Shuning uchun masshtabni tuzatish kerak.

Ikkinchi zvenoning geometrik modelini birinchi zvenoning masshtabida hosil qilish uchun ikkinchi zvenoning proyeksiyalash bazisini shunday o'zgartirish kerakki, bog'lovchi nuqtalarning balandligi oldingi zvenoda o'lchangan balandliklarga to'g'ri kelsin. Ushbu nuqtalarning planli koordinatalarini taqqoslab uchinchi aerofotosurat to'g'ri oriyentirlanganligiga ishonch hosil qilish mumkin.

Ikkinchi zvenoni o'lchashdan keyin to'rtinchi aerofotosuratni oriyentirlashi bajariladi. Shunda uchinchi aerofotosurat ikkinchini o'rniga qo'yiladi, to'rtinchi surat esa kassetada markazlashtirishdan keyin ikkinchi kameraga o'rnatiladi va birinchi surat oriyentirlanadi. Fototriangulyatsiya tarmog'ini tuzish va o'lchash birinchi zvenodagidek planli – balandlik tayanch belgilarga ega zvenolarda yakunlanadi. Tarmoqning oxirida o'sha tayanch belgilarning o'lchangan fotogrammetrik koordinatalari va geodezik koordinatalarining ayirmasi turli xil xatolar yig'indisining natijasi deb hisoblanadi. Tuzilgan tarmoq yakuniy masshtabga va gorizontal holatga keltiriladi. Nuqtalarning o'lchangan koordinatalari va balandliklariga tuzatmalar tarqatilgandan keyin katalog tuziladi.

Analogli (СД, СЦ, СПР) asboblarda planli balandlik syomka asosini fotogrammetrik zichlash texnologiyasi qo'yidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi.

I. Tayyorgarlik ishlari (diapozitivlarni pechatlash, fotogrammetrik zichlash loyihasini tuzish, tarmoq tuzish uchun ma'lumotlarni tayyorlash).

II. Fazoviy tarmoqni tuzish va o'lchash (birinchi zvenoni tuzish va o'lchash; koordinatalar va balandliklarni o'lchash; ikkinchi va keyingi zvenolarni tuzish va o'lchash; barcha nuqtalar koordinatalari va balandliklarini o'lchash).

III. Fotogrammetrik tarmoqlarni geodezik oriyentirlash va bog'lash, nuqtalarning planli koordinatalari va balandliklarini hosil qilish (planli fotogrammetrik tarmoqlarni reduksiyalash; balandlik tarmoqlarni gorizontal holatga keltirish va tenglash).

5.4. Analitik fazoviy fototriangulyatsiya

Analitik usulning mohiyati shundan iboratki, aerofotosuratlarda nuqtalarning x, y koordinatalari va p, q parallakslari o'lchanadi, keyin aniq formulalar orqali ushbu nuqtalar uchun joydagi koordinatalar

hisoblanadi. Aerofotosuratlardagi o'lchashlar yuqori aniq stereokomparatorlarda bajariladi, koordinatalarni hisoblash uchun EHM qo'llaniladi.

Analitik usulda joydagi nuqtalar koordinatalarini topish aniqligi asosan, aerofotosuratlar bo'yicha nuqtalar koordinatalarini o'lchash aniqligiga bog'liq.

Fazoviy analitik fototriangulyatsiyani tuzishda aerofotosuratlarni ishlab chiqish quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi.

I. Tayyorgarlik ishlari (tarmoq loyihasini tuzish; boshlang'ich materiallarni tanlash va to'plash; asboblarni tekshirish va tuzatish).

II. Yuqori aniqlikdagi stereokomparatorlarda aerofotosuratlardagi nuqtalar koordinatalari va parallakslarini o'lchash.

III. Aniqlanadigan nuqtalarning geodezik koordinatalarini olish uchun ma'lumotlarini to'plash va EHM da hisoblash.

Analitik fazoviy fototriangulyatsiya marshrutli, ko'p marshrutli yoki blokli fototriangulyatsiyaga bo'linadi. Marshrutli fototriangulyatsiyada dastlab berilgan marshrutning stereojuftlari bo'yicha bittali modellar (zvenolar) tuziladi.

Bu holatda tarmoqning elementar zvenosi bo'lib, aerofotosuratlarning jufti bo'yicha tuzilgan yagona modeli xizmat qiladi. Keyin ular birlashtirilib tarmoqning umumiy modeli hosil qilinadi va u geodezik koordinatalar sistemasi orqali oriyentirlanadi.

Ko'p marshrutli fototriangulyatsiyada blok ikki yoki undan ko'p marshrutlarga qarashli aerofotosuratlar bo'yicha bir vaqtda shakllantiriladi. Blokning elementar zvenosi bo'lib, odatda, yagona aerofotosuratning nurlar bog'lami hisoblanadi. Lekin blokni tuzish uchun yagona modellar, ikkilamchi modellar (tripletlar), marshrutlar va blokchalardan ham foydalanish mumkin. Ko'p marshrutli fototriangulyatsiyada dala geodezik ishlarining hajmi kamayadi, chunki geodezik oriyentirlash uchun tayanch nuqtalar bilan har bir marshrut emas, balki birdaniga bir nechta marshrutlar, ya'ni blok tanlanadi.

Analitik fototriangulyatsiyada analogliga o'xshab uchish paytidagi maxsus asboblar (statoskop, radiovisotomerlar va boshqa) ko'rsatkichi bo'yicha hosil qilingan tashqi oriyentirlash elementlarini qo'llash mumkin. Ular tarmoqlarni tuzish uchun qo'shimcha ma'lumot bo'lib xizmat qaladi.

Analitik fototriangulyatsiya har qanday sistematik xatolarni, ularning ta'sirini matematik shaklda ifodalash va inobatga olishga imkon beradi.

Ushbu xatoliklar AFA obyektivining distorsiyasi, yerning zichligi, refraksiya, aeroplyonkaning tekis va notekis deformatsiyalari ta'sirida paydo bo'ladi.

Analitik fototriangulyatsiyada yana ayrim tasodifiy xatolar (masalan, aeroplyonkaning deformatsiyasi, suratga olish paytida aeroplyonkani yetarlicha tekislamasligi) ta'siri aerofotoapparatlarda o'rnatilgan iplar to'ri mavjud shishali plastikni qo'llash tufayli kamayadi.

Analitik fototriangulyatsiyani ayrim holatlarda analogli fototriangulyatsiya bilan birgalikda bajariladi. Universal asboblarda yagona bir biriga bog'liq bo'lmagan zvenolar tuziladi va har bir modeldagi nuqtalar koordinatalari o'zining shaxsiy koordinatalar sistemasida o'lchanadi. Keyin analitik usulda EHM yordamida bu zvenolar umumiy tarmoqqa birlashtiriladi va uni geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan oriyentirlantiriladi.

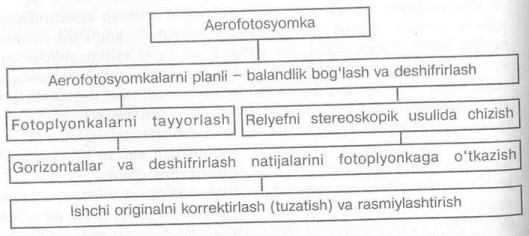
6.1. Topografik xaritalar tuzishning differensial usuli to'g'risida tushuncha

Differensial usulda xaritalar tuzishning mohiyati shundan iboratki, xarita bosqichma-bosqich turli asboblarda har xil bajaruvchilar tomonidan tuziladi, shunda xaritaning planli mazmuni (konturlar, tafsilotlar) balandlik qismiga (relyefga) bog'lanmasdan alohida barpo etiladi.

Topografik stereometr yordamida relyefni tasvirlash differensial usulning asosiy jarayoni hisoblanadi. Shuni ta'kidlash lozimki, topografik stereometrning ixtiro etilishi topografik xaritalar tuzish jarayoni texnologik sxemasining yangi varianti – differensial usulni ishlab chiqishga imkon berdi.

Differensial usulda, kombinatsiyalashgan usulga qaraganda ishlab chiqarish jarayonlarining ko'p qismi dala sharoitidan kameral sharoitiga o'tkazilgan, bu esa menzula syomkasiga nisbatan topografik ishlar samarasini taxminan to'rt marotaba oshirishiga imkon berdi.

Differensial usul asosiy jarayonlarining texnologik sxemasi quyidagicha:



Ushbu umumiy texnologik sxemani ikki holatda quyidagi ketmaketlikda qo'llash mumkin:

– joy konturlari zich bo'lib, nisbiy balandliklar katta bo'lmaganda:

1. Planli tarmoqning tayanch nuqtalarini zichlash (ko'pincha planli grafik – fototriangulyatsiya va reduksiyalash qo'llaniladi).
2. Fototransformatorlarda aerofotosuratlarni transformatsiyalash.
3. Fotoplanlarni tuzish (montaj qilish).
4. Stereokomparator yordamida o'zaro oriyentirlash elementlarini aniqlash.
5. Topografik stereometr yordamida aerofotosuratlarda relyefni chizish.
6. Stereoskop yordamida relyef va deshifrirlangan konturlarni suratlardan fotoplyonkaga o'tkazish orqali xarita originalini tuzish.

Ushbu texnologiya joyning ko'p konturli xaritasini tuzish uchun obyektiv va haqiqiy ma'lumotlar bilan ta'minlay oladigan fotoplanni tuzishni nazarda tutadi.

– joy kam konturli (masalan, qumliklar yoki shudgor yerlar) bo'lgan holatda fotoplanni tuzmasdan, quyidagi texnologik sxemani qo'llash mumkin:

1. Planli tarmoq tayanch nuqtalarini zichlash.
2. O'zaro oriyentirlash elementlarini aniqlash.
3. Topografik stereometr yordamida fotosuratlarda relyefni chizish.
4. Optik-grafik transformatsiyalash usulida xarita originalini tuzish.

Ushbu texnologiya relyefi murakkab joylarda ham qo'llaniladi.

Oxirgi yillarda topografik xaritalar tuzishning universal usulining (ushbu usul keyingi paragraflarda ko'rib chiqiladi) rivojlanib borishi hamda differensial usulning aniqligi yetarli darajada yuqori bo'lmaganligi sababli, u ishlab chiqarishda kamroq qo'llanilmoqda.

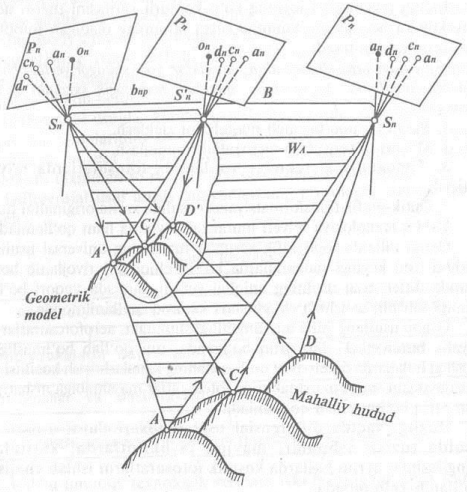
Ushbu usulning yana bir kamchiligi shundaki, aerofotosuratlarning qiyalik burchagi 3° dan ortiq bo'lganda, uni qo'llab bo'lmasligidir. Boshqa holatlarda differensial usul xaritaning kattalashtirish koeffitsiyenti (tuzilayotgan xarita masshtabining fotosuratlar masshtabiga nisbati) 1,5 dan ortiq bo'lmaganda qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda differensial usul topoxaritalarni asosan shu usulda tuzish asboblari mavjud tashkilotlarda; xaritalarni yangilashda; ayrim hollarda kosmik fotosuratlarni ishlab chiqishda qo'llanib kelinmoqda.

6.2. Universal usulda topografik xaritalar tuzish nazariyasi

Universal usulning mohiyati joyning geometrik modelini o'lchash va hosil qilishdan iborat. Buning uchun suratga olish jarayoni unga teskari loyihalash jarayoni bilan almashadi (ya'ni, aslini tuziladi). Universal stereoasbobning proyeksiyalovchi kamerasiga stereojuftlikning ikkita aerofotosurati o'rnatilib, ichki oriyentirlash bajariladi va fazoda proyeksiyalanib, o'zaro oriyentirlanadi. Aynan bir xil proyeksiyalovchi nurlarning juftlari fazoda kesishadi (56- shakl). Ko'p nuqtalarning bir-birlari bilan kesishishi joyning geometrik modelini hosil qiladi.

Modelni tuzish jarayoni fazoviy stereofotogrammetrik kesishtirish deb ataladi. Ushbu kesishtirishning qat'iy matematik yechimi har qanday



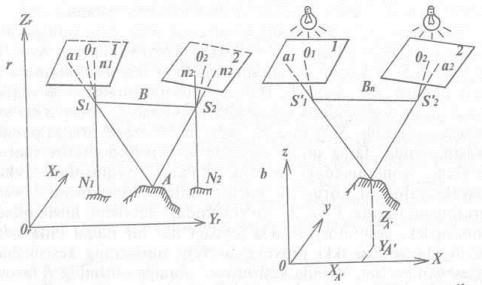
56- shakl. ***Joyning geometrik modelini hosil qilish***

qiyalik burchagi va turli joy relyefiga ega bo'lgan aerofotosuratlarni ishlab chiqishda universal usulni qo'llash imkonini yaratdi.

Stereotopografik syomkaning universal usuli joyni suratga olish vaqtiga mos tasvirini kameral sharoitda tiklashga asoslangan. Aytaylik, joy hududi S_1 va S_2 nuqtalardan suratga olinib ikkita aerofotosuratlar hosil qilingan (57- *a* shakl). Har bir fotosurat suratga olish vaqtida $O_G X_G Y_G Z_G$ joydagi geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan ma'lum o'ringa ega bo'lib, S_1N_1 va S_2N_2 nadir nurlar esa Z_G o'qiga parallel bo'lsin. Unda, faraz qilish mumkinki, aerofotosyomka vaqtida bo'ylama qoplanishdagi joyning istalgan nuqtasidan ikkita proyeksiyalovchi yorug'lik nurlari chiqib, nuqtaning 1 va 2 aerofotosuratlarda 1 va 2 ko'rinishidagi tasvirini hosil qiladi. Shuningdek, aerofotosyomkada joydagi har bir nuqta bitta bazis tekisligida yotgan ikki proyeksiyalovchi nurlarning kesishishida joylashgan bo'lsin, shunda kesishtirish suratga olishning *B* fazoviy bazisidan amalga oshirilgan bo'ladi. Ushbu kesishtirishni fazoviy tipdagi universal asboblarda tiklash mumkin. Ikkita syomkaga olish kamerasiga o'xshash proyeksiyalovchi kameralarga shaffof asosda tayyorlangan 1 va 2 suratlar o'rnatiladi va ular yuqoridan lampalar yordamida yoritiladi (57- *b* shakl). Shunda suratning har bir nuqtasidan S' proyeksiya markazidan o'tuvchi proyeksiyalovchi yorug'lik nuri o'tadi. $O_G X_G Y_G Z_G$ sistemaga mos, asbobning fazoviy koordinatalar sistemasi o'qlariga nisbatan proyeksiyalovchi kameralar holatini o'zgartirib, syomka vaqtidagi kamera holatiga keltirish mumkin.

Unda har ikkala suratlardagi va aynan bir xil nuqtalardan chiqadigan S'_1a_1 va S'_2a_2 nurlar fazoda kesishib, A' nuqta, ya'ni joyning geometrik modelini hosil qiladi. Stereojuftlikni tashkil etuvchi suratlarning ikkilangan qoplanish zonasiga tushadigan joyning barcha nuqtalari ikki marotaba tasvirlanadi. Aynan bir xil proyeksiyalovchi nurlarning har bir jufti fazoda kesishib, model nuqtasini beradi. Natijada aerofotosuratlarning ikkilangan qoplanish zonasining barcha maydonida joyning geometrik modeli tuziladi. Geometrik modelning fazoda joylashish hajmi suratga olingan joyga muvofiq bo'ladi. Geometrik model – bu xayoliy stereoskopik modelga ko'ra aerofotosuratlar bo'yicha kuzatiladigan haqiqiy, realmodeldir.

Suratlarni stereoskopik kuzatishda geometrik model yuqori darajali aniqlikda o'lchanadi. Universal asbob modelni o'lchash uchun shkalalar



57- shakl. ***Joyning geometrik modelini universal stereofotogrammetrik asboblarda hosil qilish***

bilan ta'minlangan, asbobning koordinata o'qlari bo'ylab modelning fazosida harakat qiluvchi o'lcham markasi mavjud. Fazoviy o'lchash markasi geometrik modelni u yoki bu nuqtasi bilan birlashtirib, shkalalar bo'yicha bir vaqtda uning koordinatalarini aniqlash imkonini beradi. Asbob ekraniga modelni o'lchash natijalari loyihalanib, ortogonal proyeksiyada joyning plani hosil qilinadi.

Joyning geometrik modeli. Universal asboblarda aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlab, joyning geometrik modeli tuziladi.

Agar universal asbob proyeksiyalovchi kameralarning ichki oriyentirlash elementlari syomkaga olish kameralarining ichki oriyentirlash elementlariga qat'iy mos kelsa, unda proyeksiyalovchi nurlar dastasi suratga olish vaqtidagiga o'xshash tiklanadi va joyga o'xshash geometrik model tuziladi.

Joyga o'xshash model masshtabining loyihalash bazisi suratga olish bazisi nisbatiga teng, ya'ni:

$$\frac{1}{M_м} = \frac{b_л}{B}. \qquad (6.1)$$

Bu yerda: M_m – model masshtabining maxrajdagi soni;

$b_л$ – loyihalash bazisi;

B – suratga olish bazisi.

Ma'lumki, suratga olish bazisini o'zgartirish mumkin emas, unda modelni berilgan masshtabda tuzish uchun (masalan, tuziladigan xaritaning masshtabida) asbobda kerakli loyihalash bazisi o'rnatiladi:

$$b_l = \frac{B}{M_м} = \frac{B}{M_G}. \qquad (6.2)$$

Bu yerda: M_G – gorizontal masshtab.

Agar asbob proyeksiyalovchi kameralarining fokus masofasi aerofotoapparatning fokus masofasiga teng bo'lmasa, unda universal asbob tiklagan proyeksiyalovchi nurlarning dastasi syomka vaqtidagiga nisbatan o'zgargan bo'lib, ular orqali tuzilgan geometrik model ham o'zgargan bo'ladi.

