

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**D.Nurmammedow, N.Özbekow**

# **FOTOGRAMMETRIÝA**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw  
kitabý

Aşgabat – 2010

**D.Nurmammedow, N.Özbekow,**  
Fotogrammetriýa.

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw  
kitabý, Aşgabat – 2010 ý.

## Sözbaşy

Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan özüniň ösüşinde täze basgança Beýik Galkynyş eýýamyna gadam basdy. Ol Türkmenistanyň hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň parasatly we öňdengörüjilikli syýasatynyň netijesinde ösüşin ähli pugdakalry boýunça düýpli özgertmeleri başdan geçirýär. bu işler ýurdumyzy dünýäniň in ösen döwletleriniň hataryna goşmak, olar bilen deň gadam urmak, olaryň öňdebaryjy tejiribesini öwrenip, aýakdaş gitmek üçin edilýär. bu düýpli özgertmeleriň özenini ylym, bilim tutýar.

Hormatly Prezidentimiz döwlet baştutanlygyna saýlanan ilkinji günlerinden:

“Güýçli döwletde ylym esasy orny eýeleýär, diýmek, biz in täze gazananlary bilen aýakdaş gitmelidiris” - diýen beýik şygary öňe sürmek bilen Türkmen ylymyny-bilimini özgertmekligiň dogry ýoluna düşdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow 2007-nji ýylyň mart aýynyň 4-ne “ Bilim – terbiýeçilik edaralarynyň işini kämilleşdirmek hakynda” taryhy karara gol çekdi. Bu taryhy resminamada Milli bilim ulgamyny özgertymegiň anyk çärelerini bellemek bilen bilim reformasyny yglan etdi.

Hormatly Prezidentimiz Bilim syýasatyny öňe sürmek bilen, şu köp ugurly Maksatnama ýaş neslimiziňiň dünýägaraýyşly, akyl we beden taýdan sagdyn adamkärçilikli bolmaklygyny ündäp hem-de Bilim ulgamynyň ugruny kesgitläp:

“Bilim syýasatymyzyň baş maksady-Türkmenistan döwletimiziň dünýäniň ösen ýurtlarynyň derejesine ýetirmekdir” – diýip belledi.

Hormatly Prezidentimiz Bilim reformasyny yglan etmek bilen ýurdumyzyň bilim we ylym ulgamlaryny dünýä derejesine çykarmak, ýaşlarymyzyň sazlaşykly ösmegi, dünýägaraýyşynyň giňelmegi üçin ähli şertleri döredýär hem hemişe üns merkezinde saklaýar.

Bu bolsa ähli pugdalaryda ýokary taýýarlykly hünärmenleriň taýýarlanmagyna uly badalaga berdi.

Häzirki wagtda Milli bilim ulgamyny mundan beýläkde ösdürmek we dünýäniň ösen döwletleriniň derejesine çykarmak üçin ygtybarly binýat döredilýär. şondan ugur alynyp ýokary mekdepleriň inžener tehnika hünärmenleri üçin “çyzmaly geometriýa” dersi bopýunça okuw maksatnamasy täzeden dowerbap işlenildi. Çünki ýokary mekdepleriň önünde ýokary düşüňjeli, hemme taraplaýyn, esasanam tehnika tarapdan baýlaşýan hünärmen, inžener – tehnika babatda ylymly-bilimli ýaşlary ýetişdirmelidir. Olar öz bilimlerini we başarnyklaryny durmuşa geçirmek bilen Türkmenistanyň ykdysadiýetini, halkyň agzybirliğini, Watanymyzyň Garaşsyzlygyny we baky Bitaraplygyny has hem berkitmelidirler.

Hakykatdan hem biziň döwletimiz Hormatly Prezidentimiziň parasatly we öňdengörüjilikli pikirleri netijesinde ösen ýurtlaryň hataryna goşuldy. Mundan beýläkde biziň ýurdumyzyň öňegidişlikleri halkymyzyň aň-düşünjesini, ylym-bilim taýdan kämilligine, tehnika dünýägaraýyşyň düýpli emele gelmegine gös-göni baglydyr. Şoňa görä-de biziň her bir ýaş hünärmenlerimiz talyp döwründen başlap bilimleri çuňňur, tutanýerli ele almalydyr.

Fotogrammetriýa kitaby taýýarlanylanda ýokary okuw mekdepleriniň talaplaryna – geljekki inženerlere fotogrammetriýa dersini doly öwrenip, olaryň hünär ugurlary boýunça ýörite dersleri özleşdirmekliklerine geodeziki taýýarlyklaryny üpjün etmek wezipelerinden ugur alyndy. Bu kitabyň taýýarlanylmak bilen maksady topografiki kartalary we suratdokumentlerini hem-de her – hili topografiki däl meseleleri çözmek üçin niýetlenendir. Bu kitapda esasy fotogrammetriki we stereofotogrammetriki abzallaryň gurluşlary we teoriýasy seredilýär. Bu kitap ýokary okuw mekdepleriniň amaly geodeziýa hünäriniň talyplary üçin niýetlenendir.

## Giriş

### Fotogrammetriýa we onuň beýleki ylmymlar bilen arabaglanşygy

**Fotogrammetriýa** – bu grek sözünden gelip çykyp, photos – ýagtylyk, gramma – ýazgy we metreo – ölçeýäriň diýmegi aňladýar. Fotogrammetriýa ylmy obýektleriň fotografiki şekilleri boýunça onuň formasyny, ölçegini we ýerleşiş ýagdaýyny kesgitleýär.

Fotogrammetriýa ylmyň we tehnikanyň her-hili oblastlarynda ulanylýar: meselem, geodeziýada, astranomiýada, harby – inženerçilik işlerinde, artilleriýada, binagärlikde we gurluşykda, geografiýada we okeanlary öwrenýän ylmymlarda, sudyň medissinasyndaky hem-de atomlaryň barlagyndaky giňden ulanylýar. Fotogrammetriýa ylmy halk hojalygynda we ýurdumyzyň goranmak işlerinde şu aşakdaky artykmaçlyklary üçin giňden ulanylýar:

- 1) ýokary takykly ölçegleri bilen, sebäbi obýektiň sýomkasy ýokary hilli surat kameralary bilen ýerine ýetirilýär, suratlary işläp çykarmaklyk bolsa takyk gurallarda we elektron san hasaplaýyş maşynlarynda ýerine ýetirilýär;
- 2) işleriň uly öndürijiligi bilen;
- 3) ölçegleriň netijeleriniň takyk we doly bolmagy bilen, sebäbi obýektiň şekili fotografiki usulda alynýar;
- 4) ähli obýektiň ýa-da onuň aýratyn bölekleriniň ýagdaýlary barada gysga wagtyň içinde maglumatlary almak mümkinçiligi bilen; mysal üçin, Ýer şarynyň ähli üstüniň

suratyny Ýeriň emeli hemralarynyň kömegi bilen  
birnäçe gije – gündüzde almak bolýar we ş.m.

Goşa suratlaryň düzümini ulanmaklyga esaslanan  
obýektleriň ölçeg usuly stereofotogrammetriki diýlip  
atlandyrylýar.**Stereo** – diýmek grek sözünden gelip çykyp  
giňişlik diýmekdir.

Ýekebara suratlaryň düzümini ulanmaklyga esaslanan  
obýektleriň ölçeg usuly fotogrammetriki diýlip  
atlandyrylýar.Fotogrammetriýa takyk gural  
gurluşygy,awiassiýa,kosmonawtika,fizika,himiýa,elektron  
tehnikasy,matematika,geodeziýa we kartografiýa bilen  
ýakyndan arabaglanşyklydyr.

Takyk gural gurluşygy fotogrammetriýany ýokary hilli  
surat apparatlary bilen we suratlary ölçemek üçin gurallar bilen  
üpjün edýär.Uçarlar bolsa surat apparatlary bilen üpjün edilip,  
ýeriň üstüni çalt we ýokary hilli suratyny almagy üpjün  
edýär.Ýeriň,Aýyň we beýleki asman jisimleriniň  
fotogrammetriki barlaglary üçin giň mümkinçilikleri kosmiki  
korabillar açyp berdi.

Fizikadaky ýokary depginli ösüşler we aýratyn hem  
optikada fotogrammetriki gurallary we usullary ösdürmäge  
ýardam berdi.Himýa senagaty ak – gara we reňkli surat  
materiallaryny döredýär.Elektron tehnikasy uçarlary sürmek  
we kosmiki korabyllary dolandyrmak üçin ulanylýar,şeýle  
hem,uçuşda suratlaryň daşky ugurlarynyň elementlerini  
kesgitlemek üçin ulanylýar.Matematika bolsa  
fotogrammetriýanyň teorýasynda we köp amaly meseleleri  
çözmekde giňden ulanylýar.Mysal üçin,suratlaryň  
koordinatalaryny kesgitlemekde matematiki usullar  
ulanylýar.Geodeziýa bolsa fotogrammetriýany topografiki  
kartalary düzmek maksady bilen daýanç torlaryny suratlar

boýunça ýygylamak üçin zerur bolan daýanç nokatlary bilen üpjün edýär. Kartografiýanyň usullary bolsa topografiki kartalary suratlar boýunça düzülende we bezelende ulanylýar.

### **Surattopografiýasy. Surattopografiki ölçegleriň görnüşleri we usullary**

Surattopografiýa ýerleriň aýratyn nokatlaryny koordinatalaryny kesgitleýär we suratlar boýunça topografiki kartalary döredýär. Surattopografiýa fotogrammetriýa dersiniň düziji bölegi bolup durýar.

Işiň ýörelşini, surata düşürilen kartanyň ýerleşişini döretmeklige topografiki kartalaşdyrma diýilýär. Şu işleriň düzümine şu aşakdakylar girýär: ýerleri surata düşürmek, geodeziki meýdan işleri we fotogrammetriki otagda oturyp edilýän işler.

Tehniki serişdelere baglylykda duran ýeriň surata düşürmäge fotogrammetriki kartalaşdyrmanyň dört görnüşü ulanylýar. Olar aerotopografiýa, kosmiki ýeriň surattopografiýasy we kombinirlenen.

1) Ýeriň surattopografiki kartalaşdyrmasy duran ýeriň suratteodolitinde surata düşürmäge esaslanan, bu kartalaşdyrmanyň görnüşini köplenç suratteodolitli ýada ýeriň ýüzüni sfereofotogrammetriki kartalaşdyrma diýip atlandyrýarlar.

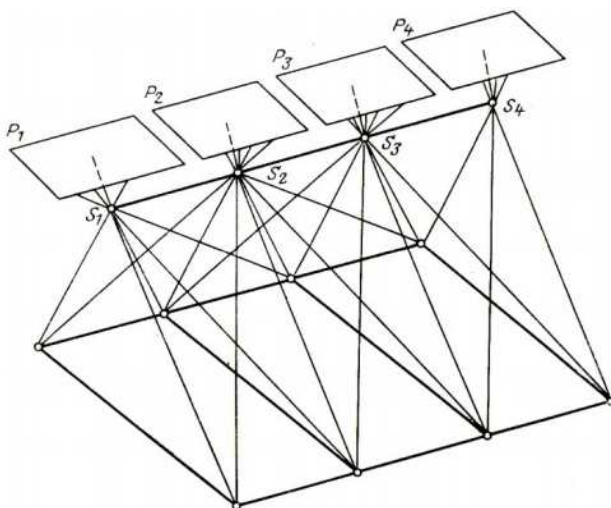
2). Aerosurat kartalaşdyrmasy duran ýeriň dikuçarlarda ýa-da uçarlarda oturdylan aerosurat apparatlary bilen surata almagy öz içine alýar.



3). Kosmiki kartalaşdyrmada ýeriň suratyny ýeriň emeli hemralarynyň we kosmiki gämileriň üsti bilen surata alynýar.

4). Kombinirlenen surattopografiki kartalaşdyrma suratteodolit ölçegini we aerosuratkartalaşdyrmasyňy özünde jemleýär.

Aerotopografiýa kartalaşdyrma üçin iki sany usul ulanylýar- kombinirlenen we sfereotopografiki. Ýerdäki surattopografiýa daglyk raýonlary kartalaşdyrmakda ulanylýar. Häzirki wagtda ol uly territoriýalary kartalaşdyrmaklyk üçin giňden ulanylýar.

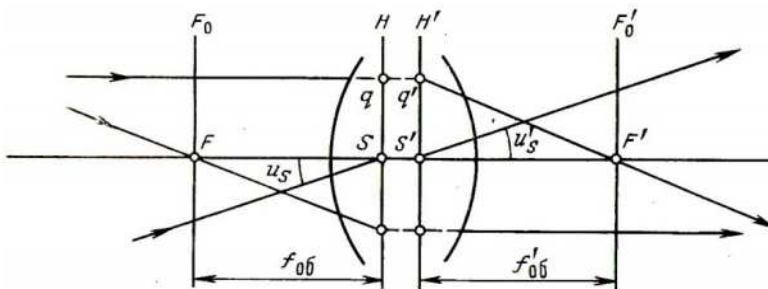


Surat 3

## Merkezi taslamanyň optiki esaslary

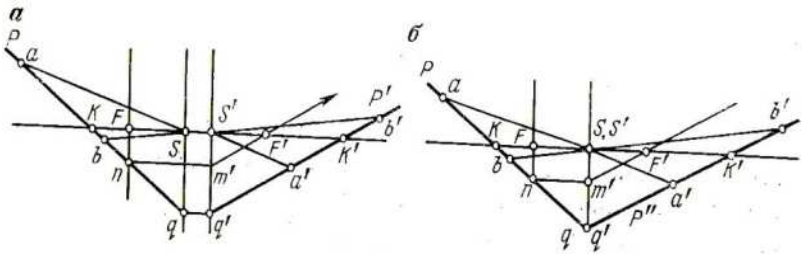
### Obýektiň şekilini gurmagyň çyzgydy

Obýektiwiň kömegi bilen obýektiň şekilini gurmogýň esasynda geometriki optikanyň kanunlary ýatyr: giňişlikde ýagtylygyň ýaýraşsynyň gönüligi, serpikdirmäniň kanuny we giňişlikde iki şöhleleriň döwürleşmesi. 4-nji suratda obýektiwiň gönüligi we onuň esasy elementleri görkezilen:  $F$  we  $F'$  – yzky we öňki fokuslar;  $FF'$  optiki ok,  $H$  we  $H'$  öňki we yzky esasy gönülikler,  $S$  we  $S'$  öňki we yzky esasy nokatlar,  $F_0$  we  $F'_0$  öňki we yzky lokal gönülikler,  $f_0\delta$  we  $f'_0\delta$  öňki we yzky focus aralyklar.



Surat 4

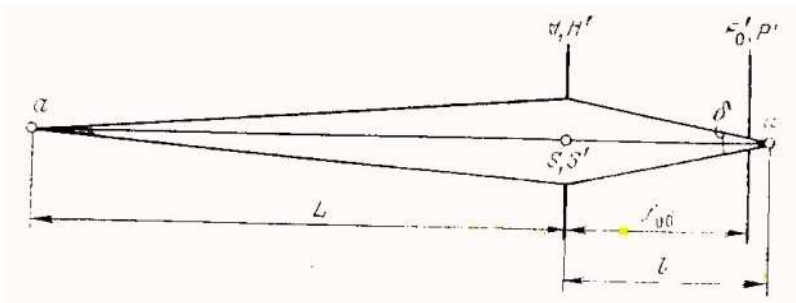
Suraty guranymyzda obýektiwiň daşky we içki merkezi proýeksiýasynyň gabatlaşandygyny hem aýtmalydys. Şunlukda suratyň gönüligi  $P'$  we  $P''$  görkezilen (surat 5).



Surat 5

Galan suratlarda şekiliñ göniliği P',P- optiki okyñ obýektiwi biri-birine perpendikulýadyr.

Topografiki surataparatlaryñ şöhle duýuş bölegi suratplastikada we suratplýonkada lokal gönilikde goýulýandyr (Surat 6). Ýöne teoretiki lokal göni nokatlar garşylykda yzygider nokatlardan aýrylýar. Indi bolsa obýektiñ nokadyndan obýektiwe çenli L kiçi aralygyny tapýarys.



Surat 6

Optikadan mälim bolşy ýaly

$$1/L + 1/l = 1/f_{ob}$$

gelip çykýar. Bu ýerde

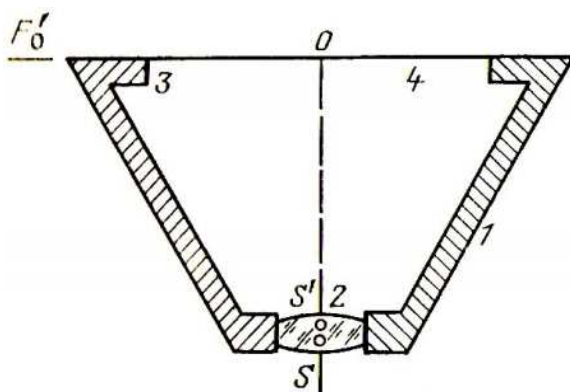
$$L = \frac{l}{l - f_{ob}} f_{ob}$$

Goý, obýektiwiň  $d$  diametrine baglylykda  $f_{ob} = 200\text{mm}$ ,  $f_{ob} = 1:6$ , ýagny  $d = 33\text{mm}$ .

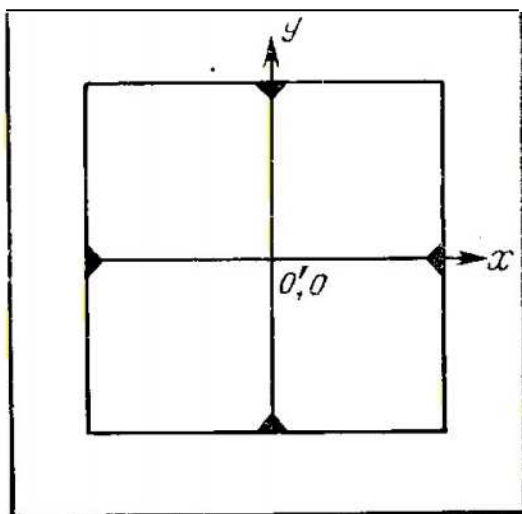
### **Ólçeýji suratkamerasynyň prinsipial çyzgydy**

Suratkamerasy topografiki kartalaşdyrmany ýerine ýetirmek üçin niýetlenendir. Ol gaty konstruksiýadan we korpusdan (1) durýar, obýektiwden (2) we ýapylýan ramkadan (3) durýar (surat 7). Ýapylýan ramka obýektiwiň  $F_0'$  yzky fokal tekizliginde ýerleşýär. Bu tekizlik bilen surat plastinkasynyň (4) ýagtylyk duýujy gatlagy ýa-da surat plýonkasynyň gatlagy birleşýär. S obýektiwiň arabaglaýjy nokadynyň üstünden ýapylýan ramka tekizligine parallel bolup geçýän göni surat kamerasynyň optiki oky ýa-da baş şöhle diýilip atlandyrylýar. Suratkamerasynyň optiki oky ýapylýan ramkanyň tekizligi bilen kesişmesi suratyň (0) baş nokadyny emele getirýär.

Ýapylýan ramkada dört sany koordinata belgisi bolýar. Olar her bir suratda şekillendirilýär we  $O', XY$  koordinata sistemasyny kesgitleýär (surat 8).



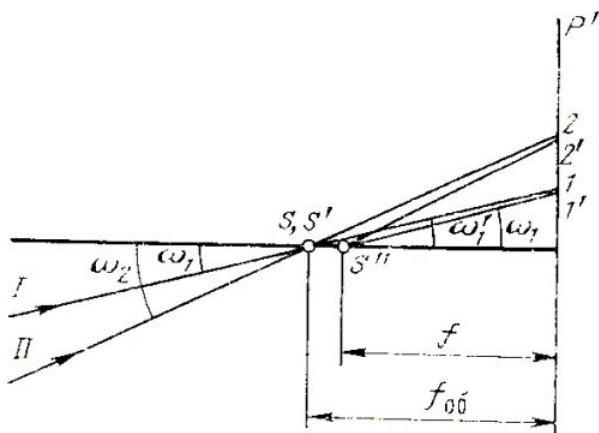
Surat 7



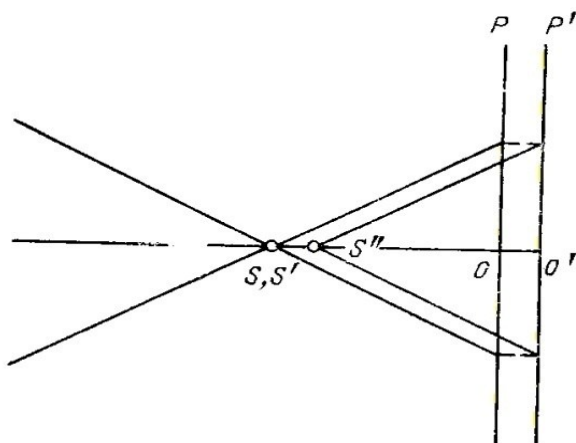
Surat 8

Ýapylýan ramkanyň tekizligine baglylykda  $S'$  içki proyeksiýanyň merkeziniň ýerleşiş ýagdaýy içki ugrukdyrmanyň elementlerini kesgitleýär. Olara (o) baş nokadynyň  $x_0$  we  $y_0$  koordinatalary we surat kamerasynyň  $f = S'_0$  fokus aralygy degişlidir.

Distorsiýalar obýektiwiň merkezlenen we merkezlenmedik böleklere bölünýärler. Surat kameralarynyň fokus aralygy kesgitlenende bar bolan  $S'$  deregine bellenen içki merkezi  $S''$  proyeksiýasyny saýlap alýarlar (surat 9). Suratlary geometriki analizlenende daşky merkezi proyeksiýanyň deregine  $S$  obýektiwiň önündäki arabaglaýjy nokady Kabul edip alýarlar. Şol nokat bilen bellenen  $S''$  proyeksiýanyň içki merkezini birikdirýärler.



Surat 9



Surat 10

### Suratyň rugsat berijilik ukyby

Suratyň rugsat berijilik ukyby suratkameranyň obýektiwiniň rugsat berijilik güýjünden we emulýasion gatynyň rugsat berijilik ukybynyň hem-de kiçi detaly obýektleri aýratyn häsiýetlendirmekden ybaratdyr.

Obýektiwiň hakyky rugsat berijilik güýji difraksiýa ýagtylygynda çäklendirilendir. Şeýlelikde bu surat nokady tegelek yz görnüşde, uly garalyk bilen baglanan we difraksiýanyň ýagtylygy elmydama ýatyrylýandyr. Hakyky obýektiwiň yzy ýagtylyk energiýasynda 84%, 1-nji tegelegiň ýagtylyk yzy 2% deňdir. Şunuň üçinem tegelek gözüňe kiçi görünýär we seredeňde päsgelçilik bermeyär.

Yzyň radyýusy

$$\Gamma = 1.22 \frac{\lambda}{a} f_0 \delta$$

Bu ýerde:

$\lambda$  – tolkunynyň uzynlygy

$d$  - obýektiwiň deşiginiň diametri

$\lambda = 0.555 \text{ mkm}$  üçin  $r = 0.68 f_0 \delta d$ .

Egerde  $d: f_0 \delta = 1:6$ ; bolsa onda  $r = 4,1 \text{ mkm}$

Obýektiwiň uly bolmadyk rugsat berijilik güýji ýagtylygyň burçlarynyň arasynda häsiýetlendirilýär.

Obýektiwiň rugsat berijilik güýjiniň burçy

$$\varphi'' = 140'' d$$

$d$ -obýektiwiň diametri, millimetr ölçeginde

$$R = 1690 d / f_0 \delta$$

Egerde:

$$d: f_0 \delta = 1:6$$

şol  $R = 282 \text{ çyz/mm}$ .

Formulalar obýektiwiň rugsat berijilik güýjini teoretiki anyklamaga mümkinçilik berýär.

Suratyň rugsat berijilik mümkinçiligi obýektiw sistemada + emulsion gatlakda meýdan işlerinde ýa-da laboratoriýa- şertlerinde aerosurataparatyň kömegi bilen surata düşürme netijesinde anyklanýar.