O'zgartirilgan joyning modeli ikki masshtabdan iborat bo'ladi: o'zgartirilgan modelning masshtabiga teng gorizontal masshtab – $\frac{1}{M_G}$; gorizontal masshtabga teng emas vertikal masshtab – $\frac{1}{M_h}$. Vertikal masshtab bo'yicha o'zgartirilgan modelda nuqtalarning nisbiy va absolyut balandliklari o'lchanadi. Gorizontal masshtab bo'yicha esa nuqtalarning planli koordinatalari topiladi.

O'zgartirilgan modelning vertikal va gorizontal masshtablari orasidagi bog'lanish quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$\frac{1}{M_B} = \frac{F}{f}\frac{1}{M_G}. \qquad (6.3)$$

k_{aff} nisbati o'zgartirish koeffitsiyenti yoki affinlik koeffitsiyenti deb ataladi va quyidagi formula bo'yicha topiladi:

$$\frac{F}{f} = k_{aff}. \qquad (6.4)$$

Bu yerda: F – proyeksiyalovchi kameraning fokus masofasi;

f – syomka kamerasining fokus masofasi.

Shunda (6.3) va (6.4) ga ko'ra:

$$M_B = \frac{M_G}{k_{aff}}. \qquad (6.5)$$

O'zgartirilgan geometrik model o'xshash modelga nisbatan vertikal yo'nalishda k_{aff} marotaba cho'zilgan (agar $F>f$) yoki siqilgan (agar $F<f$) bo'ladi.

Universal asboblarning tuzilishi haqida qisqacha ma'lumot.

Universal stereofotogrammetrik asboblar xarita originalini tuzishda yoki alohida nuqtalarning koordinatalari va balandliklarini aniqlashda aerofotosuratlarni ishlab chiqish uchun xizmat qiladi. Universal asboblarning har xil turlari mavjud, lekin har qanday universal asbobning tuzilish prinsipial sxemasi quyidagi asosiy qismlardan iborat:

1. Proyeksiyalovchi kameralar (ikkitadan kam emas) yoki stereojuftni tashkil etuvchi, ketma-ket suratlarni o'rnatadigan aerofotosyomkalar karetkasi.
2. Kuzatadigan va yoritadigan sistemalar.
3. Joy modelini tuzish va geodezik oriyentirlashda proyeksiyalovchi kameralar hamda aerofotosuratlarni siljitishni ta'minlaydigan moslama.
4. Fazoviy koordinatalar sistemasida model nuqtalarini X,Y,Z koordinatalarini o'lchash uchun moslama va modelni o'lchash natijalarini (gorizontallar va konturlar koordinatalari, transformatsiyalangan fototasvir) ro'yxatga olish sistemasi.

Universal asboblarda fotosuratlarni kuzatish asosan stereokomparatorlarga o'xshash, ikkita o'lchash markali binokulyar sistema yordamida amalga oshiriladi.

Proyeksiyalash prinsipi va kesishtirishni bajarish bo'yicha universal asboblar optik (yorug'lik nurlari bilan) va mexanik (metall richaglar bilan) proyeksiyalovchi — analogli universal stereoasboblarga bo'linadi.

Optik proyeksiyalovchi asboblarda kesishtirish proyeksiyalovchi yorug'lik nurlari bilan amalga oshiriladi.

Mexanik proyeksiyalovchi asboblarda proyeksiyalovchi nurlar dastasi tuzilmaydi, chunki kameralar proyeksiyalovchi obyektivlarga ega emas. Kesishtirish proyeksiyalovchi metall richaglar orqali amalga oshiriladi. Ularga СПР – Stereoproyektor Romanovskiy, СЦ-1 – ЦНИИГАиК stereografi kiradi.

Optik-mexanik proyeksiyalovchi asboblarda proyeksiyalovchi nurlar dastasi optik yo'l bilan tuziladi, geometrik model nuqtalarini kesishtirish esa mexanik usulda bajariladi.

Universal asboblar suratlarning stereoskopik kuzatishlar va geometrik modelni o'lchash usullari, proyeksiyalovchi kameralar soni, kesishtirish shakli, aniqligi, avtomatlashtirish darajasi bo'yicha farq qiladi.

9- jadval

Mexanik turdagi universal stereoasboblarning texnik tasvsiflari

№	Tavsif turi	СД-1	СД-3	СЦ-1	СПР-3	Stereometrograf	Topokart
1.	Xaritalar va fotosuratlar masshtablarining nisbati:						
	Koordinatografsiz.	0,7–1,3	0,7–1,3	0,7–1,3	0,5–2,0	1,2–2,5	–
	Pantograf bilan	0,5–2,0	–	–	–	–	–
	Koordinatograf bilan	–	0,5–3,0	0,5–8,0	0,1–10,0	10 gacha	10 gacha
2.	Stereojuft hududida joyidagi maksimal nisbiy balandlik	0,3 H	0,35 H	0,35 H	0,4 H	–	–
3.	Fotosuratlarning qiyalik burchaklarining chekli qiymatlari, gradus						
	f=35 mm	–	2	2	2,9	–	–
	f=55 mm	2	2	4	3,6	–	–
	f=70 mm	2,5	4,1	4	5,1	–	–
	f=100 mm	3	5,9	5	6,1	–	–
	f=140 mm	–	–	–	4,3	4,5	4,5
	f=200 mm	1,5	3	4			

9- jadvalning davomi

3.	∕≤350 mm	—	—	3	2,4	—	—
	∕≤500 mm	—	—	2	—	—	—
4.	Balandlikni aniqlash nisbiy o'rta kvadratik xatoligi m_z/H $m_{z_{KF}}$ planli koordinatalarning maksimal xatoligi (tuziladigan kartalar masshtabida, mm)	1:2000 0,15	1:3000 0,15	1:5000 0,1	1:3000 0,1	1:5000 0,05	1:5000 0,05
5.	Fotosuratlar formati, sm	18x18	18x18	18x18	18x18	23x23	23x23
6.	Fotosuratlarning fokus oralig'i (AFA), mm	50—200	55—210	50—500	35—350	98—215	50—215
7.	Asbobning fokus oralig'i, mm	130	130±3	130±3	150—300	AFA ning ∕ga teng	AFA ning ∕ga teng
8.	Asbobni kuzatish sistemasining kattalashtirilishi, karat	4	4 va 7	7	6 va10	8	6
9.	O'lchash karetkalarning harakatlanish diapazoni, mm						
	X	50—120	50—120	50—120	+200 dan +200	+280 dan −280 gacha	+240 dan −240 gacha
	Y	+120 dan −120 gacha	+120 dan −120 gacha	+120 dan −120 gacha	+180 dan −180 gacha	+250 dan −250 gacha	+240 dan −240 gacha
	Z	127—177	127—190	127—187	+60 dan −60 gacha	+125 dan −315gacha	+70 dan −310 gacha

Hozirgi kunda elektron-hisoblash texnikasining rivojlanib borishi bilan ishlab chiqarishda analitik universal asboblar ishlab chiqilgan bo'lib, ular EHM, stereokomparator va koordinatograflar bilan ta'minlangan. Ular ish unumdorligini yuqori darajada ta'minlaydi va kesishtirishlarni qat'iy formulalar bo'yicha analitik usulda amalga oshiradi.

Ishlab chiqarishda qo'llaniladigan universal asboblarning tavsiflari 9- jadvalda keltirilgan.

6.3. Universal stereoasboblarda topografik xarita va planlarni tuzish

Topografik xarita va planlarni universal stereasboblar – stereoproyektor (СПР), stereograf (СФ) va multiplekslarda tuzish hamda yangilash mumkin. Yuqori aniqlikdagi universal asbob stereoproyektor (СПР) prof. Romanovskiy tomonidan ixtiro etilgan bo'lib, turli masshtabdagi topografik xaritalarni tuzish va yangilash uchun mo'ljallangan. Ishlab chiqarishda ushbu asbob planli va balandlik geodezik asosni zichlash uchun ham keng qo'llaniladi.

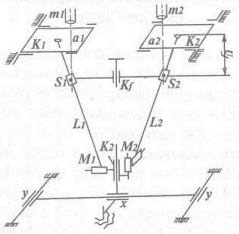
СПР – mexanik kesishtirishli asbob hisoblanadi. Unda fokus masofasi $f = 35 - 350$ mm kameralarda hosil qilingan 18×18 sm planli aerofotosuratlarni qayta ishlash mumkin. СПР da proyeksiyalash fokus masofasi F_p ni 150–300 mm oraliqda o'rnatish mumkin. Odatda $F_p \neq f$ va suratlarni ishlab chiqish o'zgartirilgan proyeksiyalovchi nurlar bog'lami orqali amalga oshirilib, stereomodel optik usulda kuzatiladi.

Ishlab chiqarishda СПР-2 va СПР-3 asboblari ham qo'llaniladi.

Asbobning prinsipial sxemasi 58- shaklda ko'rsatilgan. Asbobning yuqori qismida kassetani ushlab turadigan K karetkasi joylashtirilgan. Kassetaga stereojuftlikni tashkil etadigan fotosuratlar o'rnatiladi. Fotosuratlar lampalar bilan yoritilib, kuzatish sistemalari yordamida kuzatiladi. Fotosuratlar asbobda hamma vaqt gorizontal holatni egallaydi, shuning uchun ularni kuzatishning ortogonal sistemasiga m o'lchash markasi kiritilgan. Kuzatuvchi chap va o'ng suratning tasvirini markaning tasviri bilan birga ko'radi. Ikki suratning bir xil hududlarini kuzatishda ushbu tasvirlar birlashtirilib joyning stereoskopik modeli va bitta fazoviy marka hosil qilinadi.

Fotosuratlarning karetkalari yuqori aniqlikdagi proyeksiyalovchi sterjen L ning yuqori uchlari bilan birlashgan bo'ladi. Ushbu sterjenlar S kardanlardan o'tkazilib, asbob karetkasining fokus oralig'i K_g da

mahkamlangan. S nuqtalar asbob proyeksiyalarining mexanik markazlari hisoblanadi. S nuqtadan fotosuratning tekisligigacha bo'lgan masofa F_p proyeksiyalashning fokus masofasi hisoblanadi. F_p ni o'zgartish uchun K_g karetkasini vertikal yo'nalishi bo'yicha siljitish mumkin. Proyeksiyalovchi sterjenlarning M quyi uchlari balandlik bazisli K_g karetkaga tayanadi. K_g karetkasini oyoq shturvali yordamida asbobning Z o'qi yo'nalishi bo'yicha yurgizish mumkin.



58- shakl. ***СПР da ishlash prinsipial sxemasi***

X, Y karetkalar orqali tizimi balandlik-bazisli karetkani yana asbobning X, Y o'qlari bo'ylab yurgizish mumkin. Ushbu harakatlar shturvallar orqali qo'lda amalga oshiriladi. Balandlik-bazisli karetka holatini o'zgartirishda proyeksiyalovchi nurlar S qo'zg'almas nuqtalari atrofida aylanib, suratlarni X Y tekislikda qo'zg'almas kuzatish sistemasiga nisbatan yurgizadi. Kuzatuvchi buni stereomodelga nisbatan X, Y, Z o'qlarning yo'nalishida markaning fazoviy harakati deb tasavvur qiladi.

Suratdagi har qanday nuqtani t marka bilan birlashtirishda proyeksiyalovchi sterjen proyeksiyalovchi nurning yo'nalishiga muvofiq joyni egallaydi. Qachonki ikkita t markalar o'ng va chap suratlardagi aynan bir xil nuqtalar bilan ustma-ust tushsa, proyeksiyalovchi sterjenlar joyning geometrik modelini hosil qiladi. Shunda M fazoviy marka kuzatilayotgan stereoskopik modelning aynan shu nuqtasiga to'g'ri keladi. Geometrik model nuqtalarining koordinatalari X, Y koordinatlar hisoblagichi va A balandliklar hisoblagichi bo'yicha aniqlanishi mumkin.

Joyning grafik planini tuzishda geometrik modeldagi nuqtalarni ekranga proyeksiyalash asbobning X karetkasida mahkamlangan va XY tekislikda marka harakatini takrorlaydigan qalam yordamida bajariladi.

СПР stereoproyektorida aerofotosuratlar bo'yicha xaritalar tuzish. СПР asbobida grafik planlarni tuzish bo'yicha ishlar quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

1. *Tayyorgarlik ishlari* – materiallar (negativlar, planli-balandlik tayanch nuqtalari bilan asl nusxalar); kataloglar; xaritaning asl nusxasi tuziladigan planshetni tayyorlash jarayonlarini o'z ichiga oladi.

Asbobning kassetasiga fotosurat o'rnatiladi va fotosuratning koordinata belgilari kassetaning koordinata belgilari bilan birlashtiriladi.

Asbobning B_x shkalasida proyeksiyalash bazisi qiymati o'rnatiladi:

$$B_X = \frac{b_{SUR} m_{SUR}}{M_{MOD}} \qquad (6.6)$$

Bu yerda: b_{sur} – aerofotosurat masshtabidagi bazis;

m_{sur} – aerofotosurat masshtabining maxraji;

M_{mod} – tuziladigan model masshtabining maxraji.

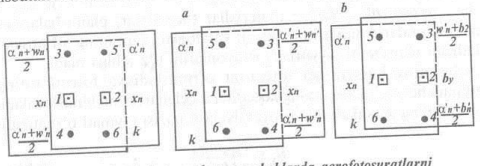
F shkalada proyeksiyalash fokus masofasining hisoblangan qiymati F_p o'rnatiladi. Asbobning boshqa barcha shkalalarida ularning nol o'rnilariga teng sanoqlar o'rnatiladi.

2. *Aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlash* joyning geometrik modelini tuzish maqsadida bajariladi. Bu jarayon СПРning korreksiyalash mexanizmlarida aerofotosuratlarni qiyalik burchagiga bog'liq sanoqlarni o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

O'zaro oriyentirlashda ko'rinadigan ko'ndalang parallakslarni sterejuftlardagi 6 ta standart joylashgan nuqtalar (beshta ishchi nuqtalar, oltinchisi nazorat uchun) orqali bartaraf etiladi. Ushbu jarayonni I yoki II o'zaro oriyentirlash sxemasiga muvofiq bajarish mumkin (59-shakl). Ushbu sxemalarda α va ω korreksion mexanizmlarning harakatlantirish o'rnatgichlari.

Ko'ndalang parallakslarni bartaraf etish quyidagicha bajariladi. Zonaning kerakli qismida, masalan, (1) nuqtaning atrofida (1 sxema) konturli nuqtalar tanlanadi va Sh_x va Sh_y shturvallar bilan chapdagi o'lchash markasini monokulyar tarzda chap aerofotosuratdagi shu nuqtasi bilan birlashtiriladi. O'ng ko'z bilan o'ng markaning holatini (o'rnini) o'ng suratdagi aynan shu nuqtaga o'rnatiladi. Siljish ham

abssissa, ham ordinata o'qlari bo'ylab vujudga kelishi mumkin. Oyoqda shturvallarni harakatga keltirib, o'ng markaning bo'ylama siljishi bartaraf etiladi. Ko'ndalang siljish – ko'ringan ko'ndalang parallaksni bartaraf etish, bir kameraning boshqasi (qo'zg'almas)ga nisbatan bazisli va burchakli harakatlari (ishchi harakatlar) bilan yoki qo'lg'azmas bazisga nisbatan ikki kamerani aylantirish yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin.



59- shakl. ***Universal stereoasboblarda aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlash sxemasi:***
a – ikki suratlarning burchakli harakatlari bilan (1- sxema); b – bir suratda bazisli va burchakli harakatlari bilan (2- sxema)

Ko'nadalang parallakslarni bartaraf etilgandan so'ng o'ng va chap aerofotosuratlardagi bir xil konturlarga nisbatan markalarning joylashishi mutlaqo bir xil bo'lishi kerak, shundagina stereojuftning berilgan hududida stereoeffekt kuzatiladi.

Stereojuftning barcha maydonida kuzatilgan ko'ndalang parallakslar yo'q bo'lsa, o'zaro oriyentirlash yakunlangan hisoblanadi. Shunda geometrik model tuzilib, geodezik oriyentirlashga o'tiladi.

3. *Modelni tashqi oriyentirlash.* Joyning geometrik modelining tayanch nuqtalarini geodezik koordinatalar sistemasiga nisbatan tayanch nuqtalar bo'yicha planli va balandlik oriyentirlashiga tashqi yoki geodezik oriyentirlash deyiladi. Modelni geodezik oriyentirlash uchun har bir stereojuftda 2 ta planli va 3 ta balandlik tayanch nuqtalari mavjud bo'lishi kerak. Ushbu nuqtalar boshlang'ich aerofotosuratlarda yoki fotogrammetrik zichlashtirish jarayonida aniq topilgan va planli asos (planshet)ga tuziladigan xaritaning masshtabida koordinatalar bo'yicha tushirilgan bo'lishi kerak.

Modelni geodezik oriyentirlash ikki jarayondan iborat: modelni bir xil masshtabga va gorizontal holatga keltirish.

Modelni bir xil masshtabga keltirish modelni gorizontal holatga keltirish va asbobning ekranida planshetni azimutal oriyentirlash hisobiga

amalga oshiriladi. Planshet ekranda shunday oriyentirlanishi va mahkamlanishi kerakki, modelning tayanch nuqtalariga markalarni stereoskopik qaratilganda qalam xarita (asos)dagi muvofiq tayanch nuqtasi bilan birlashsin.

Modelning gorizontal masshtabi proyeksiyalash bazisining qiymatiga bog'liq. Modeldagi va asosdagi tayanch nuqtalar orasidagi kesmalarni taqqoslab, proyeksiyalash bazisining shunday qiymati topiladiki, natijada ushbu kesmalar bir-biriga teng bo'lsin. Bu holatda modelning gorizontal masshtabi xarita masshtabiga teng bo'ladi.

Bir xil masshtabga keltirish stereojuftning bir-biridan maksimal uzoqda joylashgan ikkita planli tayanch nuqtalari yordamida amalga oshiriladi (60- shaklda II va III nuqtalar yoki I va IV nuqtalar bo'yicha). Sh_x, Sh_y va Sh_z shturvallar bilan harakatlanib, modelni tayanch nuqtalaridan biriga (masalan, II ga) marka stereoskopik vizirlanadi, shunda tayanch nuqta boshlang'ich surat bo'yicha yurgizilib, qalamning uchi II nuqtaning o'rni bilan birlashtiriladi (60- shakl, 1 holat) va yukchalar bilan planshet mahkamlanadi.

Modelning III tayanch nuqtasiga marka stereoskopik vizirlanadi va II nuqtaning atrofida planshet o'z o'qida buriladi, keyin uni shunday holatda mahkamlanadiki, II va III tayanch nuqtalarni birlashtiruvchi to'g'ri chiziqqa qalam tushsin. Agar modelni gorizontal masshtabi xarita masshtabidan yirikroq bo'lsa, qalam 2- holatni egallaydi (60- shaklga qarang), xaritaning masshtabiga nisbatan model masshtabi kichik bo'lsa, unda qalam 3- holatni egallaydi. Birinchi holatda proyeksiyalash bazisini kichraytirish, ikkinchi holatda esa kattalashtirish kerak. Bu jarayon b_x vintida kerakli sanoqni o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

b_x kerakli sanoq quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$b_x = b'_x \frac{S}{S'}; \qquad (6.7)$$

$$b_x = b'_x \pm \Delta b_x; \qquad (6.8)$$

$$\Delta b_x = b'_x \frac{\Delta S}{S'}. \qquad (6.9)$$

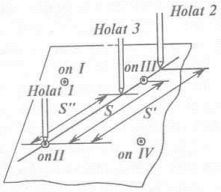
Bu yerda: b_x – modelni bir xil masshtabga keltirilgandan keyin b_x vintidagi yakuniy sanoq;

b'_x – bir xil masshtabga keltirishdan oldin b_x vintidagi sanoq;

S – xarita masshtabida asosdagi tayanch nuqtalar orasidagi masofa;

$S'(S'')$ – bir xil masshtabga keltirishdan oldin modeldagi tayanch nuqtalar orasidagi masofa;

ΔS – asosdagi va modeldagi tayanch nuqtalar orasidagi masofalar farqi.



60- shakl. ***СПР va СД asboblarda planli tayanch nuqtalar bo'yicha modelni bir xil masshtabga keltirish***

Agarda modeldagi tayanch nuqtalarga marka orqali stereoskopik vizirlanganda qalam uchi asosdagi mos tayanch nuqtalarga o'rni bilan hatman muvofiq kelsa, bir xil masshtabga keltirish yakunlangan hisoblanadi. Bir xil masshtabga keltirish aniqligi modelning 2 ta tayanch nuqtalari bo'yicha 0,2 mm, 3 va undan ortiq tayanch nuqtalar bo'yicha esa 0,4 mm dan oshmasligi kerak.

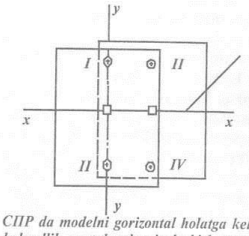
Modelni ko'ndalang va bo'ylama yo'nalishlarga qiyalashtirib, unda o'lchangan tayanch nuqtalarning balandligini joydagi mos nuqtalar balandligiga tenglash hisobiga model gorizontal holatga keltiriladi. Modelni СД va СПР asboblarda gorizontal holatga keltirish uchun stereojuftda, bir to'g'ri chiziqda yotmagan kamida 3 ta balandligi ma'lum tayanch nuqtalar mavjud bo'lishi kerak (61- shakl).

Gorizontal holatga keltirish jarayoni 2 bosqichda bajariladi:

– ko'ndalang yo'nalishda;

– bo'ylama yo'nalishida.

Dastlab model ko'ndalang yo'nalishda I va II balandlik tayanch nuqtalari bo'yicha gorizontal holatga keltiriladi. Sh_x, Sh_y va Sh_z shturvallar bilan harakatlanib I modeldagi tayanch nuqtani marka bilan birlashtiriladi va balandlik hisoblagich shkalasini burab (faqat qo'lda) I A_{G_I} – tayanch nuqtaning geodezik balandligiga teng sanoq o'rnatiladi. Keyin Sh_x, Sh_y va Sh_z shturvallar (dastaklar) bilan II modelning tayanch



61-shakl. ***СП va СПР da modelni gorizontal holatga keltirish uchun tayanch balandlik nuqtalarning joylashish sxemasi***

nuqtalari bilan marka stereoskopik birlashtiriladi va balandlik hisoblagichda hosil bo'lgan II – $A_{F_{II}}$ nuqtaning fotogrammetrik balandligi aniqlanadi. Agar $A_{F_{II}}$ balandligi II– $A_{G_{II}}$ tayanch nuqtaning geodezik balandligiga teng bo'lmasa, unda modelni ko'ndalang yo'nalishida og'dirish kerak.

Bo'ylama yo'nalishda gorizontal holatga keltirish I va III (IV nuqta -nazorat) yoki II va IV tayanch nuqtalar (unda III- nazorat) bo'yicha bajariladi. III nuqta bilan marka stereoskopik birlashtirib, uning fotogrammetrik balandligi $A_{F_{III}}$ aniqlanadi. Agar $A_{F_{III}}$ ning geodezik balandligi $A_{G_{III}}$ ga teng bo'lmasa, unda model bo'ylama yo'nalishida og'dirilib, oyoqli shturval, α_z va b_z vintlar hamda Sh_y shturval orqali bo'ylama yo'nalishda gorizontal holatga keltirish jarayoni yakunlanadi.

Bo'ylama yo'nalishda gorizontal holatga keltirishdan keyin IV nazorat nuqta hamda I, II nuqtalarga stereoskopik vizirlanadi. Kerak bo'lgan holda bog'lanmasliklarni teng ravishda tarqatib, ko'ndalang va bo'ylama yo'nalishlarda gorizontal holatga keltirish aniqlanadi.

Shuni inobatga olish kerakki, modelni ko'ndalang yo'nalishda og'dirish ham I va II nuqtalardagi bog'lanmaslikka hamda III va IV nuqtalardagi bog'lanmaslikka bir xil ta'sir qiladi. Gorizontal holatga keltirish aniqligi relyef kesimi balandligining 0,2 qismini tashkil qilishi mumkin.

Agar tayanch nuqtalarning o'lchangan balandliklari va ularning geodezik balandliklari orasidagi farq gorizontal holatga keltirish

aniqligidan oshmasa, modelni gorizontal holatga keltirish yakunlangan hisoblanadi.

4. *Relyef va konturlarni chizish.* Relyefni chizish va konturlarning syomkasi quyidagi tartibda bajariladi:

1) xaritada qiymatlari yozilgan relyefning xarakterli nuqtalari balandliklari aniqlanadi. Modelda ushbu nuqtalar (balandliklarning uchlari, egrisimon joylar, qiyaliklarning buralgan joylari, suv ayrig'ich va suv yig'uvchi chiziqlar)ni aniqlab, Sh_x, Sh_y va Sh_z shturvallar orqali ular marka bilan birlashtiriladi va balandlik hisoblagichdan sanoq olib jurnalga yoziladi. Piketli nuqtalarning planiy o'rni planshetda qalam bilan belgilanadi. Piketli nuqtalar balandligi ikki qabulda aniqlanadi. Relyefning xarakteriga qarab 1dm xaritaning 1 dm da 5 dan 15 ta nuqta aniqlanadi;

2) relyefni chizish uning strukturali chiziqlari (suv ayrig'ich, suv yig'iluvchi)ni o'tkazishdan boshlanadi. Keyin gidrografiya elementlari (daryo, ko'llar, suv omborlar) hamda gorizontallar orqali ifodalanmaydigan relyef elementlari (jarlar, tepaliklar, ko'tarma, o'yilmalar va boshqa elementlarning balandliklari)ning miqdoriy tavsiflari tushiriladi.

Oyoqli shturvali orqali balandlik hisoblagichda, gorizontal balandlikka teng sanoq o'rnatiladi va Sh_x va Sh_y markalarni shunday yurgiziladiki, u hamma vaqt modeli sirtiga tegib tursin. Qalam planshetda berilgan balandlikni gorizontalini chizadi, keyingi gorizontalni tushirish uchun balandliklar hisoblagichida keyingi gorizontal balandligiga teng sanoq oyoqli shturval orqali o'rnatiladi va Sh_x va Sh_y shturvallar bilan model bo'yicha marka yuqoridagi tartibda yurgiziladi va gorizontal chizig'i hosil qilinadi. Relyefni chizish jarayonida bergshtrixlar qo'yilib, gorizontallar balandligi yoziladi;

3) syomka qilinadigan hududning tavsifi (konturlar, chegaralar zichligi va boshqalar), qabul qilingan texnologiya, operatorning tajribasi va ko'nikmasiga qarab konturlar syomkasi gorizontallarni o'tkazishdan oldin yoki keyin bajariladi.

Konturlarni syomka qilishda Sh_x, Sh_y va Sh_z shturvallarning harakati bilan – planshetda markani tushiriladigan konturning nuqtasi bilan birlashtiriladi va planshetga qalam tushiriladi. Sh_x va Sh_y shturvallar bilan kontur bo'yicha marka yurgiziladi, Sh_z shturvalning harakati bilan esa marka doimiy model sirtida tutiladi. Qalam planshetga konturlarning gorizontal qo'yilishini tushiradi va ular ko'k rangda rasmiylashtiriladi.

Konturlarni tushirishda asbobda ko'rinadigan joy modeli bilan dala deshifrirlash ma'lumotlari ko'z bilan chamalab taqqoslab boriladi. Zich konturli joylarni syomka qilishda asos sifatida fotoplanlarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Relyef va konturlarni syomka qilish nazorati har bir keyingi stereojuftni oriyentirlashdan keyin, konturlar va qo'shni stereojuftning gorizontallari to'plamini tuzish orqali amalga oshiriladi, ya'ni konturlar bilan gorizontallarning o'zaro muofiqligi tekshiriladi. Yo'riqnoma [7 f] ga muvofiq chegaralari aniq konturlarning planli o'rnidagi farqi tuziladigan xarita (plan)larning masshtabida 0,6 mm dan oshmasligi kerak; tekis va tepalik hududlarda gorizontallar o'rni relyef kesim balandligining 1/3, qo'yilish qiymati 2 mm dan kam hududlarda esa bir xil gorizontallarning rejaviy o'rnining chetlanishi qo'shni stereojuftlarda 0,7 mm dan oshmasligi kerak.

Bajarilgan ishlar aniqligini nazorat va baholash tayanch tarmog'ini fotogrammetrik zichlashtirish yoki geodezik o'lchashlarda aniqlangan nazorat nuqtalari yoki stereasbobda boshqa ijrochi tomonidan piketlarni qayta terish yo'li bilan amalga oshiriladi.

Plandagi aniq obyektlar qiymatlarining farqi 0,7 mm, qurilish hududlarida esa 0,4 mm dan oshmasligi kerak.

6.4. Ortofototransformatsiyalash

Topografik xaritalar mazmunini takomillashtirish yo'llaridan biri topoxaritada shtrixli shartli belgilarni joyning fotografik tasviri bilan birgalikda qo'llash hisoblanadi va uni hosil qilish uchun fotoplanlar tuziladi. Shuningdek har qanday relyefli joylar uchun fotoplanlarni tuzish zarurati paydo bo'ladi.

Tekis va tepalikdan iborat joylarda qo'llaniladigan fototransformatsiyalash usullarini tog'li joylarning fotoplanlarini tayyorlashda qo'llash tavsiya etilmaydi.

Bunga asosiy sabab, zonalar bo'yicha transformatsiyalashning mehnat unumdorligining pastligi, texnologiyaning takomillashmaganligi hamda ushbu texnologiyaning nisbiy balandligi katta joylarda qo'llash imkoniyatining yo'qligidadir.

Relyefi murakkab joylarda fotoplanlarni tuzish uchun aerofotosuratlarni differensial (tirqishli) transformatsiyalash usuli qo'llanilib, uning natijasida ortofotosuratlar hosil qilinadi.

Ortofotosurat – bu joy relyefi va aerofotosuratning qiyalik burchagi hisobiga yuzaga keladigan xatoliklardan xoli ortogonal proyeksiyada hosil qilingan joyning fototasviridir.

Differensial transformatsiyalashda fotosurat ekranga to'liq proyeksiyalanmasdan uncha katta bo'lmagan tirqish orqali qismlar bo'yicha proyeksiyalanadi. Shunday asboblar borki, ularda fotomaterial va surat qo'zg'almas, tirqish esa suriladi va ketma-ket barcha tasvirni proyeksiyalaydi. Boshqa turdagi asboblarda tirqish qo'zg'almas bo'lib, fotosurat va fotomaterial bir vaqtda yurgiziladi. Ikki holatda ham proyeksiyalash tor yo'lak bo'yicha olib boriladi va fotomaterialga eksponirlashtiriladi.

Relyef hisobiga yuzaga kelgan xatolarni bartaraf etishda turli balandlik zonalarini har xil balandliklardan proyeksiyalash kerak. Differensial transformatsiyalashda relyefga muvofiq proyeksiyalash balandligi uzluksiz o'zgaradi: kuzatuvchi doimiy ravishda markani modelning sirtida ushlab turadi, ya'ni uni profil bo'yicha yurgizadi. Shunda turli hududlar har xil balandliklarda proyeksiyalangan bo'ladi va hosil qilingan tasvir bir masshtabga ega bo'ladi. Asbobda vertikal surilish ortogonal proyeksiyalashni bajariladi.

Differensial transformatsiyalash uchun Drobishev tomonidan yaratilgan ortofotoproyektor ОФПД, Karl Seys Yena (Germaniya) firmasi tomonidan ishlab chiqilgan «Topokart», «Stereotrigomet» asboblardan foydalanish mumkin.

ОФПД ortofotoproyektorning ishlashi va tuzilishi.

Drobishev ortofotoproyektori – differensial transformatsiyalash usulida ortofotonegativlarni tayyorlash uchun xizmat qiladi. Asbobni fotoplanlarda gorizontallarni tushirishda ham qo'llash mumkin.

Tayyorlangan ortofotosurat asbobning stolida shunday oriyentirlanadiki, modeldagi tayanch nuqtalarni kuzatishda qalam ularning ortofotosuratdagi o'rniga mos kelsin. Keyin esa odatdagi usullarda gorizontallar chiziladi.

ОФПД asbob СД-3 Drobishev stereografi asosida ishlab chiqilgan. Stereograf stolida fotoproyeksiyalovchi blok o'rnatilgan. Ma'lumki stereograf joyning modelini tuzish va geodezik oriyentirlash uchun mo'ljallangan. Fotoproyeksiyalovchi blok esa fotomaterialda ortofotonegativ – relyef hisobiga yuzaga keladigan xatolardan xoli transformatsiyalangan tasvirni hosil qilish uchun mo'ljallangan.

Aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlash va modelni geodezik oriyentirlashdan keyin, qo'shimcha optik sistemalar yordamida tirqish

orqali fotoproyeksiyalovchi blokda joylashgan ekranga o'ng tomonidagi aerofotosuratning tasviri proyeksiyalanadi.

ОФПД da tirqish va yorug'lik manbasi qo'zg'almas. Aerofotosuratlar ordinata o'qi bo'yicha avtomatik ravishda siljiydi, fotoplyonka bilan kasseta esa o'lchash karetkasi bilan birgalikda teskari yo'nalishda siljiydi. Fotosuratning tasviri fotoplyonkaga modelning masshtabida eni tirqishning uzunligiga teng, tor yo'lak ko'rinishida proyeksiyalanadi. Ushbu yo'lakni proyeksiyalash tugagandan so'ng suratlar va kasseta abssissa o'qi bo'ylab tirqishni uzunligiga teng qiymatga (bir qadam) suriladi va keyingi yo'lak proyeksiyalanadi hamda ish shu tartibda davom ettiriladi. Proyeksiyalash jarayonida kuzatuvchi relyefga muvofiq bazisli karetka balandligini uzluksiz ravishda o'zgartirib boradi, bunda doimo modelning sirtiga tegib turishiga erishish kerak. Bu jarayon modelni profillashtirish deyiladi. Profillashtirishda relyefga muvofiq loyihalash balandligi uzluksiz o'zgaradi, bu esa fotomaterialda tasvirlash masshtabining doimiyligini ta'minlaydi. Fotomateriallar fotolaboratoriyada ishlab chiqilgandan keyin ortofotonegativ hosil qilinadi.

«Topokart». «Topokart» (Karl Seys Yena (Germaniya) – mexanik turdagi universal asbob bo'lib, aero va yer usti fotosuratlari bo'yicha turli masshtabda xaritalarni tuzish va yangilash uchun mo'ljallangan. Asbobni mustaqil modellar yoki suratlarning o'rnini almashish usulida fazoviy fototriangulyatsiyani bajarish uchun ham qo'llash mumkin. Bundan tashqari topokart asbobi ortofotosuratlar va orogrammalarni hosil qilish uchun ham ishlatiladi. Bu holatda unga «ortofot» va «orograf» maxsus moslamalar qo'shiladi. Asbobda qiyalik burchagi 5 gacha bo'lgan planli aerofotosuratlarni ishlab chiqish mumkin.

Fotosuratlarni ОФПД va «Topokart»da ishlab chiqish hamda ortofotoplanni tuzish

ОФПД va «Topokart» asboblarini qo'llab ortofotoplanni tayyorlash texnologiyasi quyidagi asosiy jarayonlarni o'z ichiga oladi:

1. Tayyorgarlik ishlari.
2. Ortofotonegativlarni tayyorlash.
3. Ortofotosuratlarni tayyorlash, ortofotoplanlarni montaj qilish va tuzatish.

Tayyorgarlik ishlari quyidagilarni o'z ichiga oladi: materiallarni tanlash: ishchi loyihani tuzish; ortofototransformatsiyalash uchun ma'lumotlarni hisoblash; asbobni ishga tayyorlash.

Ortofototransformatsiyalashdan oldin quyidagi materiallar tanlab olinadi: avval nashr etilgan mayda masshtabli topoxaritalar, geodezik asoslash va kameral zichlashtirish materiallari, xarita masshtabida geodezik tayanch nuqtalari tushirilgan asoslar va boshqalar.

Ishchi loyihani tuzishda xarita bo'yicha bir xil qiyalikdagi hududlar aniqlanadi. Har bir hududda ortofototransformatsiyalash uchun suratlar tanlanadi.