Barlag geçirmeleriniň görkezmesinde obýektiwiň  $R$  rugsat berijilik güýji bilen, emulsiýa gatlagyň  $N$  rugsat beriji ukybynyň arasyndaky we obýektiv sistemasynyň  $R_0$  rugsat beriji ukybynyň aralarynda arabaglanyşygyň bardygyny görkezdi.

$$1/R_0 = 1/R + 1/N$$

Ýerdäki surat düşürmäniň rugsat bejjilik mümkinçiligi 100 çyz/mm deň, aerosuratölçegde-50 çyz/mm merkezde we gyrada 200 çyz/mm. Suratplýonkalaryny dikeltmekde ýalňyşlygyň täsiri. Suratmateriallarynyň deformassiýasy.

Surat merkezi proyeksiýadan tapawutlanýar, sebäbi suratkamerasynyň obýektiwiniň distoriýasy netijesinde ýoýulma emele gelýär.

Ölçeg maksatlary üçin ulanylýan obýektiwleriň fotogrammetriki distorsiyalary 30 mkm ýokary bolmaýar. 11-nji suratda görkezilişi ýaly  $a'$  we a-suratda  $P$  ýapylma ramkasynyň tekizligindäki şekillendiriş nokady.

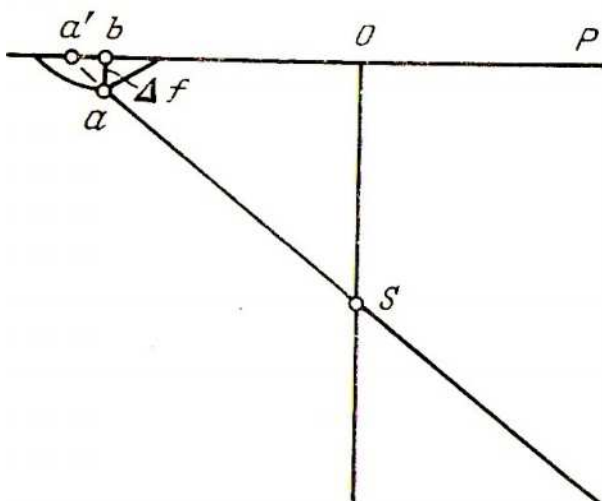
b-perpendikulýaryň esasy

Goý,  $oa' = r$  we  $a'b = \Delta r$  deň bolsun.

Onda,

$$\Delta r = (r/f) \Delta f$$

Bu formulada surat nokadyň radius-wektorlary emele gelýär.



Surat 11

Suratploýonkalarnyň deformasiýalary esasan hem olary fotografiki işläp düzenlerinde emele gelýär. Deformasiýalaryň sebäpleri fotografiýa kursunda öwrenilýär. Suratploýonkalarnyň deformasiýalarynyň iki görnüşi bar: sistematiki we tötänleýin . Sistematiki deformasiýa affinli öwrülmäni özünde jemleýär . Mysal üçin, inedördül sistematiki deformasiýasynyň netijesinde inedördül we galyp biler ,diňe ölçegini üýtgedip (deň ölçegli deformasiýa ),ýa-da göni burçlyk formasyny kabul eder(deň derejesiz deformasiýa),rombyň formasyny (süýşme deformasiýasy),parallelogramyň formasy (süýşme bilen deň derejesiz deformasiýa).Deň derejeli deformasiýa fotogrammetriki işlerinde ýeňil hasaba alynýar.Sistematiki deformasiýalaryň beýleki görnüşlerini hasaba almak çylşyrymly we kähalatlar da asla mümkin däl. Barlaglaryň

netijesinde suratplýonkalary esasan hem deň däl deformasiýalara eýedir.

**Tötänleýin deformasiýa**-affin böleklemäniň kanunlaryna boýyn bolmaýar. Adaty suratkagyzlaryň deformasiýalary suratplýonkalarynyň deformasiýalaryndan 2 – 3 esse köpdür. Suratmateriallarynyň deformasiýalarynyň täsirini haçanda suratölçeqleriniň ýalňyşlyklarynyň çäginde çykanda göz önüne tutmalydyr. Deformasiýa suratmateriallarynyň ölçeme koordinatalary aşakdaky formulada görkezilen .

$$\left. \begin{aligned} x' &= a_0 + ax - by; \\ y' &= b_0 + bx + ay; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Bu ýerde  $x', y'$  – suratyň nokatlarynyň deformasiýa üçin düzedilen koordinatalary ;  $a_0, b_0, a, b$  – koefisiýentler.  $X'Y'$  koordinatalaryň anyk aňlatmalaryny bilip, we  $x, y$  ölçäp meseläni çözüýärler. Bu meseleleri çözip  $a_0, b_0, a, b$  ululyklary tapýarlar we ýokarky formulanyň kömegi bilen suradaky islendik nokadyň ähli koordinatlary tapylýar, şu ýagdaýda koefisientleri kesgitlemek üçin barlag toruň iki nokadyny kesgitlemek bolýar. Suratmaterialyň deformasiýasynyň deň däl täsiri polinomlar göz önünde tutylýar.

$$\left. \begin{aligned} x' &= c_0 + c_1 x + c_2 y; \\ y' &= d_0 + d_1 x + d_2 y; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ýada

$$\left. \begin{aligned} x' &= k_0 + k_1 x + k_2 y + k_3 xy; \end{aligned} \right\}$$

(3)

$$y' = l_0 + l_1x + l_2y + l_3xy;$$

şu polinomlaryň koefsiýentini kesgitlemek üçin azyndan üç ýa dört nokat bolmalydyr.

$x'y'$  koordinatalary belli bolanda. Suratlaryň gözegçiligi we ölçemesi we obýektleriň modelleri.

### **Monokulýar görüş**

Gözegçi o obýektiniň şekiline gözegçilik edende öz gözüni f sary tegmilleň merkezi çukuryňa seretmeli (surat 12)

Gözüň  $f_0$  görüş merkeziniň gözegçilik edlýän o obýektinde kesişmesine F monokulýar görüşüň belgileme nokady diýilýär.

Gymyldaman duran gözüň görüş meýdany keseligine  $150^0$  dikligine  $120^0$  ,ýöne göz gapdal şekilleri takyk görkezmeýär.

Gözüň yzky nokadyndan gelip, merkezi çukurjygyň gapdalyna gelýän şöhleler burçy  $1.5^0$  deň. (uzakda ýerleşýän obýektlere gözegçilik edilende) we takyk görüşüň burçy diýilip atlandyrylýar.

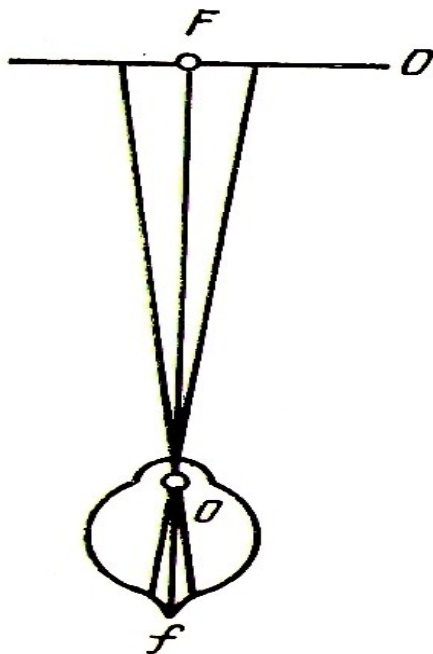
Köp predmetleri görmek üçin biz gözimizi öwürýäris. Ýagny gözüň görüş okuny bir nokatdan beýleki nokada üýtgedýäris.

Iki sany ýagtylanýan nokat aýratyn kabul edilmeýär. Haçanda olaryň şekili bir kollbajykda emele gelen wagty, her bir kolbajyk beýnä ýeke duýgyny berýär. Iki nokady biz aýratynlykda haçanda olary biziň görejimiz olaryň şekili bir ýa-da birnäçe bölekler bölünende görüp bilýäris. Şeýle usul bilen

görüşiň ýitiligi onuň yzky nokadyndan görünýän kolbajygyň diametirine bagly.

Aýratynlykda iki sany ýagtylanýan nokadyň minimal burçuna gözegçilik edýän gözegçi monokulýar görüşiň ýitiliginiň birinji derejesini kesgitleýär, tejribe ýollaryň üsti bilen adaty göz bilen bu burç 45" deň. Monokulýar görüşiň ýitiliginiň ikinji derejesini minimal burç häsiýetlendirýär. Göz iki parallel çyzygy aýratyn gören wagty dik çyzyklarda bu burç 20" deň. Çyzyklaryň şekili kolbajyklaryň (çüýşe gapjagazy) toplumynda şol çyzyklaryň gözegçilik edilende görüş ýitiligi ýitilenýär.

Şunuň netijesinde biz gara sapagy ýagty ýerde onuň ýagtylyk burçy 0.5" bolanda hem görüp bilýäris.



Surat 12

Monokulýar görüşiň ýitiligi ýokarda mysal getirilen şekilleriň şekili gözüň merkezi görejine düşende bolýar. Görüşiň ýitiligi ýagtylykdan, obýektiň şekiline gözegçiniň ökdeliginden we başgada kän täsir etmelerden bagly bolýar. Ölçemeleriň ululygyny ölçeýän adamlardan we daşky sredanyň täsirinde birnäçe shemalardan birnäçe minuda çenli üýtgäp bilýär. Gözegçilik edilýän şekiliň aralygyny monokulýar görüşiň üsti bilen baha berýäris. Mysal üçin bir şekil beýleki şekili ýapyp duran bolsa onda şol şekil bize golaý diýip hasap edýäris. Haçanda görüş meýdanymyzda bir ululykdaky şekiller hatara duran bolsa şol obýektlerdäki aralyga görünýän ululygy boýunça baha berýäris. Golaýdaky şekillere çenli aralygy

kesgitlemäge gözün öwrenişmesi kömek edýär. Gözegçä şekil näçe golaý bolsa şonçada gözün muskullary ýadaýar. Her obýektiden göze çenli aralyga şoňa laýyk gözün muskullarynyň gysgalmasy bolup geçýär, çuňlugyň anyk bahasyny binokulýar görüşiň netijesindeki fiziologiki parallaksy kesgitleňýär.

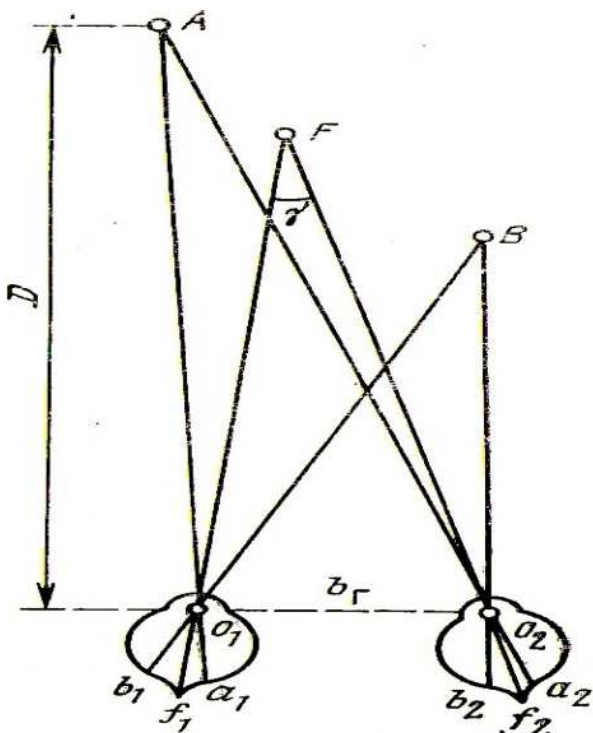
### **Binokulýar görüş**

Iki gözün görüşi görülýän şekilleriň giňişlikde uly orny eýeleýär.

Binokulýar görüşi ýerine ýetirmezden ozal gözüne ýerleşýän şekiliň takyklygyny bellemeli we ol dürs görner ýaly bolmaly.

F serediş okynyň kesişme nokady binokulýar görüşiň belgileme nokady diýlip atlandyrylýar. Belgileme nokadynyň şekili  $f_1$  we  $f_2$  merkezi çukurlarda ýerleşýär. Gözün önündäki  $O_1$  we  $O_2$  arabaglaýjy nokatlarynyň arasyndaky aralyk gözün bazisi diýilip atlandyrylýar. Gözün bazisiniň ululygy her adamda her hilidir we ol 58-den 72-mm aralygynda bolup bilýär, gözün bazisiniň ortaça bahasy 68-mm diýilip hasaplanýar.

Iki gözün garaçygy bilen alynan şol bir predmetiň şekiline laýyk nokatlar diýilip atlandyrylýar, şol şekilleri gurýan we arabaglaýjy nokatlaryň üstünden geçýän şöhlelere laýyk şöhleler diýilip atlandyrylýar ( surat 13 )



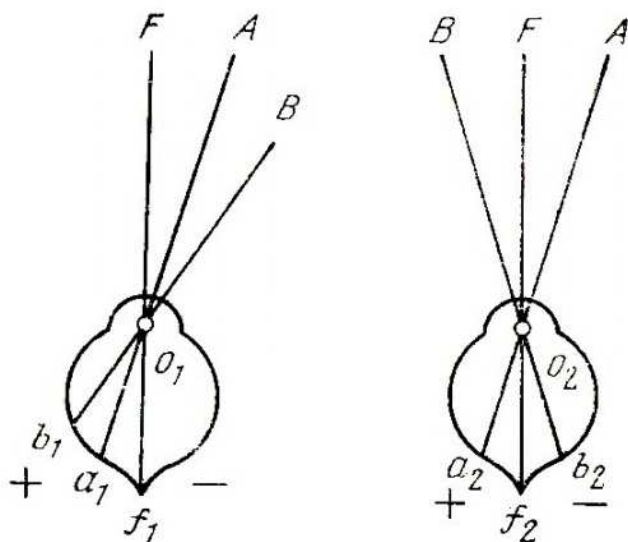
Surat 13

Islendik goşa laýyk şöhleler, mysal üçin  $Aa_1$  we  $Aa_2$  gözün bazisiniň üstünden geçýän bir tekizlikde ýerleşýär we ol görüş tekizligi diýilip atlandyrylýar. Iki gözün serediş okynyň ýatan tekizligi baş görüş tekizligi diýilip atlandyrylýar. Bu tekizlikleriň ýerleşiş ýagdaýy  $o_1$  we  $o_2$  arabaglaýjy nokatlar bilen we  $F$  belgileme nokady bilen kesgitlenilýär. Gözleriň görüş oklarynyň arasyndaky burç meňzeşlik burçy diýilip atlandyrylýar, goşa laýyk şöhleleriň arasyndaky burç bolsa parallaktiki burç diýilip atlandyrylýar. Bir ugurda we bir



aralykda ýerleşýän gözleriň garaçygynyň nokatlary simmetriki nokatlar diýilip atlandyrylýar. Mysal üçin,  $a_1$  we  $a_2$  nokatlary goşa simmetriki nokatlardyr (surat 14 ).

Gözüň garaçygynda olaryň ýerleşiş ýagdaýy ugur bilen we  $f_1 a_1$  we  $f_2 a_2$  dugalaryň ululyklary bilen kesgitlenilýär. simmetriki nokatlara gözüň garaçygynyň merkezi oýujaklary hem degişlidir, merkezi oýujakdan her hili aralykda ýerleşýän garaçygyň nokatlary simmetriki däl ( $b_1$  we  $b_2$  nokatlary ) diýilip atlandyrylýar.



Surat 14

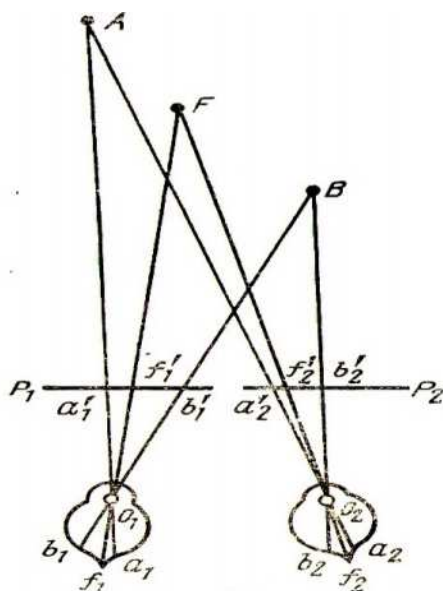
## Stereoskoplar we olary ulanmak

Stereoskop L3. Stereoskoplaryň içinde iň giňden peýdalanylýany ýapylýan linza-aýnaly stereoskop L3-dyr. Bu stereoskop dört aýagyň üstünde oturdylyar, olaryň birisi nurbatyň kömegi bilen özüniň uzynlygyny üýtgedip biler. Guralyň ýokarky bölegindeiki daşky we iki içki aýnalar bar, ol aýnalar umumy meýdança berkidilendir, we kese tekizlikde  $45^\circ$  burça gyşardylandyr. Içki we daşky aýnalaryň arasynda aýrylýan linzalar ýerleşýär, olar  $1,5^x$  esse ululyk berýär. Linzasyz seredilende stereoskopuň ulaltmasy 1-e deňdir. Seredijiniň gözi bilen seredilýän aerosuratyň arasyndaky aralyk stereoskopda 250mm deňdir (oňat görýän gözünki), içki aýnalaryň merkezi bilen, ortaça göziň bazisiniň arasyndaky aralyk 65mm.

## Suratlara stereoskopiki seretmek

Çuňlugy kabul etmeklik diňe predmetleri synlap amala aşyrmak mümkin bolman, eýsem olary gelejegi bar bolan şekillere seredip hem kabul edip bolar. Goý, A, F we B (surat 15), predmetiň synlanýan nokatlary bolsun,  $o_1$  we  $o_2$  –gözün arabaglaýjy nokatlary,  $a_1, f_1, b_1, a_2, f_2, b_2$  –çep we sag gözleriň garaçyklaryndaky A, F we B nokatlarynyň şekilleri, F –bellige alyş nokady.

$o_1$  AFB we  $o_2$  AFB şöhle dessejiklerini erkin ýerleşýän  $p_1$  we  $p_2$  tekizliginde kesişdirýäris.  $a_1', f_1', b_1'$  we  $a_2', f_2', b_2'$  nokatlary tekizlikdäki dessejikleriň yzlary bolup durýar we bölegiň izy we merkezi proyeksiýanyň  $o_1$  we  $o_2$  nokatlarynda predmetiň gelejekgi şekillerini jemleýär.



Surat 15

Indi bolsa predmeti aýyralyň we gözleriň arsynda dik ekrany her göz özüne degişli gelejegi görer ýaly edip goýmaly. Onda çep göz  $o_1a_1'$  çyzygynda, sag göz bolsa  $o_2a_2'$  çyzygynda A nokadyny galldyrar. Şonuň üçinem iki göz bilen seredenimizde nokat  $o_1a_1'$  çyzygynyň we  $o_2a_2'$  çyzygynyň kesişmesinde bolup göriner. Şonuň ýalyny F we B nokatlaryň gatnaşygyndada aýtmak bolar. Ýöne onuň üçin birnäçe şertleri ýerine ýetirmeli bolýar;

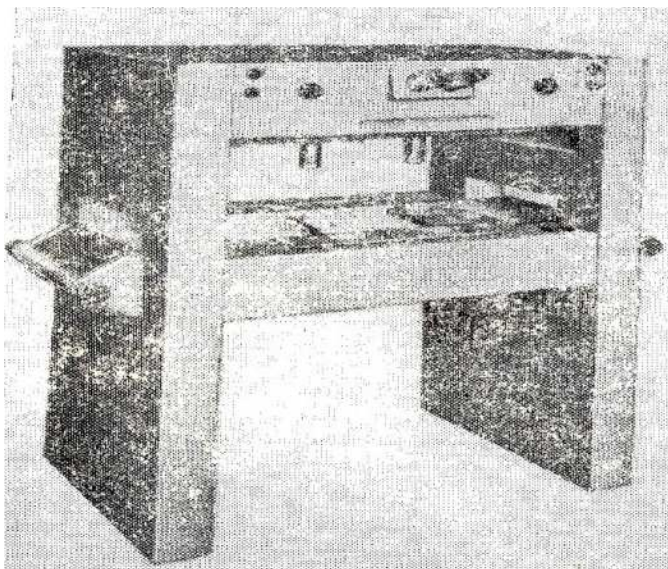
1) suratlar hõkmany giňişligiň iki sany her hili nokatlaryndan alynan bolmalydyr;

2) suratlaryň masştabynyň tapawudy olaryň bahalaryndan 16% geçmeli dälär.

3) her bir göz bilen aýratyn suratlar sunlanylmalydyr .

### Seýsň interpretoskopy

Suratlary deşifirlemekde stereoskopiki seretme üçin (Seýss) firmasy ýörite interpretoskop-abzalyny taýýarlady (surat 16).



Surat 16

Abzal binokulýar dürbüsinden we suratlary ýerleşdirmek üçin ýörite aýna ekranly stoldan durýar. Mikroskop iki bölekden ybaratdyr -hereketlenýän we hereketlenmeýän. Hereketlenýän bölegi iki sany özara

perpendikulýar ugur boýunça hereketlenyar. Mikroskopyň ulalşyny pankratiki ulgamyň we iki sany her-hili fokus aralykly özara çalşylýan obýektiwleriň kömegi bilen üýtgetýärler. Ulaldyşyň üýtgetmesi bir wagtda çep we sag binokulýary ýerine ýetirip bilýär. Bu bolsa çepdäki masştaby deňleşdirmе bilen üpjün edip bilýär. Sag we sagdaky suratyň masştabyny sfereoaparadyň aýratynlykda biri birinden dürlidir. Surat böleklerini optiki öwürüp hem bolýandyр. Serediş sistemasynda binokulýaryň markasy sfereomodeli nokatda hereketlendiriji dört bölekden durýar. Hereketdäki çep we sag obýektiwleri hereketiň bir obýektiwe birikmesine ýardam edýär.

Interpretoskop iki wariýanty goýberýär-bir binokulýary we iki binokulýarly. Okuw maksatlary üçin ikinji wariýant uly höweslendirme bildirýär .17- nji suratda interpretoskopuň iki binokulýary optiki shemasy görkezilen; bu ýerde: 1-birinji binokulýar, 2-pankratiki sistema, 3-ýagtylyk bölüji kubik, 4-göni burçly prizma, 5-aýlanýan sistema we 6- ikinji binokulýar.

Interpretoskopuň ikinji wariýantynyň birinjiden tapawutly tarapy ,ähli şöhleleri pankratiki aýlanýan sistemadan birinji okulýara goýberýän göniburçly prizmanyň ýerine ýarymkümüş kubikler ulanylýar. Bu tekizlikde 6 ikinji binokulýaryň markasy ýerleşdirilen. Iki komponentli aýlanyjy sistemanyň 5 kömegi bilen aralyk şekil ikinji binokulýaryň şekillendiriş tekizliginde taslanýar. Iki binokulýaram bir meňzeş konstruksiyalydyр..

Iki binokulýarly interpretoskop diňe okuw maksady üçin ulanylman eýsem, kyn obýekitleri deşifirlemek işlerinde hem ulanylýar.

Interpretoskopyň esasy häsiýetleri:

Suratyň formaty .....30x30sm

Serediş sistemasynyň ulaldylşy.....2-den 6 çenli we 5-den 15<sup>x</sup>-e çenli

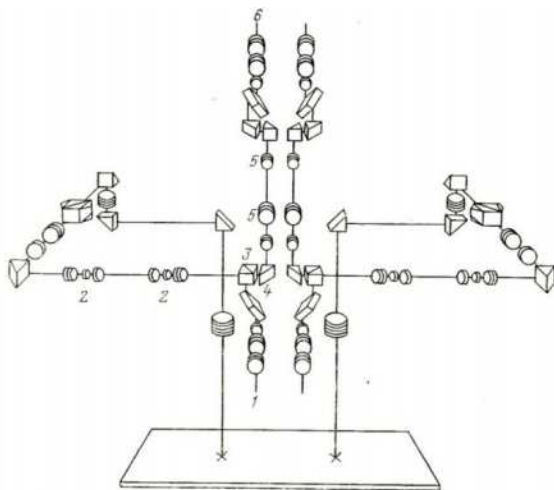
Görüş meýdany .....200mm ulaldyşy

Şekilleriň optiki aýlanylşy 360<sup>0</sup>-a.....çenli

Suratlaryň rugsat berilýän dürli masştablylygy .....1:7.5 çenli

Abzalyň ölçegi.....126x70x128sm

Abzalyň agramy.....176kg .