Har bir stereojuft uchun o'lchangan bazislar bo'yicha aerofotosuratlarning proyeksiyalash bazisi $b_1=1.2\cdot b_{sur}$ formula bo'yicha hisoblanadi yoki ortofotonegativ aerofotosurat masshtabida hosil qilingan bo'lsa, suratda o'lchangan bazisga teng qilib o'rnatiladi. Proyeksiyalash bazisi ortofotonegativda stereojuftlikning barcha foydali maydonlari va tayanch nuqtalari transformatsiyalash va montajlash uchun tasvirlangan holda tanlab olinadi.

Ortofotonegativlarni ОФПДda hosil qilish.

Ortofotonegativlarni hosil qilishda quyidagi jarayonlar bajariladi:

1. Aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlash va modelni gorizontal holatga keltirish.
2. Ortofotonegativni tayyorlash – ortofototransformatsiyalash.
3. Ortofotonegativni fotolaboratoriyada ishlab chiqish.

Suratlarni o'zaro oriyentirlash va modelni gorizontal holatga keltirish СД asbobidagidek amalga oshiriladi.

ОФПД asbobida ortofotonegativlarni modelni gorizontal holatga keltirmasdan tayyorlanishi mumkin. Aerofotosuratlarni o'zaro oriyentirlashdan keyin modelni profillashtirishga o'tadi. Shunda hosil qilingan ortofotonegativlar fototransformatorda ishlab chiqiladi, unda aerofotosuratlarning qiyalik burchaklarining ta'siri bartaraf etiladi, ortofotosuratga tuziladigan xaritaning masshtabi beriladi.

Ortofotonegativlarni tayyorlashda (ortofototransformatsiyalash) o'ng tomondagi aerofotosurat tasviri kassetadagi fotoplyonkaga tirqish orqali proyeksiyalanadi va bir vaqtda model profillashtiriladi.

Modelni profillashtirishning mohiyati asbobning Y o'qi bo'ylab karetkalarni avtomatik harakatlanishi vaqtida operator Sh_x shturval yordamida stereomodel sirtida markani ushlashdan iborat. Shunda relyefning mayda elementlari (jarchalar, yonbag'irlarning katta bo'lmagan burilishlari, ariqchalar va h.k.) inobatga olinmaydi, aholi joylarda esa marka yer sirti bilan birlashtiriladi.

O'ng tomondagi aerofotosurat tasviri tirqish orqali kassetadagi fotoplyonkaga uzluksiz beriladi. Bir yo'lakning profillashtirishi tugatilishi bilan «qadamli» mexanizm koretka va kassetani tirqishning uzunligiga teng bir qadamga suradi va profillashtirish teskari yo'nalishda bajariladi.

Ortofotopechatlarni tayyorlash, ortofotoplanlarni montaj qilish va to'g'rilash. ОФПД asbobda tayyorlangan ortofotonegativlar joyning ortogonal proyeksiyasini ixtiyoriy masshtabda aks ettiradi, chunki geometrik model bir xil masshtabga keltirilmagan bo'ladi. Agar ortofototransformatsiyalashdan oldin gorizontal holatga keltirish amalga oshirilmagan bo'lsa, unda ixtiyoriy masshtabdagi ortofotonegativda suratning qiyalik burchagi hisobiga xatoliklar ham mavjud bo'ladi. Shuning uchun ushbu ortofotonegativlar fototransformatorda transformatsiyalanadi va ortofotopechatlar hosil qilinadi.

Ortofotopechatlar bo'yicha ortofotoplanlar montaj qilinadi va tuzatiladi.

VII BOB. YER USTI FOTOTEODOLIT SYOMKASI

7.1. Yer usti fototeodolit syomkasining mohiyati va qo'llanilishi

Fototeodolit syomkasi – fototopografik syomka turlaridan biri bo'lib, yer sirtidagi nuqtalardan joyni suratga olish va hosil qilingan suratlar bo'yicha asboblarda yirik masshtabli planlarni tuzishdan iborat. Ayrim holatlarda yer usti fotosuratlari bo'yicha joydagi nuqtalarning geodezik koordinatalari va balandliklari aniqlanadi. Yer usti fototopografik syomkani aerofotosyomka usulini qo'llash imkoni bo'lmagan joylarda, ya'ni tog'li va tog'oldi joylarda qo'llash tavsiya etiladi. Ushbu usulning kamchiligi bo'lib, relyefning qatlami va ba'zan joy predmeti bilan yopilgan joylar «o'lik» zonalar deb ataladigan, ko'rinmaydigan joylarning mavjudligi hisoblanadi.

Barcha syomka jarayoni quyidagi ishlardan iborat: tayyorgarlik, dala va kameral ishlari. Tayyorgarlik ishlari obyektga chiqishdan oldin bajariladi. Avval syomkaning texnik loyihasi tuziladi va unda suratga olish nuqtalari hamda nazorat nuqtalari tanlab olinadi. Suratga olish uchun bekat (asbob turgan nuqta)larni joyning ko'rinish yaxshi joylarda tanlash kerakki, syomka paytida iloji boricha kamroq «o'lik» zonalar bo'lsin (62- shakl).

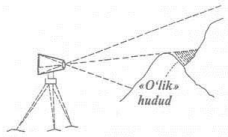
Bundan tashqari tanlangan bekatlarning joylashishi, ularni geodezik tarmoq punktlariga bog'lanish qobiliyatiga ega bo'lsin.

Kerakli aniqlikni va yaxshi stereoeffektni ta'minlash maqsadida suratga olish minimal bazisidan obyektgacha bo'lgan maksimal va minimal oraliqlar hisoblanadi.

Dala ishlari maxsus asboblar – fototeodolitlar yordamida bajariladi. Fototeodolit komplektiga kamera (joyni suratga olish uchun) va teodolit (kerakli geodezik o'lchashlarni bajarish uchun) kiradi.

Shuning uchun yer usti syomkani yana fototeodolit syomkasi deb nomlandi.

Har bir bekatda tanlangan bazisning uchlaridan joy syomka qilinadi va fotosuratlarning stereoskopik juftlari hosil qilinadi. Suratga



62- shakl. ***Suratga olishda «o'lik» zonalarning vujudga kelishi***

olishdan oldin fototeodolit kamerasi qat'iy berilgan holatda shtativga o'rnatiladi.

Suratga olish fotoplastinkalarda, ya'ni shishada amalga oshiriladi, bu esa fotomahsulot deformatsiyasini ancha kamaytiradi.

Joyning suratga olishdan tashqari proyeksiya markazlarining koordinatalarini, ya'ni suratga olish bazisning uchlari va nazorat nuqtalari koordinatalarini aniqlash maqsadida dalada yana geodezik ishlar bajariladi.

Suratga olish va nazorat nuqtalarning koordinatalari va balandliklarini aniqlash uchun gorizontal yo'nalishlar, vertikal burchaklar, masofalar va bazislar o'lchanadi va tuziladigan xaritaning relyef kesimi balandligi 1 m yoki undan mayda bo'lganda geometrik nivelirlash yo'llari o'tkaziladi.

Suratga olish, geodezik o'lchashlar va negativlarni hosil qilishdan keyin fotosuratlar tayyorlanadi. Fotosuratlarda tuziladigan planga tushirish kerak bo'ladigan barcha joydagi obyektlar tanib aniqlanadi va shartli belgilar bilan belgilanadi.

Bundan tashqari barcha nazorat nuqtalari va asoslash punktlari ham tanib aniqlanadi. Deshifrlash uchun barcha suratga olingan hudud aylanib chiqiladi. Joyning yopiq obyektlari chiziq o'lchash usullari (chiziqli qistirma yoki boshqa usullar) orqali yaxshi ko'rinadigan konturlarga bog'lanadi. Dala ishlari chizma hisobotini tuzish va barcha materiallarni tizimlashtirish va topshirish bilan yakunlanadi.

Yer usti fototopografik syomkalarning dala ishlari fototeodolitlar yordamida amalga oshiriladi. Fototeodolit komplektiga suratga olish kamerasi va teodolit kiradi. Hozirgi paytda Karl Seys (Germaniya) firmasi tomonidan chiqariladigan PhoTheo 19/1318 fototeodoliti keng qo'llanilmoqda. Ushbu fototeodolit tarkibiga 19/1318 kamera Theo 020 teodoliti, ikki metrli bazisli reykasi, uchta shtativ, uchta vizir markasi, 24 kasseta va sozlash asbobi kiradi.

Kameral ishlari. Fototeodolit syomkaning kameral ishlariga nuqtalar koordinatalari va parallaksalarini stereokomparatorda o'lçhash va universal stereoasboblarda joy planini tuzish ishlari kiradi.

Kameral ishlarni boshlashdan oldin barcha materiallar (negativlar, otpechatkalar, dala jurnallari va boshq) yig'iladi; jurnallar tekshiriladi, suratga olish nuqtalarning koordinatalari va balandliklari, bazislar uzunligi hamda nazorat nuqtalarning koordinatalari va balandliklari hisoblanadi. Barcha hisoblash natijalari Gauss proyeksiyasining sathiy yuzasiga o'tkaziladi va katalog tuziladi. Koordinata turi va suratga olish nuqtalari hamda nazorat nuqtalari tushirilgan planshetlar tayyorlanadi.

Stereokomparatorlarda koordinatalar va parallakslarni o'lchashi suratlarni koordinatalarning chiziqchalari bo'yicha oriyentirlashgina amalga oshiriladi. O'lchash natijalari jurnalga yoziladi. Joydagi nuqtalarning koordinatalarj avval fotogrammetrik shartli sistemasida suratga olish chap nuqtasi va obyektivning chap bosh optik o'qi (chap bosh nuri)ga nisbatan hisoblanadi. Keyin suratlarning tashqi oriyentirlash elementlari bo'yicha nuqtalar koordinatasi geodezik sistemaga o'tkaziladi. Ushbu hisoblashlar kompyuterda tez va qulay bajariladi.

Plan va xaritalar tuzish uchun universal stereoasboblardan foydalaniladi. Ushbu ishlar uchun Karl Seys (Germaniya) firmasi tomonidan maxsus asbob — stereoavtograf ishlab chiqilgan bo'lib, u mexanik turdagi universal asboblar prinsipida ishlaydi. Farqi shundaki, planli kesishtirish (geometrik modeli nuqtalarining koordinatalarini aniqlash) balandliklarni aniqlashdan alohida ikki gorizontal chizg'ichlar orqali bajariladi.

Hozirgi vaqtda Karl Seys firmasi tomonidan yangi universal stereofotogrammetrik asbob – «Texnokart» ishlab chiqilgan bo'lib, unda kamera fokusi f=50–215 *mm* dan hosil qilingan turli formatdagi (4x4 sm dan 23×23 *sm* gacha) yer usti fotosuratlarni grafik va raqamli ishlab chiqish mumkin. Asbobning instrumental aniqligi bo'ylama parallakslarni o'lchash o'rta kvadratik xatosi m_p=0,003 *mm* bilan tavsiflanadi.

VIII BOB. TOPOGRAFIK PLAN VA XARITALARNI YANGILASH HAMDA AEROFOTOSURATLARNI DESHIFRIRLASH

8.1. Xaritalarni fotogrammetrik va stereofotogrammetrik uslublar yordamida yangilash

Vaqt o'tishi bilan joyda turli xil o'zgarishlar sodir bo'ladi: yangi aholi punktlari, yangi yo'llar paydo bo'ladi, relyef va gidrografiya o'zgaradi. Joydagi o'zgarishlar hisobiga xaritalar eskirib boradi va natijada ushbu xaritalardan foydalanish qiyinchilik tug'diradi, ayrim hollarda esa foydalanishning imkoni bo'lmaydi. Shuning uchun topografik xaritalarni muntazam ravishda yangilab borish talab etiladi.

Xaritalarni yangilash joyni bevosita ko'rib chiqish, aerofotosyomka yoki kosmik syomka materiallari hisobiga amalga oshiriladi.

Xaritalarni yangilashda tayyorgarlik ishlari quyidagicha bo'ladi:

– xaritalarni yangilash uchun zarur materiallarni yig'ish va bir tizimga keltirish, ulardan foydalanish darajasi va tartibini aniqlash;

– joydagi o'zgarishlarni va ularning xarakterini aniqlash;

– xaritani yangilashning texnik proyektini ishlab chiqish.

Yig'ilgan materiallar ichida eng asosiysi aerofotosyomka materiallari, qolganlari esa yordamchi materiallar hisoblanadi. Transformatsiya qilingan aerofotosuratlarda stereofotogrammetrik usul yordamida joydagi o'zgarishlar aniqlanadi va xaritaga ko'chiriladi yoki aerofotosuratlardan tuzilgan fotoplanlarda barcha obyektlar deshifrirlanadi.

Suratlarni deshifrirlash joyning fotosuratidagi obyektlarni topish, ularning tavsiflarini aniqlash va mohiyatini ochib berishdan iborat. Suratlarni deshifrirlash xaritalar tuzish va yangilashdagi eng muhim va murakkab jarayonlardan biridir. Deshifrirlash aniqligi tuzilgan xaritaning sifatiga qarab baholanadi. Suratlarni deshifrirlash bir necha bosqichdan iborat: dala ishlariga tayyorgarlik, dala ishlari, deshifrirlash, suratlardagi obyektlarni chizish, xatolarni to'g'rilash va tayyor mahsulotni topshirish.

Suratlarni deshifrirlash sifati joyda obyektlarning fazoviy tarqalish qonuniyatlari bilan birga fotosuratlarning optik va geometrik

xususiyatlarini qanchalik chuqur bilishga bog'liq bo'ladi. Bunda deshifrirlashning asosini tashkil qilgan 2 ta omilni hisobga olish kerak: 1) fizik-matematik – tasvirning optik va geometrik xususiyatlari; 2) geografik – obyektlarning fazoviy joylashishi. Deshifrirlash uchun geodeziya, geografiya, aerofotografiya, kartografiya, geomorfologiya fanlari bo'yicha yetarlicha jiddiy bilim va tayyorgarlik talab qilinadi. Bundan tashqari maxsus fanlarni (qishloq xo'jaligi, o'rmon xo'jaligi, geologiyani) ham bilish kerak.

Qo'yilgan maqsad va vazifaga qarab deshifrirlash 2 turga bo'linadi:

1. Umumgeografik.
2. Tarmoqli (mavzuli, maxsus).

Umumgeografik deshifrirlash yer yuzasi to'g'risida umumlashtirilgan informatsiya olish, ya'ni yer yuzasini regional va tipologik rayonlashtirish, aloqa yo'llari, aholi punktlari, o'simliklarni va ular orasidagi bog'liqliklarni aniqlash hamda topografik xaritalarni tuzish va yangilash uchun amalga oshiriladi. U o'z navbatida, 2 xil deshifrirlash — topografik va landshaftli deshifrirlashga bo'linadi. Suratlarni topografik deshifrirlash topografik xaritada tasvirlanishi lozim bo'lgan obyektlarni anglash, ular orasidagi bog'liqlik va tavsiflarini aniqlash maqsadida olib boriladi. Topografik deshifrirlash xaritalarni yaratish va yangilashda asosiy jarayonlardan biri hisoblanadi.

Landshaftli deshifrirlash maxsus texnik vazifalarni yechish va yer yuzasini o'rganish uchun joyni regional va tipologik rayonlashtirish maqsadida amalga oshiriladi.

Tarmoqli deshifrirlashning ko'p turlarini ajratish mumkin. U asosan yer yuzasi va atmosferada joylashgan obyektlarning alohida xususiyatlari va qonuniyatlarni aniqlash va shu bilan bog'liq bo'lgan vazifalarni yechish maqsadida olib boriladi. Deshifrirlash turlari bir-biridan keskin farq qilmaydi. Xususan bu deshifrirlashning barcha turlarida qo'llaniladigan metodlarning va ishni bajarish usullarining bir xilligida ko'rinadi. Ishni tashkillashtirish va uni bajarish sharoitiga ko'ra quyidagi deshifrirlash metodlari ajratiladi:

1. Deshifrirlashning dala metodi suratda anglash mumkin bo'lmagan va mufassal tekshirilishi lozim bo'lgan obyektlarni bevosita joyning o'zida o'rganishni nazarda tutadi. Bu metodning asosiy kamchiligi ishning mashaqqatliligi va ko'p xarajatlar talab qilishidir. Bundan tashqari dalada deshifrirlashni tashkillashtirish ham bir muncha murakkabdir. Lekin bu metodda tuzilgan xaritalarning aniqligi yuqori bo'ladi.

2. Deshifrirlashning aerovizual metodining mohiyati obyektlarning tasvirini samolyot yoki vertolyotdan turib aniqlashdan iborat. Bu metod ish unumdorligini oshirish bilan birga sarf-xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birga suratlarni deshifrirlashning bu metodi operatorlardan obyektlarni qisqa vaqt ichida tez oriyentirlash, anglash va topish bo'yicha maxsus tayyorgarlikni talab qiladi.

3. Kameral metod obyektlarni anglash, topish va uning tavsiflarini aniqlashni dalaga chiqmasdan fototasvir xususiyatlarini o'rganish hisobiga amalga oshirishni nazarda tutadi. Suratlarni kameral deshifrirlashda bir yechimga kelish uchun suratda aniq qiyofada tasvirlangan obyektlarning belgilari asos bo'lib xizmat qiladi.

4. Suratlarni deshifrirlashning kombinatsiyalangan metodida obyektlarni anglash, topish va tavsif larini aniqlash bilan bog'liq ishlarning asosiy qismi kameral sharoitda bajariladi. Dalada yoki uchish vaqtida (aerovizual) esa kameral sharoitda aniqlash imkoni bo'lmagan obyektlarni, ularning tavsiflarini anglash va aniqlash ishlari olib boriladi.

Aerofotosuratlarni deshifrirlash mexanizatsiyalashganlik darajasiga qarab vizual, avtomatik va kombinatsiyalashgan (inson va mashina) usullarda amalga oshiriladi:

1. Vizual usul — hozirgi kunda suratlarni deshifrirlashning asosiy usuli hisoblanadi. Avtomatik usullarning rivojlangani bilan dala va aerovizual metodlardagi ishlarni amalga oshirishda vizual usul ko'proq qo'llanilmoqda. Vizual deshifrirlashda insonning ko'zi va miyasi suratdagi informatsiyani qabul qiladi va qayta ishlash vazifasini amalga oshiradi. Agar ko'z qurollanmagan bo'lsa, bevosita vizual deshifrirlash amalga oshiriladi. Lekin, odatda, inson ko'zining imkoniyatlarini kengaytiradigan texnik vositalardan foydalaniladi. Bunday paytda instrumental vizual deshifrirlash amalga oshiriladi. Deshifrirlash masalalarini muvaffaqiyatli yechish uchun ko'pincha berilgan rayon bo'yicha deshifrirlash namunasi ko'rsatilgan suratlardan foydalaniladi. Bu suratlar etalon suratlar deyiladi. Ulardan foydalanishga asoslangan deshifrirlash usuli esa etalonlar bo'yicha vizual deshifrirlash deb yuritiladi.