Surat 17

## Suratlary we modelleri ölçemek

Ýekebara suratyň koordinatalaryny sirkul we masştab lineýkasynyň kömegi bilen ýa-da ýörite abzal-monokomparator bilen ölçemek bolar. Bu suratlary kartalaşdyrmaga esaslanan monokulýar görüş monokulýarly diýip atlandyrylýar

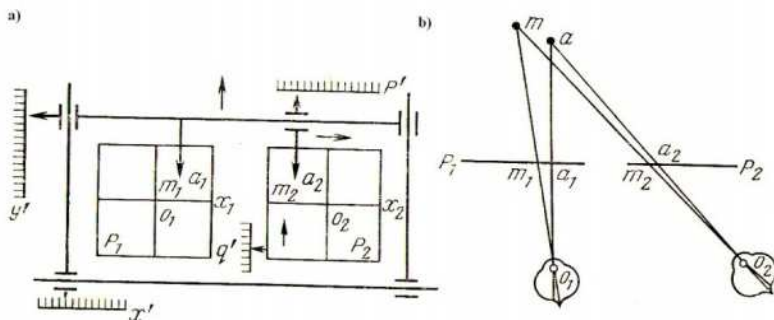
Binokulýar görüşiň häsiýetine esaslanan, suratlary we modelleri ölçemegiň stereoskopiki usuly konturly we kontursyz nokatlaryň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemekde ýokary takyklygy üpjün edýär. Stereoskopiki usullara şu aşakdakylar gatnaşýar: hyýaly markalar usuly, hakyky markalar usuly, anaglifiki usul, polýaroid usuly we blend usullarydyr.

Hyýaly markalar usuly goşa suratlary we modelleri kartalaşdyrmak üçin ulanylýar. Stereoaparata iki markany goýýarlar-birini çep suratyň üstüne, beýlekisini sagdaky surata goýýarlar. Suratlary we modelleri sfereoskopiki synlamada synlaýançy giňişlik modelini we iki markanyň deregine bir markany görýär. Suratlarda markalaryň ýagdaýyny üýtgetmek hyýaly markalaryň giňişlikde ýerleşmesine getirýär. Şonuň üçinem hyýaly markalary görünýän modelleriň islendik nokatlarynda ýerleşdirip bolýar. Eger-de şeýle birikdirme ýerine ýetse onda hakyky markalar stereoparanyň hakyky nokatlarynda ýerleşýär. Hakyky markalaryň hereketi hasaba alynýar, ol bolsa stereoparanyň nokatlarynyň koordinatalaryny we parallaksalaryny ölçemäge mümkinçilik berýär.

Goň, mysal üçin: stereoskopyň kömegi bilen biz  $P_1$  we  $P_2$  goşa aerosuratlary (surat 18 a). synladyk we stereoeffekiti aldyk. Şunlukda suratlary X oklary bir gönide ýerleşer ýaly edip goýýarlar. Suratlarda formasy boýunça we ölçegleri boýunça birmeňzeş iki sany  $m_1$  we  $m_2$  markalaryň gönileri x

okuna parallel bolar ýaly edip goýýarys. Goý markalar indiki hereketi yzarlasyn: 1)  $x$  okyna parallel bolan bilelikdäki hereketi; 2)  $x$  okyna perpendikulýar bolan bilelikdäki hereket; 3)  $x$  okuna parallel bolan bir markanyň beýlekisine baglylykda hereketi. P1 suratynyň islendik nokady bilen  $m_1$  markasyny birikdirmek üçin dört hereket doly ýeterlikdir, mysal üçin, P2 suratynyň  $a_2$  nokadyna laýyk gelýän  $a_1$  nokady bilen we  $m_2$  markasyny birikdirip bolar.

Suraty stereoskopyň kömegi bilen synlap, biz modeli we  $m$  hyýaly markasyny görýäris (surat 18 b).  $m_1$  we  $m_2$  hakyky markalaryň arasyndaky aralyk üýtgeşe, çuňluk boýunça  $m$  hyýaly markanyň ýerleşmesine getirýär.



Surat 18

Eger-de  $a_1$  we  $a_2$  laýyk nokatlaryň arasyndaky aralykdan hakyky markalaryň arasyndaky aralyk köp bolsa, onda hyýaly marka modeliň a nokadyndan uzakda ýerleşer ýa-da tersine. 34-nji suratda hyýaly marka usuly bilen modelleri ölçemegiň shemasy görkezilen. Bu ýerde  $m_1$  we  $m_2$



hakyky markalar modeliň giňişliginde ýerleşýän we üç özara perpendikulýar ugurlara ýerleşýän aýna ekranlara geçirilen. Ekranlarda  $S_1$  we  $S_2'$  obýektiwli taslama kameralarynyň kömegi bilen  $P_1$  we  $P_2$  suratlaryň şekilleri alynýar. Bu şekilleri binokulýaryň we markanyň üsti bilen seredip, synlaýançy stereoeffekti wehyýaly markany görýär.

1) **Hakyky markalar usuly:** modelleri kartalaşdyrmak üçin hyzmat edýär. Stereoskopyň kömegi bilen  $P_1$  we  $P_2$  goşa suratlara seretýärler, ol bolsa iki goşa aýnalardan durýar ( $3_1, 3_2$  we  $3_1', 3_2'$ ; surat 19). Synlaýanyň gözüniň önünde ýerleşýän  $O_1$  we  $O_2$  içki aýnalar 50% kümüslendirilendir. Şoňa laýyklykda synlaýançy diňe modeli görmän, eýsem hyýaly modeliň giňişliginde ýerleşýän m hakyky markasyny hem görýär. Suratlar ugrukdyrma üçin zerur bolan hereketleri edýär.

2) **Analatiki usuly:** modelleri ölçemek we synlamak üçin ulanylýar.

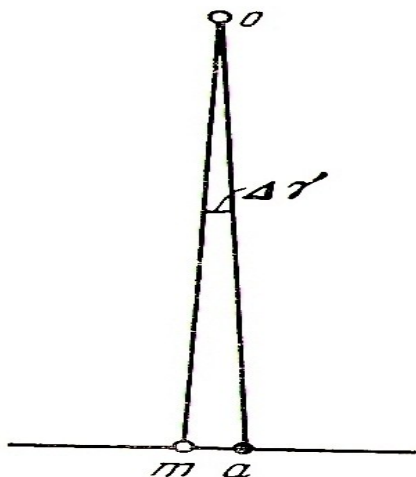
### Markalaryň takyk gönükdirmesi

Goý, synlaýjy markany m surat a nokadyna gönükdirýär, ýaraglanmadyk göz bilen iki obýekite seredýär (surat 19). Synlaýjy ma birikmäni haçanda ol  $\Delta\gamma$  burçynda göz bilen seredende bellige alýar. Şonuň üçin markany goýmagyň ýalňyşlygyny aşakdaky formula boýunça tapyp bolar.

$$m_x = D\Delta\gamma \quad (4)$$

bu ýerde

D- iň gowy görüşiň aralygy.



Surat 19

Egerde  $D=250$  mm we  $\Delta\gamma=45''$  bolanda  $m_x=55$  mkm alarys. Şonuň ýaly takyklykda markany ýaraglanmadyk monokulýar görüş nokady bilen gönükdürip bolar. Egerde suraty monokomporatoryň  $\vartheta$  ulaldyşynyň kömegi bilen ölçense, onda markanyň gönükdirmesiniň ýalňyşlygy az bolar.

$$m_x = D(\Delta\gamma/\vartheta) \quad (5)$$

Abzalyň synlama sistemasy ulaldyşda bulam bujar bolmaz ýaly ol aerofotoparatyň obýektiwiniň güýji bilen gabatlaşmaly.

$$\varepsilon'' = 140/d$$

bu ýerde:

d- obýektiwiň hereket edýän deşiginiň diametri.

Stereoskopiki usulynda monokulyar usuly bilen deňeşdireniňde suratlary we modelleri ýokary takyklyk bilen ölçemäge mümkinçilik berýär (surat 20).

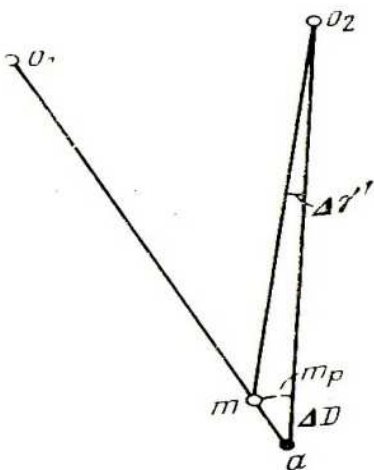
$$m_p = D\Delta\gamma_1 \quad (6)$$

Bu aňlatmada  $D\Delta\gamma_1 \text{ mp}=36 \text{ mkm}$  alarys. Markanyň birleşme takyklygy ýaraglanmadyk binokulýar görüşde

$$\Delta D = -D^2 \frac{\Delta \gamma_1}{b_q \vartheta} \quad (7)$$

$$m_p = D(\Delta\gamma_1/v^9) \quad (8)$$

Mysal üçin,  $\vartheta = 10^\circ$  bolanda, şulory alarys  $\Delta D = 14\text{mkm}$  we  $m_p = 3,6\text{mkm}$ .



## Surat 20

Fotogrammetriki abzallarda her hili markalar ulanylýar( surat 21).



Surat 21

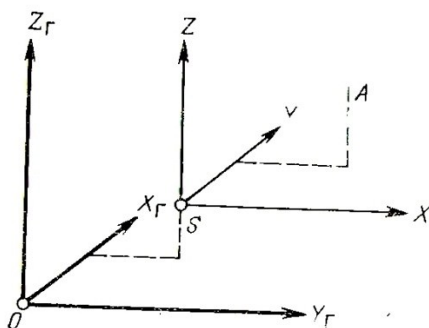
Minimaý markalar usuly, mälim bolşy ýaly iki hakyky markada ulonylýar. Olryň formalary we razmerleri birmeňzeş bolmoly. Marka razmerleriň aýratynlygy 10%-dan artmaly däl, wizirleme takyklygy birden üýtgeýär.

Ólçeg markalaryň total gözlegleri O. A.Gerasimow tarapyndan SNIIGA we K-de ýerine ýetirilen. Sferekomporatorlaryň suratlary kartalaşdyrmakda adaty ýalňyşlygy 10-20 mkm ýokary takyklykda bolsa 2-5mkm. Uniwersial sferopriborlary 1-nji klasda suratlary takyk kartalaşdyrmakda yzygider 5-20 mkm üpjün edýär.

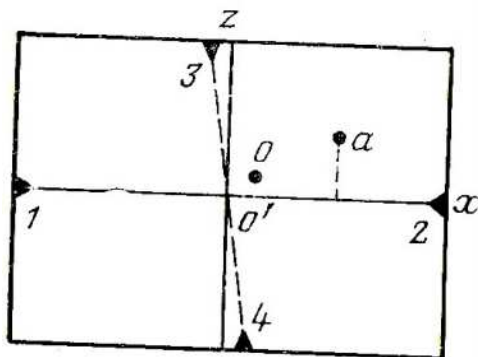
## Ŷer űsti fotogrammetriűa

### Obűektiű nokatlarynyű koordinatalary we onuű suratlarda űkillendiriliűi

Ŷer fotogrammetriűasynda obűekitdaky nokatlaryű űagdaűyny gűniburűly sistema koordinatasy baglanűdyrűar  $SXYZ$  űa-da  $OX_g, Y_g, Z_g$ , (surat 22).



Surat 22



Surat 23

Sagdaky SXYZ Koordinata sistemasy , olar bilelikdäki obýektdäki nokatlaryň ýagdaýyny öwrenmekde ulanylýar we fotogrammetriki diýip aýdylýar. Bu ulgamyň koordinata oklarynyň ugry we başlangyjy erkin saýlanyp alnyp bilner. Çepki OXg, Yg, Zg,- ulgam-çepki, ýerleri kartalaşdyrmakda ulanylýar we geodeziki diýip atlandyrylýar: bu sistemanyň Xg,Yg, tekizligi elmydama kesedir, Xg oky demirgazyga ugrukdyrylan, Yg- oky bolsa gündogara ugrukdyrylan

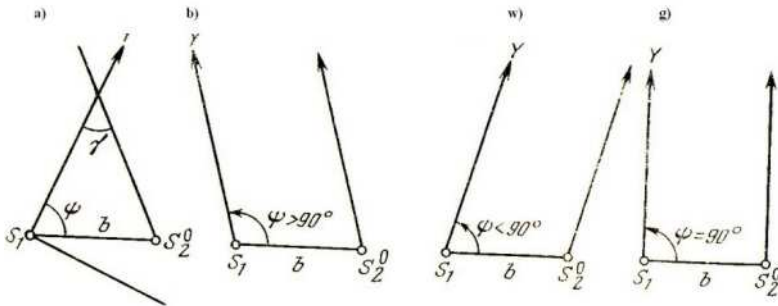
Goý, fotogrammetriki koordinatalar sistemasynyň başlangyjy S surata alyş nokadynda ýerleşsin, XweY koordinatalar oklary Yg we Xg oklaryna parallel bolsun. Onda ýerleriň A nokadynyň geodeziki koordinatalaryny aşakdaky ýönekeý formulalar boýunça tapmak mümkin.

$$Xg=Xgs+Y; \quad Yg=Ygs+X; \quad Zg=Zgs+Z \quad (9)$$

bu ýerde Ygs, Xgs, Zgs- S surata alyş nokatlarynyň geodeziki koordinatalary, X,Y,Z- ýerleriň nokatlarynyň fotogrammetriki koordinatalary. Suratda nokadyň baglanşynyň ýagdaýyna hyzmat edýär koordinata belgileri surata düşürmede özi bilen koordinata belgilerini görkezýär, ol bolsa fotokameranyň takyk ramkasynda ýerleşdirilen.Suratda nokatlaryň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemek üçin 0' xz göni burçly tekiz koordinatalar sistemasy hyzmat edýär (surat 23). Bu sistemanyň başlangyjy 1 we 2, 3 we 4 koordinatalar belgileriniň üstünden geçýän göniniň 0' kesişmesinde ýerleşýär.

## Stereokartalaşdyrmanyň esasy ýagdaýy

Ýerdäki sfereokartalaşdyrma esasy ýagdaýlary: Umumy normal konwergentli (surat 24 a) parallel (surat 24 b w) we kadaly (surat 24 g)



Surat 24

Kartalaşdyrmanyň umumy ýagdaýynda ugrukdyryjy elementleri islendik bahany aňladyp bilerler. Başga bir ýagdaýda suratyň aýlama burçlary we kameranyň optiki okunyň gapdal burçlary nola deňdir. Kartalaşdyrma kameranyň optiki oky gorizental ýagdaýda taýýarlanylýar.

Konwergent ýagdaýynda kartalaşdyrma kameranyň optiki oky gorizental tekizlige gönükdürlende proyeksiýa kesişýär.

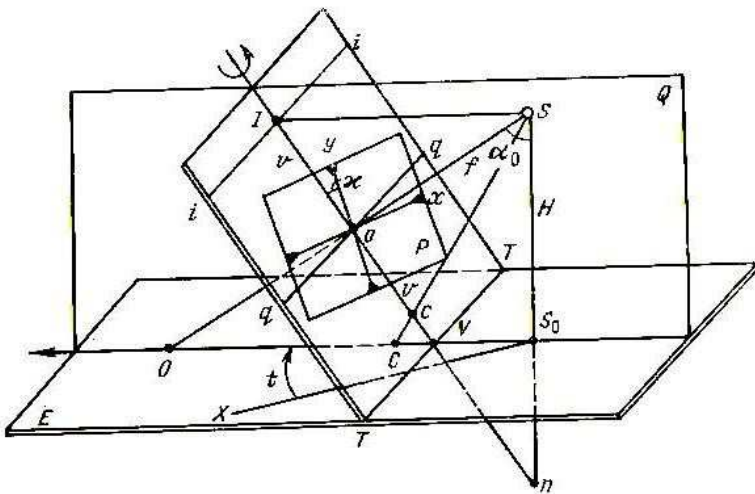
Parallel ýagdaýda kartalaşdyrmaň optiki oky paralleldirler

Normal kartalaşdyrma ýagdaýda kameranyň optiki oky bazisa perpendikulýar .

Tejribede kartalaşdyrmanyň kadaly we parallel ýagdaýlary köp ulanylýar. Adaty ýagdaý iň ýönekeý bolup giňden ulanylýar.

## Ýekebara suratlary analizlemek. Esasy kesgitlemeler

Goý, S nokatdan ýerleriň aýerosuratlary alynan bolsun. Onda howa refraksiýasynyň we beýleki ýalňyşlyklar çeşmesi esasynda emele gelyän ýoýulmalar ýok diýip hasap edeliň. Onda şol suraty suratalyş obýektiniň tekizlikdäki merkezi proyeksiýasy hökmünde kabul etmek mümkin ( surat 25 )



## Surat 25

Şu ýokarky suratda merkezi proyeksiýanyň esasy elementleri görkezilen: E-esasy tekizlik diýilip atlandyrylýan we ýerlerde haýsydyr bir nokatdan kesip geçýän kese tekizlik. P suratyň tekizligi; S- proyeksiýanyň merkezi ýa-da surata alyş



nokady;  $S_0$  –suratyň tekizligine perpendikulýar bolup, proyeksiýanyň merkezinden geçýän göni, baş şöhle; o-surat bilen baş şöhlejigiň kesişýän ýerindäki baş nokat; f-surat kamerasynyň fokus aralygy-ýagny, proyeksiýanyň merkezinden surata çenli aralyk; H-surata almanyň beýikligi-ýagny, esasy tekizlige görä proyeksiýanyň beýikligi;  $a_0$ -suratyň burç ýapgytlygy; TT-esasynyň çyzygy-ýagny esasy tekizligiň suratyň tekizligi bilen kesişmesi; Q-baş dikligiň tekizligi-ýagny baş şöhlejigiň üstünden geçýän dik tekizlik;  $S_0O$ -surata almanyň ugrunyň çyzygy- ýagny, baş dikligiň tekizliginiň esasy tekizlik bilen kesişmesi;  $\theta\theta$  –baş diklik-ýagny, baş dikligiň tekizliginiň suratyň tekizligi bilen kesişmesi; V-esasy tekizligiň çyzygynyň baş diklik bilen kesişmesi; n- nadira nokady- ýagny, proyeksiýanyň merkezinden geçýän asylna çyzygynyň suratyň tekizligi bilen kesişmesi; qq- baş keselik- ýagny, baş nokadyň üstünden baş diklige görä perpendikulýar görnüşinde kesip geçýän suratdaky göni çyzyk; ii- hakyky gözýetimiň çyzygy- ýagny, hakyky gözýetimiň tekizliginiň suratyň tekizligi bilen kesişmesi; I-baş başlangyç nokat- ýagny, hakyky gözýetimiň çyzygynyň baş diklik bilen kesişmesi; c-nully ýoýulmanyň nokady- ýagny, burç bissektrisasi bilen surat tekizliginiň kesişmesi; C- nully ýoýulmanyň nokadyna gabat gelýän esasyň nokady;  $\theta$ -OI baş diklik bilen suratyň obsissa okunyň arasyndaky burç- ýagny, suratyň öz tekizliginde aýlanmasyny kesgitleýär.

Suratyň kameralarynda baş şöhlejik bilen obýektiwiň baş optiki okuny birikdirýärler. Şonuň üçin, köplenç baş şöhlejigi surat kamerasynyň optiki oky diýip atlandyryrlar. suratdaky zerur nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitleýän formulolory alýarys:

$$\text{on}=f \operatorname{tg} \alpha_0; \text{oc}=f \operatorname{tg} 1/2 \alpha_0; \quad \text{OI}=f \operatorname{c} \operatorname{tg} \alpha_0; \quad (10)$$

aralygyň kesgitlenşi

$$\text{SI}=f/\sin \alpha_0 \quad (11)$$

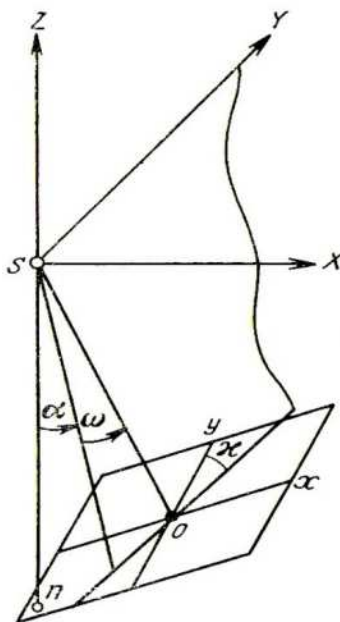
### Ýekebara suratyň ugrukdyryjy elementleri

Aýerosuratlaryň içki ugrukdyryş elementleri, ýagny surata baglylykda proyeksiýanyň merkeziniň ýerleşýän ýagdaýyny kesgitlemäge we surata alynýan pursatynda bar bolan şöhleleriň desselerini galdyrmaga mümkinçilik berýän baş nokadyň koordinatalary  $x_0$   $y_0$  we surat kamerasynyň  $f$  fokus aralygydyr. Aýerofotogrammetriýada surata alynýan pursatda şöhle desseleriň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemek üçin daşky ugrukdyryjy elementleriň iki sistemasy hyzmat edýär

Birinji sistema şu ( surat 26 ) aşakdakylar girýär:  $X_S, Y_S, Z_S$  - S proyeksiýasynyň merkeziniň ýerleşýän surata alyş nokatlarynyň koordinatalary;  $\alpha_0$  - suratyň burç ýapgytlygy ýa-da surat kamerasynyň optiki okunyň asylma çyzygyna görä gyşarma burçy;  $t$  - surat kamerasynyň optiki okunyň direksion burçy- ýagny,  $X$  oky bilen  $XY$  tekizligindäki baş şöhlejigiň proyeksiýasynyň arsyndaky burç;  $\kappa$  - suratyň aýlanma burçy-ýagny, suratdaky baş diklik bilen  $y$  okunyň arasyndaky burç.



kesgitleýär, galanlary bolsa burçlory kesgitleýär. Olardan  $\alpha_0$  we t ýa-da  $\alpha$  we  $\omega$  baş şöhläniň ugruny belleýär,  $\chi$ - suratyň baş şöhlejiginiň daşyndan aýlanmasyny aňladýar. Aýerosuratlary kese, plan we perspektiw görnüşlere bölýärler.



Surat 27

Kese suratlary ( $\alpha_0=0$ ) häzirk wagtda aýerosuratlarda almak mümkin däl. Plan suratlary diýip , köp bolmadyk burç ýapgytlygy bilen alnan suratlar, ýagny aýerosuratalma döwründe kamerany keselemek bilen ýerine ýetirilmegine aýdylýar. Perspektiwaly suratlar üçin uly burç ýapgytlyklary

bilen häsiýetlendirilip, kä halat 70-80<sup>0</sup> ýapgytlyga ýetýär (suratda görünyän gözyetimiň şekilini almak üçin ). Häzirki wagtda topografiki kartalary döretmek üçin planly aýerosuratlary ulonýarlar.

### Aerosuratlaryň nokatlarynyň giňişlik koordinatalary

Goý, S nokatdan P surat alnan bolsun. Ýerdäki A nokady suratdaky a nokatda şekillendirilen. Şu nokatlaryň koordinatalarynyň arabaglanşygyny tapýarys. Surata alyş nokadyň ýerleşiş ýagdaýyny käbir başlangyç O nokada baglylykda  $R_s$  wektory ýa-da  $X_s, Y_s, Z_s$  koordinatalary kesgitleýärler, kiçi a nokadyň ýagdaýyny bolsa S baglylykda wektor  $\bar{R}'$  ýa-da  $X'.Y'.Z'$  koordinatalaryny kesgitleýärler.  $\bar{R}'$  we

$$\bar{SA} = \bar{R} - \bar{R}_s \quad (12)$$

wektorlary koolleniardyr. Şonlukda,

$$\bar{R}' = m(\bar{R} - \bar{R}_s) \quad (13)$$

bu ýerde m-skalýar.