2. Suratlarni mashina yordamida deshifrirlash usuli deshifrirlashning barcha bosqichlarini maxsus qurilmalar yordamida amalga oshirishni nazarda tutadi. Bu usulning rivojlanishi ish unumdorligini oshirish bilan birga inson mehnatini yengillashtirish imkonini beradi. Bu usulning

mikrofotogrammetrik, fotoelektron, fazoviy filtratsiya va kombinatsiyalashgan turlari ajratiladi:

a) mikrofotogrammetrik usul obyektlarning fototasvirida uning xususiyatlari va statistik tavsiflari orasidagi korrelyatsion bog'liqlikdan foydalanish asosida amalga oshiriladi. Bunda fototasvirning fotogrammetrik (o'rtacha zichlik, optik zichlikning korrelyatsion funksiyalari), geometrik (o'rtacha kattalik, qiyalik) va boshqa tavsiflaridan foydalaniladi;

b) fotoelektron usul mikrofotogrammetrik usulga o'xshash bo'lib, bu yerda ma'lumotlar bir vaqtning o'zida olinadi va parallel ravishda qayta ishlanadi. Bu ishlar «Perseptron» tipidagi qurilmalar yordamida bajariladi;

d) fazoviy filtratsiya usuli obyekt xususiyatlari va uning tasvirdagi fazoviy chastotadagi spektrlar orasidagi korrelyatsion bog'liqlik asosida amalga oshiriladi.

3. Deshifrirlashning kombinatsiyalashgan usulida operator-deshifrirlovchi bilan avtomatik tizimlar orasida bog'liqlik muhim o'rin tutadi. Inson avtomatik tizimlarga nisbatan deshifrirlash jarayonini tez va ishonchli bajarishga qodir. Avtomatik tizimlar esa insonga ma'lumot olish va bir yechimga kelish uchun asosli ma'lumotlarni berishi kerak. Shundagina bu ikki usul birlashib nisbatan mukammal deshifrirlash usulini yaratadi.

Deshifrirlash nazariyasi va amaliyotida u qanaqa metod yoki usulda bajarilmasin, aniqlanadigan obyektlarning tasnifi (10- jadval) muhim ahamiyat kasb etadi.

8.2. Aerofotosuratlarni kameral usulda deshifrirlash

Kameral usulda obyektlar bevosita aerofotosurat yoki fotoplandan foydalanib deshifrirlanadi.

Suratlarni deshifrirlash — to'g'ri va to'ldiruvchi deshifrirlash belgilari asosida amalga oshiriladi. To'g'ri belgilar — bu obyektning tabiatdagi tavsiflari — shakli, o'lchami, rangi, soyasi, tarkibi. To'ldiruvchi belgilar — obyektlar orasidagi bog'liqliklar, bir-biriga nisbatan joylashishi, harakat izlari va h.k.

To'g'ri deshifrirlash belgilari. To'g'ri deshifrirlash belgilari deb, suratda deshifrirlovchi shaxs bevosita ko'rishi mumkin bo'lgan

10- jadval

Deshifrirlash jarayonida obyektlarning tasnifi

Obyektlarning tasnifi	Obyektlarning tasnifiy guruhlari	Obyektlarga misollar
Aerofotosuratlarni deshifrirlash turlari bo'yicha	Topografik	Aholi punktlari, gidrografiya, o'simlik, yo'llar, muxandislik inshootlari
	Landshaft	Tekislik, tog', cho'l
	Geologik obyektlar	Yer yuzasidagi yoriqlar, relyef strukturasi
Obyektlarning kelib chiqishi bo'yicha	Tabiiy	O'rmon, ko'l, botqoqlik
	Sun'iy	Aholi punktlari, yo'llar, ko'priklar
Absolyut ko'rsatkichlari va chiziqli o'lchamlari bo'yicha	Kompakt (ixcham)	Uy, alohida daraxt
	Chiziqli	Yo'llar, daryo, irmoqlar
	Maydonli	Shahar, o'rmon, aerodrom
Obyektlarning tarkibi bo'yicha	Oddiy	Alohida uy, daraxt, ko'prik
	Murakkab	Aholi punktlari, o'rmon, aerodrom
Quyosh nurini qaytishi bo'yicha	Kam kontrastli	Botqoqliklar, haydalmayerlar
	Kontrastli	Aholi punktlari, o'rmonlar
	Yuqori kontrastli	Sun'iy qoplamali yo'llar, suv obyektlari
Obyektlarning mavjudligi bo'yicha	Dinamik	Dengizlardagi muzliklar, bulutlar
	Statsionar	Gidrografiya, aholi punktlari, aloqa yo'llari

obyektlarning xususiyatlariga aytiladi. Unga shakl, o'lcham, rang, tarkib, tasvirlangan obyektning soyasi kiradi.

Tasvirning shakli — bu obyekt va uning xususiyatlarini anglashdagi to'g'ri deshifrirlash belgisidir. Deshifrovkachi ko'z bilan kuzatganda, birinchi navbatda, predmetlarning shaklini ajratadi. Aerokosmik suratlarda obeyktlarning shakli tabiatda qanday bo'lsa, shundayligicha tasvirlanadi. Faqatgina suratning chetlarida bu qonuniyat buzilishi mumkin. Masalan, baland binolar, fabrika mo'rilari og'gan holda ko'rinadi va bu xatolar transformatsiya qilish orqali yo'q qilinadi. Suratdagi shakllarning aniq va noaniq turlari ajratiladi. Aniq shakllar ishonchli deshifrirlash belgilari sifatida xizmat qilib, asosan, sun'iy inshootlarga tegishlidir. Masalan, aholi punktlari, yo'llar, aerodrom. Noaniq shakllar, asosan, maydon bo'yicha cho'zilgan tabiiy obyektlarga tegishli bo'lib, ular deshifrirlashda aniq deshifrirlash belgilari sifatida namoyon bo'lmaydi (o'tloq, o'rmonlar).

Tasvir o'lchami — to'la aniqlikka ega bo'lmagan deshifrirlash belgisidir. Tasvir o'lchami suratning masshtabiga bog'liq bo'ladi. Obyektning haqiqiy o'lchamini masshtab orqali ifoda yoki boshqa aniq obyektlar bilan taqqoslash orqali quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$L = \frac{L'l}{l'}. \qquad (8.1)$$

Bu yerda: L — aniqlanayotgan obyektning haqiqiy uzunligi, L' — aniq obyektning haqiqiy uzunligi; l — aniqlanayotgan obyektning suratdagi uzunligi; l' — aniq obyektning suratdagi uzunligi; m — suratning masshtabi.

Tasvir kontrastligi — inson ko'zi oq-qora tasvirning 25 xil darajasini ajratadi. Tasvirning bu belgisi obyektning quyosh nurini qanchalik darajada qaytarishiga bog'liq.

Tasvirning rangi — rangli suratlarda obyektlarning tabiatdagi ranglari tasvirlanadi, bu ham asosiy deshifrirlash belgilariga kiradi.

Obyektning soyasi — bu belgi ijobiy yoki salbiy bo'lishi mumkin. Ijobiy bo'lganda obyektlar soyasi obyektlar yoki ularning tavsiflarini aniqlashga imkon beradi. Salbiy bo'lganda esa soya boshqa obyekt va ularning elementlarini yopib qo'yadi. Obyektning soyasi orqali ularning balandliklarini aniqlash mumkin. Obyektning balandligi suratning masshtabi yoki aniq obyektlar o'lchami asosida quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$h = \frac{h'l}{l'}. \qquad (8.2)$$

Bu yerda: h — aniqlanayotgan obyektning balandligi; h' — aniq obyektning balandligi; l — balandligi aniqlanadigan obyektning soyasi uzunligi; l' — aniq obyektning soyasi uzunligi.

To'ldiruvchi belgilar suratda bevosita inson ko'ziga ko'rinmaydi. Inson uni o'zining hayotiy tajribasi asosida mantiqan fikrlagan holda topadi. Masalan:

1. Odam yashaydigan inshootlar boshqa inshootlarga nisbatan yo'llarga yaqinroq quriladi.

2. So'qmoq yo'llar, buloq yoki ular daryoga borgan bo'lsa kechuv joyi borligini bildiradi.

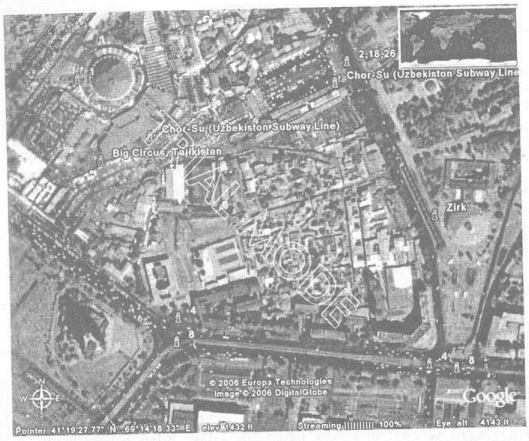
3. Obyektning rangi — qishloq xo'jaligi yerlari sug'orilganda boshqa rangda bo'ladi.

Aholi punktlarini deshifrirlash. Suratdan har turdagi aholi punktlarini deshifrirlash murakkab jarayondir. Yakka inshootlar suratlarda boshqa obyektlarga qaraganda tezroq ko'zga tashlanadi, shuningdek, zich joylashgan aholi punktlari ham.

Aholi punktlari, aholi soni va ma'muriy hududiy ahamiyatiga ko'ra bo'linadi. Aholi punktlarini deshifrirlash dala tekshiruv ishlari yoki alohida yo'nalishlar bo'yicha amalga oshiriladi. Bunda deshifrirlanayotgan ko'cha, binoning tabiatdagi holati bilan solishtiriladi va suratga tushuntirish xati yoziladi (ko'chaning nomi, binoning qanaqa materialdan qurilganligi, aholi yashash-yashamasligi). Suratda aholi punktlarini deshifrirlab bo'lingandan keyin, ular atrofida o'simlik va daraxt, tomorqa yerlari shartli belgilar asosida tushiriladi. Shuning bilan birga aholi punktlarini deshifrirlashda zavod, fabrika, inshootlar ham deshifrirlanadi. Deshifrovka qilinayotgan aholi punktlari, inshootlarning 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.

2. Qishloq tipidagi inshootlarning 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.



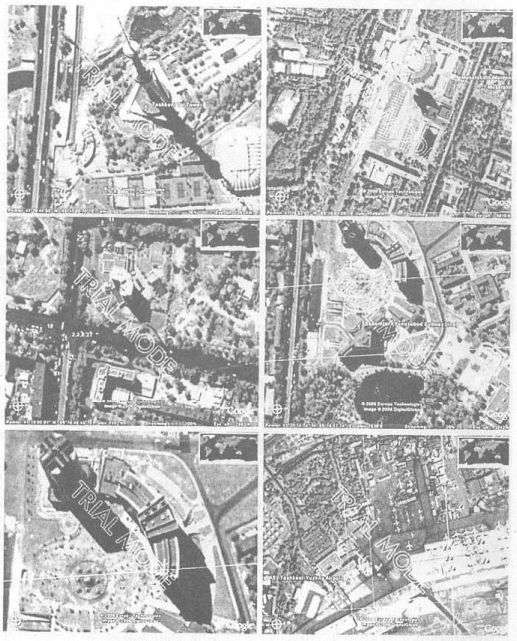
63- shakl. ***Shahar tipidagi inshootlarning yirik masshtabli kosmik suratda tasvirlanishi***

3. Dala hovli– bino, odatda, daraxtzor yoki o'simliklar oralig'ida bo'ladi. Bu uylarning atrofida tomorqa yoki boshqa inshootlar yo'q.

4. Ma'lum tizimsiz inshootlar – aholi punktlaridagi binolar zich lekin tartibsiz joylashgan. Bunga tog' va tog'oldi joylaridagi qishloqlarni misol qilish mumkin.

5. Hovli – uy atrofini o'rab turgan qaytarilgan maydon. Aero-suratlarda hovlilar yaxshi ko'rinadi (tomorqa, ayvon, mevali daraxtlar).

6. Sanoat va boshqa xarakterdagi inshootlar, 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.

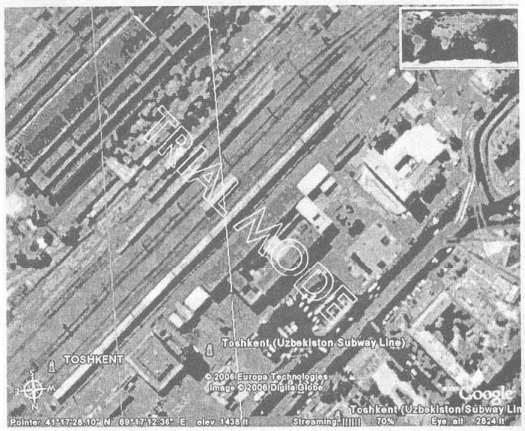


64- shakl. ***Yirik masshtabli kosmik suratlarda turli tipdagi inshootlarning ko'rinishi***

6. Karyerlar – ochiq usulda foydali qazilmalar olinadigan joy. Suratda chuqurlik o'yilgan shaklda ko'rinadi.

Aloqa yo'llarini deshifrirlash. Temir yo'llar – ularni deshifrirlash unchalik qiyinchilik tug'dirmaydi. Temir yo'llar o'zining tekisligi,

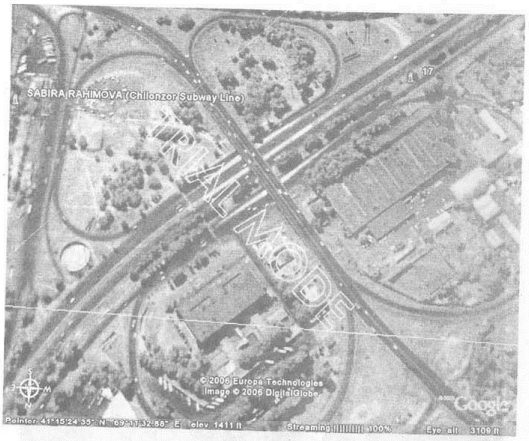
ensizligi, o'rmon, o'simliklar orasidan o'tishi bilan xarakterlanadi. Elektrlashgan temir yo'llar elektr tayanch moslamalari, elektr to'rlari bilan ajralib turadi. Temir yo'llar ensizligi va keskin burilishlarning yo'qligi bilan avtomobil yo'llaridan ajralib turadi. Ishonchli deshifrirlash belgilaridan yana biri bu temir yo'l yonidagi vokzal, stansiya, razyezdlarning mavjudligidir.



65- shakl. ***Temir yo'llarning suratlardagi ko'rinishi***

Avtostradalar – eni 14 m dan kam bo'lmagan, har qanday avtotransport 120 km/s tezlikda harakatlana oladigan asfalt yoki temir-beton qoplamali magistrallaridir. Birlamchi deshifrirlash 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.



66- shakl. Avtostradalar

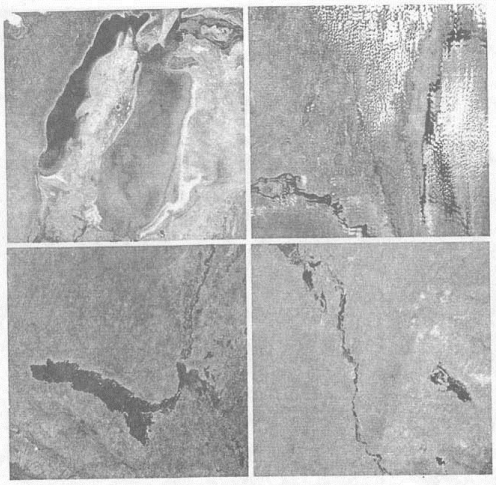
O'rmon yo'llari relyefga bog'langan holda o'zining egriligi bilan ajralib turadi. Qalin daraxtzorlarda bu yo'llar yo'qolib, o'rmondan keyin yana davom etib ketadi. Grunt yo'llari qoplamasiz tabiiy yo'llar hisoblanadi.

Gidrografiyani deshifrirlash. Gidrografiyani deshifrirlashda barcha suv obyektlarining 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 obyektlari qirg'oqlari.



67- shakl. ***Gidrografik obyektlarning ko'rinishi***

Suratlardan ochiq suv havzalarini topish va aniqlash qiyin emas, chunki ular yuqori kontrastliligi va aniq chegarasi bilan boshqa obyektlardan ajralib turadi.

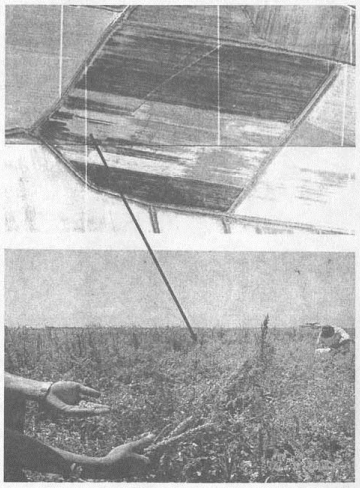
Deshifrirlash paytida qurib qoluvchi suv havzalarini jarliklar bilan adashtirmaslik kerak. Ular suratda qirg'oq chiziqlari aniqligi va pastki qismi ko'pincha to'q rangda bo'lishi bilan ajralib turadi. Daryolarning oqim yo'nalishi quyidagi belgilarga: orollarning o'tkir qismi daryo oqim yo'nalishiga teskari holda joylashishi, irmoqlar kelib quyilgan burchak o'tmas bo'lishi hamda irmoqlarning kelib qo'shilishiga qarab aniqlanadi. Zarur bo'lganda suv obyektlarining sifati to'g'risida ma'lumot olish uchun dala ishlari olib boriladi. Barcha suv obyektlari suratga belgilangan

shartli belgilar ostida tushiriladi. Bundan tashqari deshifrirlash paytida to'ldiruvchi belgilarga ko'ra buloqlar, plotinalar, suv taqsimlagich qurilmalari aniqlanadi.

Relyefni deshifrirlash. Topoxaritalarda relyef gorizontallar bilan tasvirlanadi. Deshifrovka vaqtida relyefni to'ldirib turadigan va chegara bo'lib xizmat qiladigan relyef shakllarini bilish lozim. Aholi punktlari, o'rmonlar, tekisliklar relyef tasvirini chegaralab turadi. Relyef tashqi ko'rinishiga qarab salbiy va ijobiy guruhlarga bo'linadi:

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

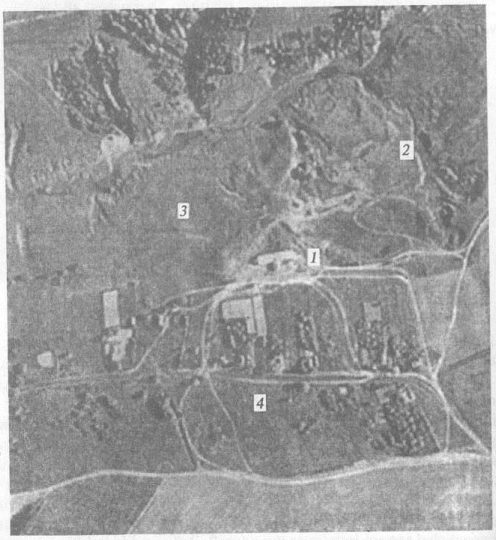
Salbiy relyef shakllariga botiq, cho'kkan shakllar, jarliklar, vodiy, va h.k. kiradi.



68- shakl. ***G'alla ekin maydonlaridagi begona o'simliklarni aniqlash***

Relyef shakllari, asosan, maxsus stereofotogrammetrik asboblarda deshifrirlanadi.

Qishloq xo'jaligida deshifrirlash. Havodan va koinotdan olingan suratlar orqali qishloq xo'jaligini o'rganishi tez rivojlanib bormoqda. Eng muhimi, bu suratlar joyni iqtisodiy-geografik o'rganishda uni qishloq xo'jaligi ishlab chiqishning xususiyatlarini tekshirishda yordam beradi. Shu bilan birga qishloq xo'jaligi ekinlarining holatini, yerdan foydalanish yo'llari, unumdorligi va monitoring vazifalarini yechishda suratlar muhim manba bo'lib xizmat qilmoqda.

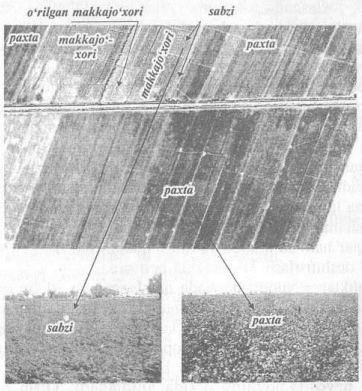


69- shakl. ***Qiyalikda joylashgan o'tloqning tasvirlanishi***

Qishloq xo'jaligini suratlar orqali o'rganish yo'llari nihoyatda ko'p va ular asosan 2 xil vazifani yechish uchun mo'ljallanganligini ham ko'rsatish kerak. Birinchi vazifa monitoring qilish, ya'ni yerlar, ekin maydonlari, ekinlarning holati, agrotexnik va meliorativ tadbirlar erlarning ko'lami. Shu asosda turli xil ko'rsatkichlar baholanadi va oldindan aytib beriladi. Masalan, hosildorlik, yalpi hosil miqdori. Ko'rinib turibdiki, bu guruhdagi vazifalar asosan xususiy vazifalarni yechishga qaratilgan.

Ikkinchi asosiy vazifa – geografik va qishloq xo'jalik mulkini hisobga olish masalalarini yechishdir.

Bu umumiy masalalar bo'lib, yerlar fondini o'rganib qishloq xo'jaligini hududiy tashkil qilish elementlarini tekshirish, qishloq xo'jaligi rayonlarini ajratish, ekin maydonlarining tarkibi va holatini o'rganib, dehqonchilik unumdorligini va samaradorligini baholash kabi masalalardir. Shular qatorida turli xil yerlar va ulardan foydalanish xaritalarini tuzish, qishloq xo'jaligini rayonlashtirish loyihalarini barpo etish ishlari bajariladi. Qishloq xo'jalik obyektlarining xususiyatlari



70- shakl. ***Suratlardan ekin turlarini deshifrirlash***

ularning suratda o‘rganish ishlariga katta ta’sir qiladi. O‘simlik qoplami faslga oid o‘zgarib turadi va uning nur qaytarish xususiyatlarida aks etadi. Natijada turli faslda olingan suratlardagi qishloq xo‘jaligi obyektlarining tashqi ko‘rinishi o‘zgaruvchan bo‘ladi.

Bir tomondan, bu o‘simliklarni bir-biridan aniqroq ajratishga katta yordam beradi, chunki turli xil ekinlar nur qaytarish qobiliyati kabi o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Ularni o‘zgarib turish qonun-qoidalarini bilib turib, turli xil masalalarni hal qilish mumkin. Demak, har bir o‘simlikning suratdagi tasviri uning fenologik rivojlanishiga bog‘liq.

Grunt qoplamini deshifrirlash. Qumlar – topografiyada qumlarni relyef shakllariga qarab tasniflanadi va ular tekis, dyunali, gryadali, barxanli qumlarga bo‘linadi.

Tekis qumlar relyef shakllariga ega emas. Ular, asosan, daryo, ko‘l, suv ombor qirg‘oqlarida plyajlar ko‘rinishida uchraydi. Namlangan qumlar suratlarda qora rangda bo‘ladi.

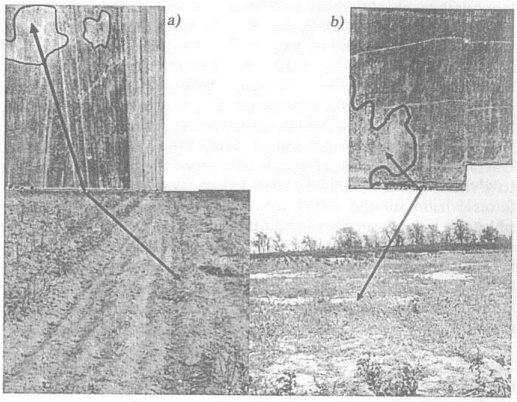
Dyunali qumlar – zanjirsimon shaklda shamol yo‘nalishi bo‘yicha assimmetrik joylashadi. Ularning o‘rtacha kattaligi 5—30 m gacha bo‘ladi, ularning qiyalik burchagi 40–30° ni tashkil qiladi.

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. Ularning balandligi 70 m gacha bo‘lishi mumkin.

Barxan qumlari – yarim oy shaklidagi o‘simlik bilan mustah-kamlanmagan qumlardir. Bu qumlar ham birlamchi belgilariga ko‘ra deshifrirlanadi. Ularning o‘ziga xos tomoni shundaki, suratga tushgan barxanlar ma’lum bir davrdan keyin yo‘q bo‘lishi mumkin, chunki ular mavsumiy shamollar ta’sirida ko‘chib yuradi.

Tuproqlar ham suratlarda yaxshi o‘qiladi. Sho‘rlangan va qumloq tuproqlarni deshifrirlash 71- shaklda berilgan.

Botqoqliklar – yuqori darajada namlangan va 30 sm qalinlikdagi torf mavjud bo‘lgan, suv yoqtiradigan o‘simliklar 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 bir muncha quriydi.



71- shakl. ***Qumli (a) va sho‘rxok (b) tuproqlarni aniqlash***

Koinotdan olingan suratlarni deshifrirlash. Geografik tadqiqotlarda kosmik suratlarni ishlatish tartibi o‘ziga xos xususiyatlarga ega va quyidagi shakllardan iboratdir:

1. Kosmik ma’lumotlarni to‘plash, ularni ko‘zdan kechirish va baholash.
2. Tadqiq qilinadigan joy to‘g‘risidagi adabiyotlar hamda kartografik ma’lumotlar bilan tanishib chiqish.
3. Suratlarni tayyorlash va qaytadan ishlash.
4. Suratdagi tasvirni tahlil qilish.
5. Olingan ma’lumotlarni tartibga keltirish va shaklga solish.

Kosmik ma’lumotlarni to‘plash ishlari ko‘pincha olib boriladigan tadqiqotning maqsadiga hamda mavzusiga bog‘liq bo‘lib, har bir tadqiqotda har xil bo‘lishi mumkin. Kosmik suratlar xaritalar tuzishda 2–4 martta kattalashtirilgan holda qo‘llaniladi.

Joy to‘g‘risidagi adabiyotlar bilan tanishish, suratlarni ko‘zdan kechirish va ularni topografik hamda geografik xaritalar bilan

taqqoslashda obyektlarning belgilariga, ularning qiyofasiga ko‘proq e’tibor beriladi. Aniqlangan to‘g‘ri va to‘ldiruvchi belgilar tartibga keltiriladi va shunga ko‘ra kerakli ma’lumotlarga boy bo‘lgan suratlar tanlab olinadi hamda qayta ishlash to‘g‘risida tadbirlar amalga oshiriladi. Suratlarni ishga tayyorlash deganda, ularning geometrik xatolarini yo‘qotish, kerakli masshtabga keltirish kabi fotogrametrik ishlarni bajarish, tasviriy xususiyatlarini yaxshilash bilan bog‘liq ishlar tushuniladi. Suratlarni qaytadan ishlash ulardan foydalanish qulayligini oshiradi. Qayta ishlash jarayonida oddiy filtrlar qo‘llab fotografik tasvir to‘g‘rilanishi mumkin. Hozirgi kunda skanerli, televizion va fototelevizion suratlar EHM yoki optik-elektronli yo‘l bilan qayta ishlanadi. Kosmik suratlarni ishlatish (tahlil qilish ishlari) laboratoriya sharoitida bajariladi. Laboratoriya sharoitida suratlarni tahlil qilishning takomillashtirilishi uning turli jarayonlarini avtomatik yo‘l bilan bajarilishiga qaratilgan. Ushbu suratlarni ishlatish yo‘li ko‘pgina turli xil kartografik manbalardan foydalanishni talab qiladi. Laboratoriya sharoitida suratlarni tahlil qilish asosan 3 usulda amalga oshiriladi.

1. Ko‘z bilan chamalab tasvirini tahlil qilish.
2. Tasvirni tahlil qilishda asosan o‘lchov ishlariga tayanib joy to‘g‘risida xulosa chiqarish.
3. Avtomatik asboblardan foydalanib tasvirni tahlil qilish.

Ko‘z bilan chamalab tasvirini tahlil qilish keng ma’noda ehtimoliy bo‘lib, boshqa tasvirni tahlil qilish yo‘llaridan foydalanishni talab qiladi, chunki joyning suratini tekshirib, inson sifatli ko‘rsatkichlarni aniqlash mumkin, ya’ni obyektning turi, joyning xilma-xilligi va h.k., lekin miqdor ko‘rsatkichlarni aniqlash uchun turli o‘lchovlarni bajarish lozim. Tasvirni ko‘z bilan chamalab tahlil qilishning eng ishonchlisi uning uch o‘lchovli modelini kuzatishdir. Tasvirni tahlil qilish, uni umumiy o‘rganishdan boshlab, ma’lumot to‘plangan sari alohida olingan joy yoki obyektni o‘rganishga o‘tiladi. Tasvirlangan obyektning avval umumiy shakli, so‘ng uning mazmunini o‘rganish mumkin. Kosmik suratlarni ko‘z bilan chamalab o‘rganish tartibi aerosuratlarni tahlil qilishdan farq qiladi, chunki uning tasviri umumlashtirilgan va to‘ldiruvchi belgilarning ahamiyati birinchi darajada bo‘lib qoladi. Kosmik suratlarni o‘rganishda birinchi darajali vazifa uning geografik bog‘lanishlarini aniqlash, ya’ni uni xarita bilan taqqoslab kosmik suratdagi joyning geografik joylanishini aniqlashdir. Geografik bog‘lashda gidrografik elementlar asos qilib olinadi, chunki ularning shakli o‘ziga xos xususiyatlarga ega va boshqa

obyektlardan yaqqol ajralib turadi. Laboratoriya sharoitida suratlarni o‘rganish namunali deb qabul qilingan suratlardan keng foydalaniladi.

Sonli ko‘rsatkichlarni to‘plash maqsadi bilan tasvir tahlil qilishda obyektlarning turli o‘lchovlari – katta-kichikligi, kengligi, uzunligi, nisbiy balandligi, maydoni va boshqalar aniqlanadi. Obyektlarning spektrli qiyofasi hamda geometrik o‘lchovlari birgalikda ishlatilganda suratni tahlil qilish ishonchliligi va aniqligi ortadi. Tahlil qilishda qo‘llaniladigan asboblar asosan quyidagi maqsadlarda ishlatiladi:

1. Surat orqali obyektlarning katta-kichikligi, kengligini, maydonlarini aniqlash maqsadida.
2. Obyektlarning nisbiy balandliklarini.
3. Tasvirning optik xususiyatlari (rangi och-to‘qligi, quyuqligi)ni o‘rganish maqsadida.

Bunday asboblarga stereoskop, universal stereofotogrammetrik asboblar kiradi.

IX BOB. MUHANDISLIK FOTOGRAMMETRIYASI

9.1. Muhandislik maqsadlarda fotogrammetrik va stereofotogrammetrik ishlarni qo'llash

Turli muhandislik inshootlarini qidiruv, loyihalash, qurish, qayta qurish va foydalanishda aerogeodezik ishlar natijalaridan keng foydalaniladi. Muhandislik aerogeodezik ishlar, xususan, turli chiziqli (avtomobil va temir yo'llar, kanallar, quvuro'tkazgichlar, elektr uzatish va aloqa chiziqlar) muhandislik inshootlari, aeroport va aerodromlar, foydali qazilmalarni ishlab chiqishni loyihalash va qurishda yuqori samaraga ega. Zamonaviy muhandislik aerogeodezik ishlar natijasida joy, undagi asosiy topografik, geologik va gidrologik obyektlar to'g'risida batafsil ma'lumot to'planadi. Hozirgi paytda muhandislik inshootlarini loyihalash uchun joy to'g'risida dastlabki ma'lumotlarni yig'ish aerofotosuratlarni maxsus deshifrirlash va fotogrammetrik o'lchashlar yordamida amalga oshiriladi. Joy to'g'risida olingan ma'lumotlar matematik yoki joyning raqamli modelida, maxsus plan va xaritalarda belgilanadi hamda muhandislik loyiha qidiruv ishlarni amalga oshirish uchun xizmat qiladi.

Muhandislik inshootlarni loyihalash jarayonida fotogrammetrik o'lchashlar asosida nafaqat loyihalanadigan inshootlarning o'lchamlari va o'rnilarini aniqlash, balki ishlar jarayonida duch keladigan xususiyatlar va holatlar ham hisobga olinadi. Tadqiqot ishlarining ichida aerogeodezik ishlar eng asosiysi hisoblanadi. Ular yordamida aerofotosuratlarda, stereomodel va joyning matematik modellarda trassa o'qlarini o'tkazish, ularning chiziqlari va burchaklarini o'lchash, piketlarga bo'lish, loyihalanadigan inshootning trassasi va o'qlarini nivelirlash, joyning alohida murakkab uchastkalarini topografik syomka qilish kabi ishlar bajariladi. Aerogeodezik usullar muhandislik inshootlar loyihalarini tuzish, joyga ko'chirish hamda ishchi hujjatlarini tayyorlash uchun kerak bo'lgan joy to'g'risidagi barcha ma'lumotlarni to'plashga qaratilgan aeroqidiruv ishlarni amalga oshirish uchun asos hisoblanadi.

Hozirgi zamon aerogeodezik tadqiqot ishlarning mahsulotini tekis va relyefi murakkab joylarda yo'l trassasi 1:5000 masshtabli fotosxemalar

ko'rinishida, relyefi juda murakkab va tog'li joylarda esa masshtabi 1:2000, relyef kesimi balandligi 1,0 m bo'lgan topografik plan yoki ortofotoplanlar ko'rinishida tuzish tavsiya etiladi. Aerodromlarni loyihalash uchun masshtabi 1:2000, relyef kesimi balandligi 1,0 m topografik planlar yoki ortofotoplanlar tuziladi.

Avtomobil yo'llar trassalarining qo'shni uchastkalari va o'tish ko'priklarida marshrutli stereofotosxemalardan yoki yo'l ko'tarmalarini joylashtirishda alohida stereojuftlardan foydalaniladi.

Hozirgi paytda avtomobil yo'llar, o'tish ko'priklari va aerodromlarni loyihalashda avtomatizatsiyalashgan loyihalash sistemalar (ALS) va GIS texnologiyalarni qo'llash tavsiya etiladi. Buning uchun boshlang'ich ma'lumotlarni yig'ish va joyning muhandislik modelini tuzishni uchta asosiy yo'nalishda bajarish mumkin: muhandislik geodezik; aerogeodezik (stereofotogrammetrik) va kameral kartografik. Ma'lumotlar yig'ishning yer usti muhandislik geodezik yo'nalishi eng aniq va batafsil, lekin o'z vaqtida ko'p vaqt va sarf-xarajat talab qilganligi uchun samaradorligi past hisoblanadi.

Aerogeodezik ishlar takomillashtirilib, unda aerofotosuratlarni maxsus deshifrirlash, EHM da dastlabki ma'lumotlar va hisoblashlar natijalarini avtomatlashgan holda yozish bilan yuqori aniqlikdagi fotogrammetrik o'lchashlar bajariladi. Bundan tashqari aerofotosuratlarda yuqori aniqlikdagi fotogrammetrik o'lchashlarni analitik hisoblashlar va avtomatlashgan grafik tuzilmalarni birgalikda amalga oshiradigan stereofotogrammetrik asboblarni ham qo'llash mumkin. Bunday asboblar aerofotosuratlarni ishlab chiqish jarayonida fotoplyonka deformatsiyasi uchun tuzatmalar kiritishga va barcha masalalarni majmuali samarali hal etish uchun nazorat qilishga imkon beradi, majmuali masalalarni yuqori aniqliqdagi stereokomparator (СКБ-1), zamonaviy kompyuter va avtomatlashtirilgan grafotuzilmalarni qo'llab, alohida bo'lib hal qilish mumkin.

Ma'lumotlar yig'ishning kameral kartografik yo'nalishida joyning raqamli muhandislik modelini tuzish uchun mavjud kartografik materiallar qo'llaniladi. Bunday raqamli modellarni mavjud xaritalar bo'yicha tuzishda maxsus avtomatlashtirilgan digitayzer (raqamlantirgich)lar – grafik ma'lumotlarni raqamli formaga o'zgartiradigan moslamalar qo'llaniladi.