Ýagny bu wektorlaryň komponentleri proporsional bolsa, onda ony şu aşakdaky görnüşde ýazmak bolar:

$$\left. \begin{aligned} (X - X_s)/X' &= (Y - Y_s)/Y' = (Z - Z_s)/Z' \\ \text{ýa-da şu formulany göz önüne tutyp:} \\ X' &= a_1(x - x_0) + a_2(y - y_0) - a_3 f. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

$$Y' = b_1(x - x_0) + b_2(y - y_0) - b_3 f \quad (15)$$

formulany göz önünde tutup

$$Z' = c_1(x - x_0) + c_2(y - y_0) - c_3 f.$$

şu aşakdaky görnüşde ýazmak bolar:

$$\left. \begin{aligned} X - X_s &= (Z - Z_s) \frac{a_1(x - x_0) + a_2(y - y_0) - a_3 f}{c_1(x - x_0) + c_2(y - y_0) - c_3 f}; \\ Y - Y_s &= (Z - Z_s) \frac{b_1(x - x_0) + b_2(y - y_0) - b_3 f}{c_1(x - x_0) + c_2(y - y_0) - c_3 f}; \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

Goý, suratyň ugrukdyryjy elementleri belli bolsun. onda şol suratda şekillendirilen ýerleriň her nokatlary üçin, şol nokatlaryň üç sany näbelli  $X, Y, Z$  koordinatalary bilen ýokardaky ýaly iki sany deňleme düzmek bolar. Bu ýerden gelip çykýar, bir surat üçin berlenler ýerlerdäki nokatlaryň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemek üçin ýeterlik dälär. Diňe hususy ýagdaýlarda, haçan-da suraty alyş beýikligi  $H = Z_s - Z$  belli bolsa, ýerlerdäki nokatlaryň koordinatalaryny ýekebara suratlar boýunça tapmak bolar. Ters arabaglanşygy görkezýän formulalary alýarys. Onuň üçin (a) wektoryny  $x, y, z$  koordinatalar okuna ýerleşdirýäris.

$$\frac{X'}{x - x_0} = \frac{Y'}{y - y_0} = \frac{Z'}{z - z_0}, \quad (17)$$

bu ýer-de  $X', Y', Z'$ -Sxyz sistemasynda A nokadyň koordinatalary. Şeýlelikde şu aşakdakylary ýazmak bolar:

$$\left. \begin{aligned} x' &= a_1(X - X_s) + b_1(Y - Y_s) + c_1(Z - Z_s) \\ y' &= a_2(X - X_s) + b_2(Y - Y_s) + c_2(Z - Z_s) \\ z' &= a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s) \end{aligned} \right\} (18)$$

Şeýlelikde,

$$\left. \begin{aligned} x - X_0 &= -f \frac{a_1(X - X_s) + b_1(Y - Y_s) + c_1(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)} \\ y - Y_0 &= -f \frac{a_2(X - X_s) + b_2(Y - Y_s) + c_2(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)} \end{aligned} \right\} (19)$$

Bu formulalar giňişlik surat trangulýassiýalarynda daýanç nokatlar boýunça suratlaryň ugrukdyryjy elementlerini kesgitlemek üçin, şeýle hem, maketli suratlary gurmak üçin hem-de beýleki fotogrammetriki meseleleri çözmek üçin ulonylýar.

## **Surat shemalar we olaryň ulanylýan ýerleri. Surat shemalaryny düzmek, olaryň ölçeg we şekil düzümleri**

Surat shemasy diýip, kontaktly ýa-da ulaldylan aýerosuratlaryň işçi meýdanyndan alnan ýerleriň fotografiki şekillerine aýdylýar. Surat shemalaryny diňe ýerleriň ýakynlaşdyrylan plan materiallary hökmünde ulanmak bolar, sebäbi olar aýerosuratlaryň ýoýulmasyndan başga gurnama ýalňyşlyklaryny hem özünde saklaýar. Surat shemalary esasan hem çalt taýýarlap bolýanlygy üçin ulanylýar. Surat shemalarynda birnäçe aýerosuratlary bir sany üznüksiz şekile ýerleşdirmek, ony ulanmak üçin we rekognossirowka işleri üçin, şeýle hem, eskiz taslamalaryny düzmek üçin amatly şertler döretýär. Surat shemalary iki bölege bölünýär; bir marşrutly hem-de köpmarşrutly. Bir marşrutly surat shemalary bir marşrutyň aýerosuratlaryndan düzülýär; köpmarşrutly surat shemalary bolsa iki ýa-da ondanam köp marşrutlaryň aýerosuratlaryndan düzülýär. Surat shemalary köplenç 1:10000, 1:25000, 1:50000 masştably trapessiýalaryň meýdanlary üçin taýýarlanylýar.

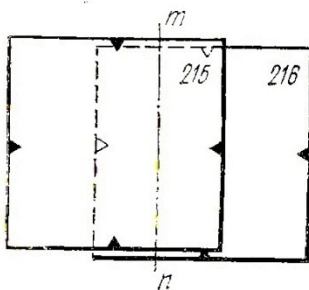
### **Surat shemalaryny taýýarlamak**

Bir marşrutly surat shemalaryny taýýarlamaklyk aýerosuratlary özbaşdak ýa-da bilelikde kesmeklik ýoly bilen ýerine ýetirilýär.

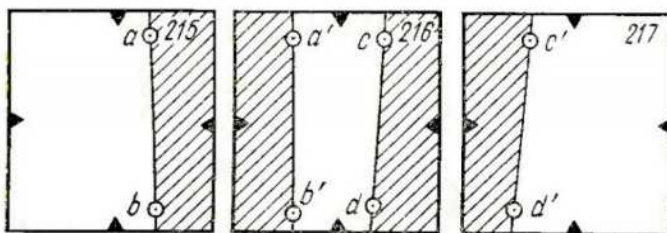
**Özbaşdak kesmeklik usuly:** Aýerosuratlary özbaşdak kesmeklik usulynda ilki bilen suratlary ýapylmalary boýunça bir hatara goýýarlar. Her goşa ýapylýan aýerosuratlarda takmynan uzaboýuna ýapylmasynyň ortasy boýunça ýerleşýän çyzygy belleýärler (surat 28). Su mn çyzygynda ýa-da oňa



ýakyn ýerde iki suratda hem oňat görüňän iki sany kontur nokadyny aýerosuratlaryň gyrasynda tapyp belleýärler. Saýlanan a we b nokatlary kesilende konturlary kesmez ýaly mümkin boldugyça ýerlerde iň ýokary nokatlar bolmaly, a we b, a' we b' nokatlary inçejik iňňe bilen deşýärler. Soňra deşilen nokatlarda gyrasy galyp duran demir lineýkalary goýup skalpel bilen aýerosuratlary ab we a'b' çyzyklary boýunça kesýärler. Her kesilen çyzykda iki sany kesindi galýar (surat 29). Olaryň biri taýýarlanan surat shemalaryny barlamak üçin saklanylyp galynýar. Kesilenden soňraky aýerosuratlaryň işçi meýdanyny suwsyz kleý bilen kartona ýa-da gaty kagyza ýelmeýärler, şeýlelik bilen hem surat shemasy alynýar.



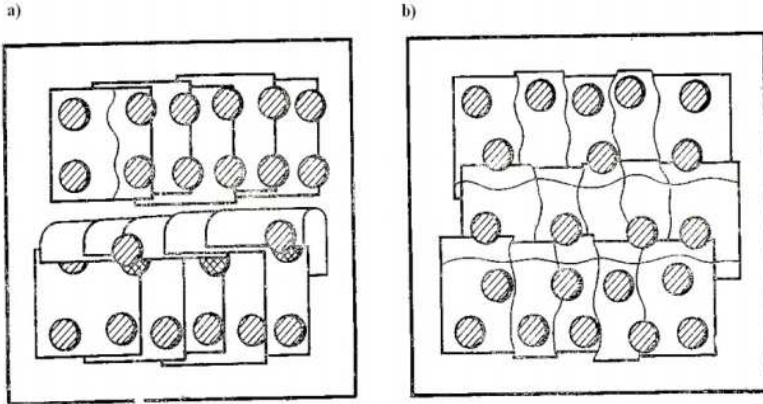
Surat 28



Surat 29

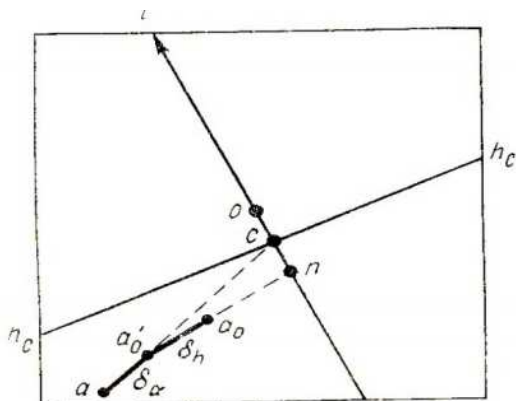
## Köp marşrutly surat shemalaryny taýýarlamak

Köp marşrutly surat shemalaryny taýýarlamaklyk ortaky marşrutlardan başlanýar,soňra goňşy marşrutlary getirip goýýarlar.Aýerosuratlary bilelikde kesmeklik şu surat shemasyna girýän ähli aýerosuratlary doly gurnap bolanlaryndan soňra geçirilýär.Şonda kesmeklige diňe iki aýerosurat gatnaşmaly.Ilki bilen her marşrutda uzaboýuna ýapylma boýunça kesmekligi ýerine ýetirýärler(30 a sur),soňra inliligine ortasundan kesýärler(30 b sur).Ondan soňra kesilen işçi meýdanlary gaty kartona kleýleýärler.



Surat 30

## Suratlaryň görnüşini üýtgetmegiň geometriki şertleri

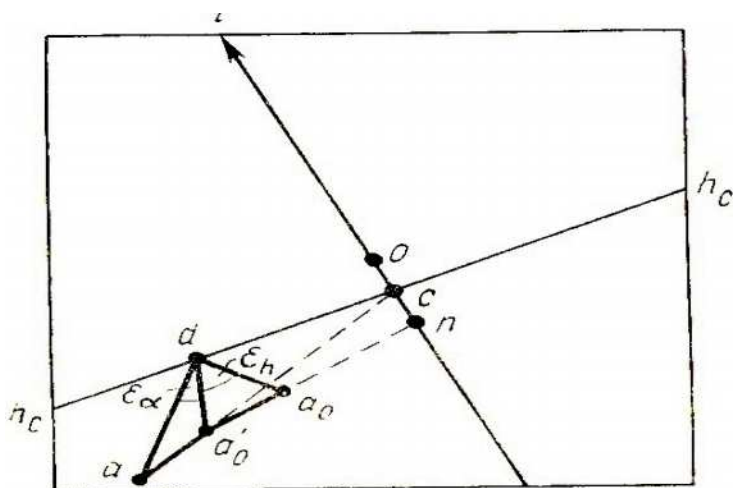


Surat 31

Goý, plan aýerosuratlarynyň (a) nokady ýerdäki Anokadyň şekili bolsun. Şonda ýapgyt aýerosurat tekizlige görä diňe burç ýapgytlygynda bolar. Şeýlelik bilen eger-de (c) nully ýoýulma nokadyň ugry boýunça barýan aýerosuratyň (a) nokadyndan burç ýapgytlygy üçin doldurmany ölçäp goýsaň, onda kese aýerosuratyň  $a_0'$  nokadyny alarys. Ýöne ýerdäki A nokady başlangyç tekizlik bilen gabat gelmeýär, şonda  $a_0'$  nokadynyň ýerleşiş ýagdaýy relýef üçin süýşen bolýar. Indi bolsa n nadira nokadynyň ugry boýunça barýan  $a_0'$  nokadyndan relýef üçin doldurmany ölçäp goýsak, onda planda  $a_0$  nokadyny alarys, onuň masştaby bolsa başlangyç tekizlige baglylykda kesgitlenen  $f/H$  aýerosuratyň baş masştabyna deňdir.

$$\delta_{a,h} = \delta_a + \delta_h \quad (20)$$

$\alpha$ -burç ýapgytlygynyň we  $h$  relýefiň aýerosuratlaryň ugurlarynyň ýoýulmosyna bilelikdäki edýän täsiri( sur 32)



Surat 32

Tekiz däl ýerleriň plan aýerosuratlarynda (a) nokadyň üstünden d nokadynyň  $h_c h_c$  gorizontalyňy kesip geçýän özbaşdak ugur geçirilen.

$$\delta_\alpha = \frac{r_c^2 \sin \alpha \cos \varphi}{f} \quad - \text{ formulasyna laýyklykda (a)}$$

nokadynda burç ýapgytlygy üçin doldurma girizýäris we  $a_0'$  nokadyny alýarys. Görnüşi ýaly,  $a_0'$  d  $a = \epsilon_\alpha$  burçy aýerosuratlaryň burç ýapgytlygynyň täsiri esasynda ugurlaryň ýoýulmasy bolup durýar.