O'tish ko'priklaridagi aerogeodezik tadqiqotlar o'tish ko'priklarining joyi daryo vodiysining topografik, gidrologik va geologik sharoitlariga

qarab tanlanadi. Bu sharoitlar aer. otosuratlarni maxsus deshifrirlash jarayonida aniqlanadi.

Katta sun'iy inshootlarni joylashtirish o'rni fotosuratlarni stereoskopik ko'rish hamda kameral dala deshifrirlash natijalarini hisobga olgan holda tanlanadi.

Katta inshootlarni mufassal loyihalash maqsadida aerotopografik syomka bajarilib, o'tishlar o'qi va gidrostvorlar fotogrammetrik nivelirlanadi. Joyning aerofototopografik syomkasi stereofotogrammetrik, analitik va murakkab usullarda bajariladi. Ish tarkibiga quyidagilar kiradi: aerofotosyomka, topografik deshifrirlash, aerofotosuratlarni planli-balandlik bog'lash, planli-balandlik asosni fotogrammetrik zichlash, relyefni chizish, aerofotosuratlarni transformatsiyalash, topografik plan yoki fotoplanni tuzish va rasmiylashtirish.

Stereofotogrammetrik va analitik usullar asosiy syomka ishlarini fotogrammetrik asboblar va EHM da kameral sharoitda bajarishni ko'zda tutadi. Kombinatsiyalashgan usulda konturlarni, syomkasi aerofotosuratlarni kameral fotogrammetrik ishlab chiqish asosida amalga oshiriladi, planli-balandlik asos, relyef syomkasi va fotosuratlarni deshifrirlash esa dalada geodezik asboblar yordamida bajariladi.

Stereofotogrammetrik va analitik usullar relyef shakllari yaqqol ifodalanadigan joyning barcha sharoitlarida, kombinatsiyalashgan usul esa relyefi kuchsiz ifodalangan o'rta daraxtli va tekis joylarda qo'llaniladi.

Aerodromlardagi aerogeodezik tadqiqotlar aerodromni asosiy shartlarini qoniqtiradigan joyni tanlashdan boshlanadi. Bu ishlar mavjud yirik 1:10 000 –1:50 000 masshtabli xaritalar va oldingi yillardagi aerofotosuratlar bo'yicha olib boriladi. Joyni tanlashda relyef nuqtalari orasidagi nisbiy balandliklar minimal bo'lishiga e'tibor berilib, joy hududi botqoqliklardan xoli bo'lishi kerak.

Aerofotosyomka ishlarning, fotogrammetrik o'lchashlarning, aerofotosuratlarni deshifrirlashning zamonaviy usullari aerodromni qurishga oid loyiha va ishchi hujjatlarni bajarish uchun joy to'g'risidagi barcha dastlabki ma'lumotlarni olishga imkon beradi. Bunday ishlar uchun planli-geodezik asos va kameral dala deshifrirlashi yirik masshtabli 1:2000 – 1:5000 planli aerofotosyomka materiallari asosida bajariladi. Aerodrom hududining topografik plani yoki joyning raqamli modelini tuzish maxsus aerofotosyomka (1:2000 –1:5000 masshtabli) aerofotosuratlari bo'yicha universal fotogrammetrik asboblarda yoki

aynan shu suratlarni yuqori aniqlikdagi stereokomparatorlarda o'lchashlar hisobiga amalga oshiriladi.

9.2. CHIZIQLI INSHOOTLARNI STEREOFOTOGRAMMETRIK TRASSALASH

9.2.1. Yo'llarni murakkab trassalash majmuasi

Yo'llarni murakkab kameral-dala trassalash jarayonida nafaqat maxsus yirik masshtabli aerofotosyomkaning fotosuratlari, balki oldingi yillardagi syomka suratlari ham ishlatiladi. Agar suratlarda joy relyefi hisobiga xatoliklar mavjud bo'lsa, unda aerofotosuratlar transformatsiyalanadi va fotoplanlar yoki ortofotoplanlar tuziladi.

Trassani fotosuratlardan joyga ko'chirish konturlarni topib, ular bo'yicha chiziq olish jarayonini bajarib amalga oshiriladi.

Relyefi murakkab va tog'li joylarda trassalash ikki usulda bajariladi. Birinchisida bevosita stereomodel bo'yicha tadqiqot ishlarning alohida turlari bo'yicha, ikkinchi usulda esa dalada fotosxema va fotoplanlarda geodezik asboblar yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun joyning maxsus kombinatsiyalashgan fototopografik syomkasi bajariladi.

Yo'llarni murakkab trassalashda trassa stereomodel bo'yicha o'tkaziladi. Shunda trassaning asosiy variantlari baholanadi, joyning tabiiy sharoitlari inobatga olinadi va yo'l ko'tarmasining loyihaviy elementlari tanlab olinadi.

Trassa o'qi bo'yicha uzunlik va burchaklarni o'lchash hamda nivelirlash zamonaviy taxeometrlar bilan, piketlarga bo'lish va uni joydagi predmetlarga bog'lash esa aerofotosuratlarda amalga oshiriladi.

Joyning murakkab sharoitlarida trassaning asosiy variantlarini o'tkazish uchun stereomodelni shaffof egrilar shabloni orqali trassaning tanlangan elementlarini tushirgan holda qo'llash mumkin.

Turli usullar yordamida muhandislik inshootlar o'qlari va trassasini o'tkazishda stereofotogrammetrik trassalash eng samarali usul hisoblanadi. Ushbu usul joyning fazoviy modeli bo'yicha unda ko'rinadigan barcha sharoitlar hamda deshifrirlangan topografik, geologik va gidrogeologik sharoitlarni inobatga olgan holda olib boriladi. U aerofotosuratlarni kameral, dala va aerovizual planli-bandlik asos, kameral-dala yoki kameral-aerovizual deshifrirlash hisobiga turli xil stereofotogrammetrik asboblarda amalga oshiriladi.

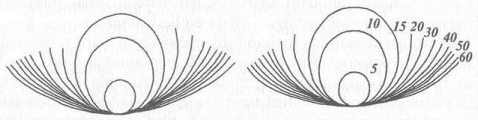
Kameral sharoitda o'lchangan masofalar, nisbiy balandliklar va gorizontal burchaklar joyning oriyentirlangan modeli bo'yicha barcha trassa elementlari o'rinlarini yana ham aniqroq topish, piketlarga bo'lish va fotogrammetrik nivelirlashga imkon beradi.

Trassa o'tkazishda, murakkab trassalashdek joylarning stereomodelida, yana ham aniqroq masshtabda va yanada qat'iy o'lchashlarni joyning oriyentirlangan modelida bajarish orqali amalga oshiriladi. Ushbu ishlar natijasida nafaqat trassaning barcha asosiy elementlarni, balki zarurat bo'lganda barcha nuqtalar o'rnini to'g'ri burchakli koordinatalar sistemasida joydagi eng xarakterli predmetlarga bog'langan holda hosil qilish mumkin.

Barcha qayd etilgan usullarda fotosuratlarda tasvirlangan chiziqlarning eng chetdagi nuqtalari yoki ularning ortogonal proyeksiyalarining o'rni 0,07–0,1 mm aniqlik bilan o'lchagich orqali, fotometrik asboblarda esa 0,002–0,02 mm aniqlikda o'lchash mumkin.

Egrilar stereoskopik shabloni (72- shakl) tanlanadigan egrining fazoviy holatini joyning stereomodeliga nisbatan aniq va ravshan kuzatishni va stereomodelning yonbag'irlarida egrilarni yana ham ravon joylashishini ta'minlaydi. U stereojuftning har bir suratiga yotqiziladigan ikki plastinkadan iborat.

Amalda bajarilgan ishlar shuni ko'rsatadiki, egrilar stereomodeldagi monokulyarli shaffof shablonli egrilar radiuslarining oralig'i, yonbag'irlarning qiyaligi va egri-bugriligiga qattiq bog'liq ekan. Joyning tekis va ravon burilishlarida ushbu oraliq, odatda, katta bo'ladi, chunki shablondagi egrilarning moslashuvligi unchalik aniq kuzatilmaydi, lekin qiyaligi katta va egri-bugriligi qattiq yonbag'irlarda esa shablondagi egrilarning moslashuvligi yana ham aniqroq bo'ladi.



72- shakl. ***Egrilar stereoskopik shabloni***

9.2.2. Trassalash usullari

Stereomodel bo'yicha avtomobil yo'llar va o'tish ko'priklar trassalarini fazoviy o'tkazish quyidagi usullar orqali amalga oshirilishi mumkin: vizual joylashtirish; nishabligi berilgan chiziqning o'tish zonasida loyihaviy elementlarni fazoviy tanlash; trassaning asosiy loyihaviy elementlarini ketma-ket tanlash.

Stereomodel bo'yicha trassaning vizual joylashtirish usuli nisbatan tekis va ko'p kesimli joylarda, aniqrog'i, ma'lum bir o'rnatilgan yoki chekli nishablik bo'yicha trassani davom ettirish zarurati yo'q bo'lgan hududlarda qo'llaniladi. Trassa holati stereoskop ostida tafsilot va relyefni joylashtirish xususiyatlariga qarab aniqlanadi. Stereomodel bo'yicha egrilarni fotosxemada trassa holatini umumiy baholash bilan birgalikda tanlash tavsiya etiladi.

Asosiy yo'nalishlarni belgilash va egrilarni tanlash aerofotosuratlarning maxsus deshifrirlash natijasida hosil qilingan joylarning topografik, geologik va gidrogeologik tavsiflari asosida olib boriladi. Keyin trassaning yakuniy holati o'rnatiladi va fotosuratlar bo'yicha stereoskop ostida trassaning asosiy elementlarining qiymatlari mufassal aniqlanadi. Relyefi murakkab joylarda trassaning loyiha chizig'i alohida hududlar bo'yicha o'tkaziladi, shunda har biriga alohida to'g'rilar va egrilar elementlari tanlanadi.

Egrilarni tanlash stereoskop ostida doiraviy va klotoidli egrilar monokulyarli shaffof shabloni yoki universal shablon (ikkala egrilarni bir shablonda birlashtirish) orqali, to'g'ri chiziqli hududlar esa shaffof chizg'ichlar orqali amalga oshiriladi.

Relyefi murakkab joylarda to'g'rilar va egrilarning to'g'ri joylashtirishni baholamasdan va trassani stereoskopik kuzatmasdan trassani o'tkazish tavsiya etilmaydi. Bunday holatlarda yo'lni fazoviy trassalashni trassaning belgilangan varianti bo'ylab nishabliklarni va ishchi balandliklarni baholash bilan birgalikda olib borish zarur. Trassani ikkinchi usul orqali o'tkazish dastlab stereoasbobda, keyin joyda taxeometr yoki kiprgel bilan berilgan nishabligi bo'yicha chizib o'tkaziladi va ushbu chiziqqa nisbatan trassa holati stereoskopik baholanadi.

Shablondagi egrilar yonbag'irlarining modelga moslashuvlik darajasi ko'z bilan chamalab baholanadi, shunda katta hajmda tashkil topgan uyilmalar va to'kilmalarning ishchi balandliklari stereskop yoki joyda geodezik asboblar yordamida topiladi. Trassa burilishi burchaklari o'rni

aerofotosuratlarda shaffof shablonlar bilan tanlangan egrilarga o'tkazilgan urinmalar orqali o'rnatiladi. To'g'ri chiziqli uchastkalar shaffof chizg'ichlar yordamida joylashtiriladi. Trassaning umumiy holati fotosxemada korektirlanadi va loyiha uchastkalarning o'rni aniqlanadi.

Joyning stereomodel bo'yicha yo'llarni trassalashda turli fotogrammetrik asboblar qo'llaniladi. Tekis va ko'p kesimli joylarda trassani fazoviy o'tkazish oynali-linzali va o'lchash stereoskoplari yordamida olib boriladi. Relyefi murakkab joylar va tog'larda СТД-2 topografik stereometri yoki СПР-3, СД-3 va boshqa universal fotogrammetrik asboblar qo'llaniladi.

Trassani fazoviy o'tkazish jarayonini turli usullar orqali avtomatlashtirish mumkin. Eng ko'p tarqalgan usul EHM ni qo'llashga asoslangan hisoblanadi. Shuningdek, stereomodel bo'yicha trassalashda, odatda, avval analitik fazoviy fototriangulyatsiya bajarilib, asbobning korreksion mexanizmlarining o'rnatgich elementlari hisobini olib borish uchun fotosuratlar oriyentirlanadi, trassaning alohida loyiha elementlarining qiymatlari aniqlanadi, qurilishning samaradorligi va yo'l harakatining bexatarligi baholanadi.

9.2.3. Topografik fotoplanlar bo'yicha yo'lni trassalash

Trassalashning fototopografik usuli avtomobil yo'l trassasini mavjud yoki maxsus tuzilgan fotoplanlar va fotosxemalar bo'yicha o'tkazishni ko'zda tutadi.

Trassani o'tkazish egiluvchan chizg'ichlar, shablonlar va lekalalarni qo'llab, analitik yoki joyning grafik tasvirini analitik modelga o'zgartirish va analitik trassalashni olib borish hisobiga amalga oshirish mumkin. Trassalash uchun fototopografik planlar universal asboblarda (СПР-3 stereoproyektorlar, СД-3 va СЦ-1 stereograflar, stereometrograflar va boshq.) fotosuratlarni stereofotogrammetrik ishlab chiqish jarayonida tuziladi.

Ushbu universal fotogrammetrik asboblarni joyning raqamli modelini tuzish uchun ham qo'llash mumkin.

Gorizontallarni chizish bilan bir vaqtda stereomodel bo'yicha trassalash usulida fotogrammetrik va loyiha-qidiruv ishlarni birgalikda olib borish mumkin. Unda trassalash zonasi stereomodel bo'yicha stereskop yoki fotogrammetrik asbobda tanlanadi. Keyin relyefni chizish

jarayonida tor polosada ishni yuritishga qarab hosil qilingan gorizontallar bo'yicha trassa o'tkaziladi.

Shunda syomka polosasining keskin torayishi relyefni chizish, planni tuzish va rasmiylashtirish bo'yicha kam mehnat talab qilganligi uchun aerofototopografik ishlar hajmi qisqaradi.

Shuni inobatga olish zarurki, o'lchashlar aniqligini oshirish bilan yana ham mayda masshtabli aerofotosuratlarni qo'llash mumkin, bu esa, o'z navbatida, ishlar unumdorligi va samaradorligini oshiradi.

9.2.4. Inshoot trassa o'qini fotogrammetrik nivelirlash

Fotogrammetrik nivelirlashni turli universal asboblarda yoki stereometrlarda fazoda oriyentirlangan model bo'yicha trassa bo'ylab barcha joylardagi burilish nuqtalarini qayd etib, aerofotosuratlarning oriyentirlash elementlariga tuzatishlar kiritish bilan stereokomparatorlarda bajarish mumkin. Ma'lumotlarni ishlab chiqishda trassaning barcha kuzatiladigan nuqtalari uchun analitik fazoviy fototriangulyatsiyani qo'llashi mumkin.

Fotogrammetrik nivelirlashdan oldin trassaning fazoviy o'tkazilishi, fotosuratlarning deshifrirlanishi, planli-balandlik asosini zichlashtirish, stereoasbobda fotosuratlarni oriyentirlash kabi ishlar amalga oshiriladi. Trassaning ortogonal izi bo'ylab nuqtalarning chetlanishi 0,3 mm dan ko'p bo'lganda yo'l trassasi stereometrlarda nivelirlanadi.

Aerofotosyomka marshrutlari bo'ylab trassani nivelirlash to'g'ri va teskari yo'nalishda bajariladi. O'tkaziladigan trassaning ikkilangan fotogrammetrik nivelirlashi uchun nisbiy balandliklardagi bog'lanmasligi quyidagidan oshmasligi kerak:

$$f_{h_{chek}} = f_{h_0}\sqrt{n}. \qquad (9.1)$$

Bu yerda: f_{h_0} – bitta hisoblash hududi (stereojuft)ning yo'l qo'yarli nivelirlash bog'lanmasligi;

n – hisoblash hududlari (stereojuft)ning soni.

Fotogrammetrik asbobda fotosuratlarni oriyentirlab, bog'lovchi nuqtalar balandliklarini yo'l qo'yarli farqlari aniqlagandan so'ng trassani nivelirlashga o'tiladi.

Stereometrlarda nisbiy balandliklar va nuqtalar balandligini aniqlash fotosuratlarni oriyentirlashdan keyin trassaning ortogonal izi bo'ylab amalga oshiriladi. Ip trassaning ortogonal izidagi nuqtalarga ketma-ket

qaratiladi va stereometrning bo'ylama parallaks vintlari bo'yicha sanoqlar olinadi. Bunday qaratishlar har bir nuqtaga ikki marotaba amalga oshiriladi. Agar sanoqlar ayirmasi 0,03 mm dan oshmasa, unda sanoqlardan o'rtachasi kuzatiladigan nuqtalarning bo'ylama parallaksi deb qabul qilinadi. Keyin bo'ylama parallakslarning farqi topiladi:

$$\Delta P_i = P_i - P_o. \qquad (9.2)$$

Boshlang'ich nuqtaga nisbatan kuzatiladigan nuqtalarning nisbiy balandliklari quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$h_i = \frac{\Delta P_i H_o}{b_o + \Delta P_i}. \qquad (9.3)$$

Bu yerda: H_o – boshlang'ich tekislikdan boshlab suratga olish balandligi;

B_o – suratga olish bazisi.

Chiziq nishabligini ikki usulda belgilash mumkin. Birinchi usulda chiziqning nishabligi eng chetdagi nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik h va d masofa bo'yicha quyidagi formula orqali aniqlash mumkin:

$$i = \frac{h}{d} = \frac{hf_k}{lH}. \qquad (9.4)$$

Bu yerda: l – fotosurat masshtabida chiziq uzunligi;

H – loyiha chiziq ustidan suratga olish balandligi;

f_k – kamera fokusi.

Ikkinchi usulda esa nishablik chiziqning eng chetdagi nuqtalarining bo'ylama parallakslari farqi $\Delta P = P_2 - P_1$ bo'yicha quyidagi formula orqali aniqlanishi mumkin:

$$h_n = \frac{\Delta P_i - H}{b_n}. \qquad (9.5)$$

Fotosuratlarning oriyentirlash asboblarda fazoviy fototriangulyatsiya usullarda fotogrammetrik zichlash jarayonida standartli joylashgan nuqtalarning hosil qilgan balandliklari bo'yicha olib boriladi.

Bundan tashqari fotogrammetrik nivelirlashda aerofotosuratlarni asboblarda oriyentirlash ularning korreksion moslamalarining o'rnatgich elementlarini oldi hisobi bo'yicha ham olib borishi mumkin.

9.2.5. Trassani stereokomparatorlar va EHM da nivelirlash

Trassani analitik nivelirlashda avval yuqori aniqlikdagi stereokomparatorda joydagi barcha muhim nuqtalarning hamda fotosuratlarning standartli nuqtalari koordinatlari va parallakslari o'lchanadi.

Natijalar avtomatik ravishda EHM ga kiritiladi. Keyin EHM yordamida analitik fazoviy fototriangulyatsiya usulida trassaning barcha nuqtalarining geodezik koordinatlari topiladi va ular bo'yicha loyihalanadigan yo'l trassasi plan va profillarining elementlari o'rnatiladi, burilish burchaklari qiymatlari, nuqtalar orasidagi masofalar aniqlanadi, nisbiy balandliklar topilib, trassa bo'ylab piketlar rejalanadi. Avtomatlashtirilgan grafotuzilmada trassaning plani va profili tuziladi.

Shuningdek, ushbu usul kameral nivelirlashda bajariladigan barcha loyiha-qidiruv masalalar majmuasini hal etishni ko'zda tutadi.

Trassani fotosuratlarda o'tkazish joyning stereomodeli bo'yicha uning o'qini fazoviy yotqizish jarayonida amalga oshiriladi.

Qayd etilgan ishlar majmuasida barcha nuqtalarning geodezik koordinatlarini analitik ravishda aniqlagandan keyin EHM da trassa loyiha elementlarining maxsus hisoblashlari va grafotuzilmalarda trassaning plani, uning bo'ylama va ko'ndalang profillarini chizish uchun ma'lumotlarni tayyorlash kabi ishlar amalga oshiriladi.

Yuqori sifatli niverlashni ta'minlash uchun aerofotosuratlar deformatsiyaga uchramaydigan asoslarda tayyorlangan bo'lishi kerak va ularda tasvirlangan trassa ortogonal iz ko'rinishida bo'lishi lozim.

Stereokomparatorlar va turli universal asboblar bilan aerofotosuratlardagi nuqtalar koordinatalari hamda parallakslarini avtomatik qayd etish moslamasi, masalan, «Онега-2» ni birlashtirishi mumkin. Ular mehnat unumdorligini yana ham oshirishga imkon beradi.

EHM ning mikroprotsessoriga ulangan avtomatik qayd etuvchi sistema «Онега-2» aerofotosuratdagi nuqtalarning koordinatalari va parallakslarini qayd etish hamda operatorning pultidan ularning raqamli ramzlarini egiluvchan magnit diskga kiritish imkonini beradi. Bunday sistemada aerofotosuratlardagi nuqtalarning koordinatlari va parallakslari to'g'risidagi ma'lumot fotogrammetrik asboblarning yurgizuvchan vintlarida o'rnatilgan «burchak-kod» raqamli datchiklar (ko'rsatkichlar)dan mikro EHM ga tushadi va ushbu ma'lumot o'zgartirilib egiluvchan magnit diskiga yoziladi hamda displeyning ekraniga chiqariladi.

9.3. Inshootlarni analitik trassalash texnologiyasi

Hozirgi paytda aerotadqiqot ishlarni bajarish uchun turli avtomatlashtirilgan majmualar yaratilgan. Masalan, avtomobil yo'llarini avtomatlashtirilgan loyihalash sistemasi (AY-ALS) inshootlarni avtomatlashtirilgan loyihalash sistemasining asosi hisoblanadi. Ushbu sistemalar yuqori aniqlikdagi fotogrammetrik asboblar, kuzatishlarni avtomatik qayd etuvchi moslamalar, EHM va grafotuzilmalardan iborat.

Barcha aerotadqiqot usullari yo'llar, o'tish ko'priklari, aerodromlar va boshqa inshootlarni avtomatlashtirilgan loyihaning zamonaviy analitik sistemalari uchun boshlang'ich ma'lumotlarni tayyorlashga qaratilgan. Tuzilgan joyning raqamli modeli trassani joylashtirishning ma'lum yo'lak hududida katta miqdordagi variantlar yechimini ishlab chiqishni va yakuniy loyihalash bosqichida ularni baholash imkonini berishi kerak.

Yo'llarni avtomatlashtirilgan sistemasida trassaning fazoviy joylashtirilishi joyning raqamli modelida, ya'ni bir vaqtda ham planda va ham profilda amalga oshiriladi.

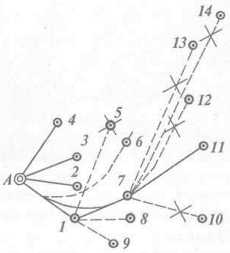
Analitik trassalash zamonaviy usullardan eng keng tarqalgani bo'lib, yo'llar va o'tish ko'priklari bo'linma analitik trassalash usuli hisoblanadi, unda loyihalanuvchi barcha kerakli variantlarni planda belgilanadi. Keyin esa har bir variant bo'yicha EHM yordamida profilda eng yaxshi yechimlarni qidirish olib boriladi.

Loyiha chiziqlarni yakuniy joylashtirish hududlar bo'yicha alohida olib boriladi, shunda trassa o'rni analitik trassalash bajariladigan EHM displeyining ekranida vizual baholanib, tuzatiladi.

Trassalash ishlarning texnologiyasi trassani joyning raqamli modeli fazosida fazoviy egridek o'tkazishini nazarga olish kerak va texnik iqtisodiy mezonga ko'ra uning joylashish optimalligini ta'minlash kerak.

Bunday analitik trassalash ketma-ket yaqinlashishda olib boriladi. Birinchi yaqinlashish mavjud yirik masshtabli xaritalar bo'yicha bajariladi. Unda doiraviy egrilar minimal radiusining moslashuvlik optimal zonasi ajratiladi (73- shakl). Ikkinchi yaqinlashish birinchi yaqinlashishning optimal zonasi bo'ylab yirik masshtabli maxsus aerofotosuratlari bo'yicha bajariladi. Aerofotosuratlarni kameral-dala yoki kameral-aerovizual deshifrirlashdan keyin ikkinchi yaqinlashish zonasida optimal variantlar tanlanadi. Uchinchi yaqinlashish faqat murakkab sharoitlarda olib boriladi va u ikkinchi yaqinlashishdan ke

hosil qilingan yaxshi variantlar yechimi zonasida trassani mufassal fazoviy o'tkazish va optimallik mezoni sifatida (masalan, yo'llar uchun landshaftli loyihalash talablari, harakat bexatarligi) hudud sharoitlari va boshqalarni qabul qilish mumkin.



73- shakl. ***Trassa nuqtalarni variantli tanlashda egrilarning minimal radiusi***

Avtomobil yo'llarni bunday analitik fazoviy trassalash uchun raqamli model asos bo'lib xizmat qiladi. Dastlab trassa variantlari minimal radiusli doiraviy egrilar (1-chi yaqinlashish), keyin esa ular hududida murakkab qayrilishlar bo'yicha belgilanadi (2-chi yaqinlashish).

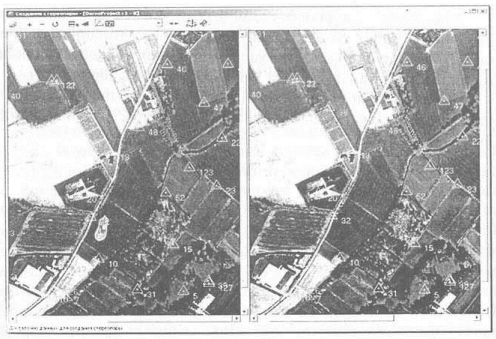
Tanlangan variantlar optimal yechimlar zonasini tashkil qiladi va EHM xotirasiga yoziladi. Bunday zonada eng samarali variantlar joylashgan bo'ladi.

X BOB. DESHIFRIRLASH ISHLARIDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH

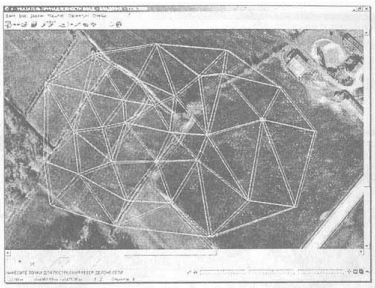
10.1. Zamonaviy texnologiyalar yordamida deshifrirlashning asosiy bosqichlari

Hozirgi kunda fotogrammetrik ishlarni avtomatlashtirilgan holda yuritishda jahondagi yetakchi 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, moviy va yaqin infraqizil spektr zonalarida olingan LandSAT 7, Ikonos, Google sistemasidagi kosmik va aerofotosuratlar ishlatiladi.

Ishning dastlabki bosqichida aerofotosuratlar ichki va o'zaro oriyentirlanib, stereojuftlik hosil qilinadi. Stereojuftlikni ikkita suratda mavjud aynan o'xshash nuqtalar bo'yicha hosil qilinadi (74- shakl).

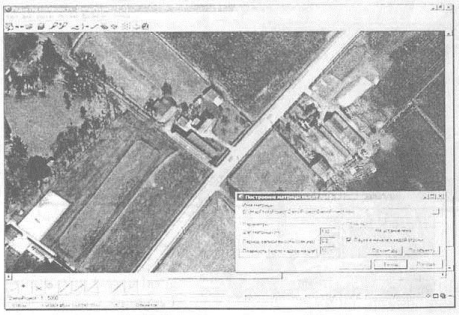


74- shakl. ***Suratlarni ichki va o'zaro oriyentirlab, stereojuftlikni hosil qilish***



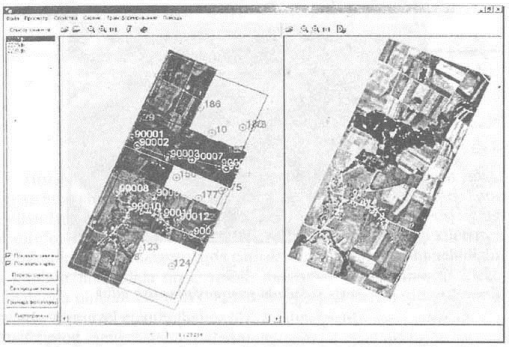
75- shakl. ***Suratlarni fototransformatsiya qilish***

Suratlar oriyentirlangandan keyin stereojuftlikda joyning geometrik modeli hosil bo'ladi. Joyning geometrik modeli keyingi bosqichlarda qayta ishlanadi (76- shakl).

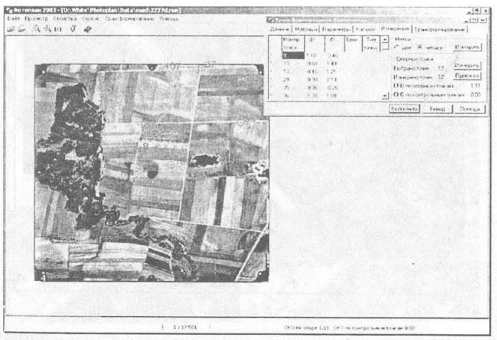


76- shakl. ***Joy relyefi balandlik matritsasini tuzish***

Ish shu tartibda davom ettiriladi va qo'shni stereojuftliklar birlashtirilib, joyning ortofotoplani hosil qilinadi (77-, 78- shakllar).



77- shakl. ***Stereojuftliklarni qo'shish***



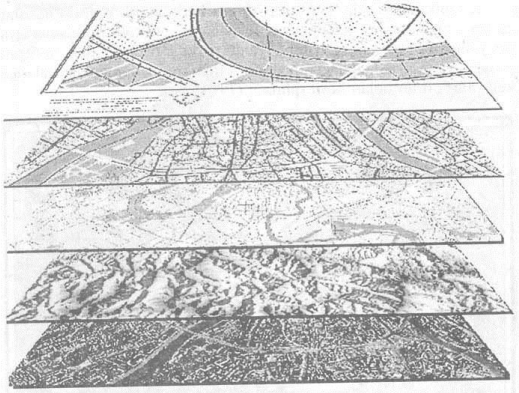
78- shakl. ***Stereojuftliklarni qo'shish natijasida hosil bo'lgan ortofotoplan***

Kosmik fotosuratlar esa GPS asboblari yordamida olingan nazorat va tayanch nuqtalari katalogidan foydalanib, ortofototransformatsiya jarayonidan o'tkaziladi. Zarur bo'lganda suratlar o'zaro tikilib, berilgan proyeksiya va masshtabdagi topografik xaritalarning nomenklaturalariga keltirilib, ortofotoplan hosil qilinadi (79- shakl).



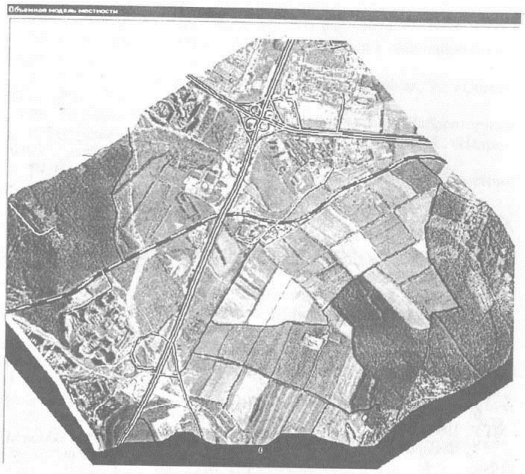
79- shakl. ***K-42-115-V-a-3 nomenklaturaga tuzilgan ortofotoplan***

Ortofotoplan tayyor bo'lgandan keyin deshifrirlash ishlariga o'tiladi. Bu bosqichda fotoplandagi barcha tematik obyektlar alohida-alohida qatlamlarga tushiriladi (80- shakl).



80- shakl. ***Fotoplandan xarita tayyorlashning barcha bosqichlari***

Tuzilgan xaritalarning ko‘rgazmaliligini oshirish maqsadida ortofotoplandan joyning uch o‘lchamli modeli hosil qilinadi (81- shakl).



81- shakl. ***Joyning ortofotoplandan hosil qilingan uch o‘lchamli modeli***

Fotogrammetriyada zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash an’anaviy usullarga qaraganda bir qancha ustunliklarka ega, jumladan:

— qo‘llanilayotgan an’anaviy usulga nisbatan tezkorligi;
— solishtirish imkoniyatining mavjudligi;
— iqtisodiy jihatdan afzalligi;
— umumdavlat miqyosidagi loyihalarni amalga oshirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. *Брюханов А.В., Господинов Г.В., Книжников Ю.Ф.* Аэрокосмические методы в географических исследованиях. М.: МГУ, 1982.
2. *Обиралов А.И.* Дешифрирование снимков для целей сельского хозяйства. М.: «Недра», 1982.
3. *Лобанов А.Н.* Фотограмметрия. М.: «Недра», 1984.
4. *Фостиков А.А., Альтшулер Б.Ш.* и др. Аэрофотогеодезические изыскания в сельском хозяйстве. М.: «Недра», 1980.
5. *Краснопевцев Б.В.* Теоретические основы фотограмметрической обработки аэрофотоснимка и стереопары аэрофотоснимков. М.: «МИИГАиК», 2000.
6. *Кравцова В.И.* Космические методы картографирования. М.: МГУ, 1995.
7. *Федоров В.И.* Инженерная аэрофотогеодезия. М.: «Недра», 1988.
8. *Сердюков В.М.* Фотограмметрия. М.: «Высшая школа», 1983.
9. Аковецкий Г.Н. Дешифрирование аэрофотоснимков. М.: «Недра», 1983.
10. Дистанционное зондирование / Под ред. *Ф.Свейна и Ш. Дейвис.* Перевод с английского. М.: «Недра», 1983.
11. Инструкция по дешифрированию аэроснимков и фотопланов в масштабах 1: 10000 и 1: 25000 для целей землеустройства, государственного учета земель и земельного кадастра. М.: ВИСХАГИ, 1978.
12. Инструкция по разбивочным работам при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте автомобильных дорог и искусственных сооружений. М.: «Транспорт», 1983.
13. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1: 10000, 1: 25000. Полевые работы. М.: «Недра», 1978.
14. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1: 5000, 1: 2000, 1: 1000, 1: 500. М.: «Недра», 1978.

15. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. М.: «Недра», 1974.
16. *G‘ulomova L.H.* Aholi joylashuvini aerokosmik materiallar asosida o‘rganish. T.: «Universitet», 1991.
17. *G‘ulomova L.H.* Geografiyada aerokosmik uslublar. T.: «Universitet», 1993.
18. *Фельдман М.И., Макаренко К.И., Денисюк Б.М.* Лабораторный практикум по фотограмметрии и стереофотограмметрии. М.: «Недра», 1989.
19. *Ильинский Н.Д., Обиралов А.И., Фостиков А.А.* Фотограмметрия и дешифрирование снимков. М.: «Недра», 1986.
20. *Лаврова Н.П., Стеценко А.Ф.*. Аэрофотосъемка. Аэрофотосъемочное оборудование. М.: «Недра», 1981.
21. Основные положения по аэрофотосъемке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. М.: «Недра», 1982.
22. Практикум по фотограмметрии и дешифрированию снимков / *А.И.Обиралов* и др. М.: «Недра», 1990.
23. Руководство по крупномасштабной стереофотограмметрической съемке рельефа и контуров. М.: ОНТИ ЦНИИГАиК, 1978.
24. Руководство по топографическим съемкам в масштабах 1: 5000, 1: 2000, 1: 500. Фототеодолитная съемка. М.: «Недра», 1977.
25. Руководство по фототрансформированию аэрофотоснимков и изготовлению фотопланов. М.: «Недра», 1977.
26. *T. Mirzaliyev.* Geografik tadqiqotlarda aerokosmik metodlar. T.: «ToshDU», 1984.
27. *T.Mirzaliyev.* Kosmosning xalq xo‘jaligidagi xizmati. T.: «Mehnat», 1987.
28. O‘zbekiston Respublikasining yer resurslari holati to‘g‘risidagi Milliy hisoboti. T.: 2006.
29. Фотограмметрия / *И.А. Краснощекова, О.Б. Нормандская* и др. М.: «Недра», 1978.
30. *Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова.* Аэрокосмические исследования динамики географических явлений. М.: МГУ, 1991