$\delta_h = rh/H = rh/mf$  – formula laýyklykda relýef üçin d-nokadyna laýyklykda  $a_0'$  nokadyna doldurma girizýäris we  $a_0$  nokadyny alýarys

$a_0 da_0' = \varepsilon_h$  - burçy ýerleriň relýefiniň täsiri esasynda  $da_0'$  ugrunyň ýoýulmosy bolup durýar. 51surata laýyklykda suratyň burç ýapgytlygynyň we ýerleriň relýefiniň bilelikdäki täsirini şu aşakdaky ýaly görkezip bolar:

$$\varepsilon_{\alpha,h} = \varepsilon_{\alpha} + \varepsilon_h \quad (21)$$

$\alpha$ - ýapgytlyk burçunyň we  $h$  relýefiň bilelikdäki täsiriniň esasynda aýerosuratlaryň meýdanlarynyň we masştablarynyň ýoýulmasy.

Ýeriň relýefiniň we burç ýapgytlygynyň bilelikdäki täsiriniň netijesinde plan aýerosuratlarynyň masştabynyň maýdalawjysynyň we uçastkanyň meýdanynyň üýtgemesini şu aşakdaky görnüşde ýazmak bolar:

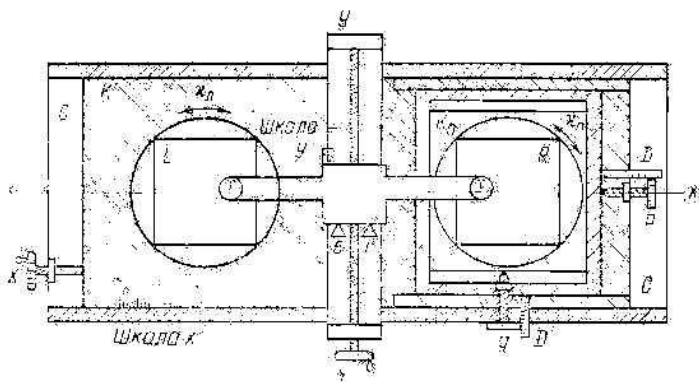
$$\left. \begin{aligned} \Delta m_{\alpha,h} &= \Delta m_{\alpha} + \Delta m_h \\ \Delta p_{\alpha,h} &= \Delta p_{\alpha} + \Delta p_h \end{aligned} \right\} (22)$$

bu ýer-de  $\Delta m_{\alpha}, \Delta p_{\alpha}$ - diňe  $\alpha$ - burçynyň täsiri esasynda masştabyň maýdalawjysynyň we uçastkanyň meýdanynyň üýtgemesi;  $\Delta m_h, \Delta p_h$ - diňe  $h$ - relýefiň täsiri

esasynda masştabyň maýdalowjysynyň we uçastkanyň meýdanynyň üýtgemesi.

## Stereokomporatorlar, suratlarymonkomporatorlarda ölçemek

Sterokomparatorlar goşa aýerosuratlaryň koordinatalaryny ölçemek üçin niýetlenendir. Sterokomparator üçin stereotopografiki sýomkanyň iň takykguralydyr. (C) staninada ( ramada) K umumy karetkasy ýerleşen. X şturwaly aýlananda K karetkasy abzalyň x okunyň ugruna süýşýär. Süýsmegiň ululygy x şkažasy boýunça kesgitlenilip biliner we ol 0.02mm-e deňdir. K umumy karetkasynda L, R, kasetalary ýerleşdirilýär ol ýerlere bolsa goşa aýeronegatiwleri goýýarlar. Kasetalar  $\mathcal{K}_{\text{çep}}$  we  $\mathcal{K}_{\text{sag}}$  burçlaryna aýlanyp bilerler. Serediş ulgamy binokulýar mikroskop bolup, Y şturwal aýlananda ol (y) hereketsiz ugrukdyryjynyň ugruna ýerleşýär, ol bolsa K umumy karetkanyň üstünde ýerleşendir.



### Surat 33. Stereokomparatoryň shemasy

## **Awtomatlaşdyrylan stereokomparatorlar**

Analitiki surat trianguliýasiýalary üçin ýörite stereokomparatorlar tyýarlanylýar. Bu stereokomparatorlar, öňki agzalan stereokomparatorlardan tapawutlylykda, bularyň şu aşakdaky tapawutlary bar:

1.Ölçegleeriň takyklygy bir tertip ýokary: 10-20 mkm-iň deregine 1-2 mkm.

2.Ölçegleriň netijeleri maşynyň kömegi bilen aýyk tekst bilen awtomatlaşdyrylan usulda belgä alynýar, we kodlaşdyrylan görnüşde perferatoryň kömegi bilen perfolenta ýazylýar. Ondan başgada ölçegleriň netijeleri tablo çykýar ýa-da şotçikde görünýär.

3.Serediş shemasynyň ulalmasy arakesmelidir. Käbir gurallarda ol 5-den 40<sup>x</sup> essä çenli üýtgeýär.

4.Abzallar seredilýän suratyň we markanyň şekilleri şekillendirilen surat abrislerini taýýarlamak üçin surat registratorlary bilen üpjün edilendir. Surat abrisi serediş sistemasynyň çep we sag okulýarlarynda taslanýar we goňşy marşrutlaryň arabaglaýjy nokatlaryny takyk kesgitlemek üçin ulanylýar.

5.Marşrutdaky nokatlaryň kesgitlenilşiniň takyklygyny ýokarlandyrmak üçin. iki karetaý stereokomparatorlarda serediş wagtynda aýyk tekst bilen belgä alnan hasabatlary galdyrmak we işläp düzmek usuly alynýar. Şu usuly amala aşyrmak üçin „serediş okuny herekete getiriş gurluşy“, şeýle hem, kartalaryň garaşsyz ölçeg hereketleri hyzmat edýär. Şu aşakdaky tablisada öňki sowet we daşary ýurtlaryň awtomatlaşdyrylan ýokary takykly stereokomparatorlarynyň esasy häsiýetleri görkezilen.





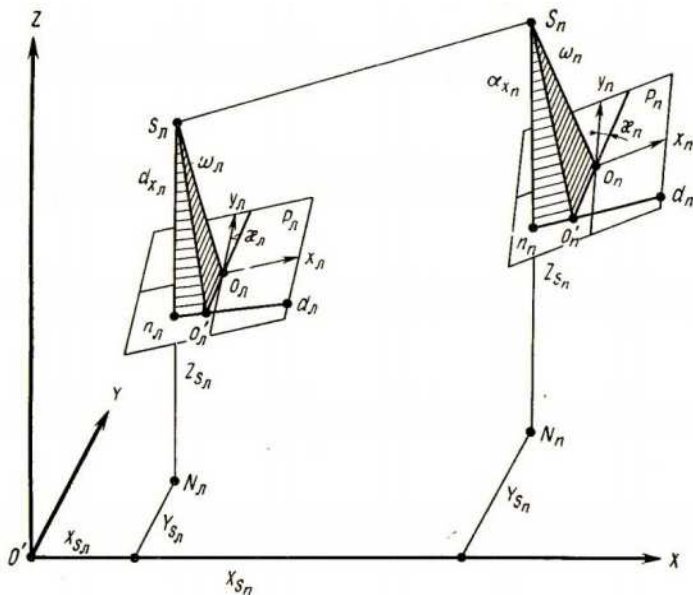
Stereokomparator, taýýarlan ýurt	Suratlaryň formaty, sm	Ölçenýän ululyklar	Serediş sistemasynyň ulalmagy <sup>x</sup> ,esse	Surat registratory	proýektor	Öwrüjiniň görnüşü
CKA-18 CCCP	18x18	X <sub>1</sub> , Y <sub>1</sub>	5-20	bar	bar	Burç-kody kontaktsyz
CKB-1, CCCP	18x18	X <sub>1</sub> , Y <sub>1</sub>	8,16,20	bar	bar	Çyzyk-kody kontaktsyz,gaýtar ygy difraksion gözenekler
Stekometr,GDR	23X23	X <sub>1</sub> , Y <sub>1</sub> ,P,q	6,9,12,18	bar	ýok	Burç-kody kontaktlý
TA-3, Italiýa	30x30	X <sub>1</sub> ,Y <sub>1</sub> ,X <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> ,X <sub>3</sub> ,Y <sub>3</sub>	8-12	bar	bar	Burç- kody kontaktlý

COM, Fransiya	23x23	$X_1, Y_1, X_2$ $Y_2$	4,7,12	bar	bar	Çzykly-kody kontaktsyz, yalpyldawuk difraksion gözenekli
Rekording, Angliya	23x23	$X_1, Y_1, X_2$ $Y_2$	5-20	ýok	ýok	Burç-kody kontaktly
STK-1, Şwessariya	23x23	$X_1,$ $Y_1, P, q$	6,11,20,40	ýok	ýok	Burç-kody kontaktly
PSK, GFR	23x23	$X_1,$ $Y_1, P, q$				

Dolandyryjysy		Çykyş gurluşlary		
Mehaniki	Elektropriwotly	Kodlaşdyrylan ýazgy üçin	Açyk tekist üçin	Şekillendirmek üçin
2 pedally	1 el tutowaçly	Perforirleýji gurluşly telegraf aparaty		Onluk tablo
2 şturwally				6 razrýatly

### Jübüt suratlaryň ugurlarynyň elementleri

Jüp suratlaryň daşky we içki elementleri olaryň surata alnan wagtynda saýlanyp alnan ýerleriň giňişlik koordinatalar ulgamyna baglylykda ýerleşiş ýagdaýyny kesgitleýär. Bu sistemada  $Z$  oky otwes görnüşinde ýerleşýär,  $x$  oky bolsa takmynan marşrutyň ugry bilen gabat gelýär. Bu ýerde içki ugrykdyrmanyň elementleri hem edil ýekebara suratlaryňky ýaly bolýar. Bulara  $f$  fokus aralygy we aýerosuratyň baş nokadynyň  $X_0, Y_0$  koordinatalary degişlidir. Daşky ugrukdyrmanyň elementleri şu aşakdaky suratda görkezilendir (surat 34). Stereoparanyň  $P_{cep}$  aýerosuratyň daşky elementleri bolup, merkezi proyeksiýanyň  $S_{cep}-X_{scep}, Y_s, Z_{scep}$  koordinatalary hyzmat edýär.

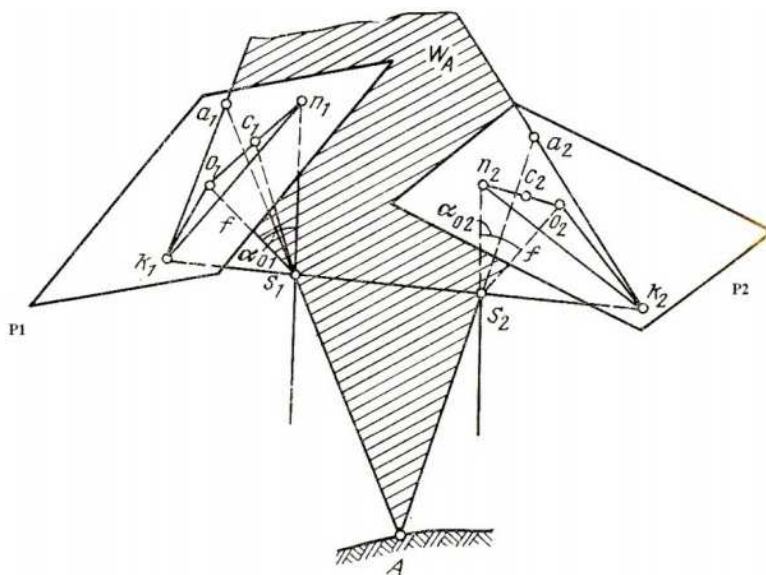


Surat 34

Burç elementlerini almak üçin, XZ tekizligine parallel bolan  $S_{\text{cep}} n_{\text{cep}}$  göni otwesini üstünden nekizlik geçirýäris.  $P_{\text{cep}}$  aýerosuraty bilen geçirilen tekizligiň kesişmesi  $n_{\text{cep}} d_{\text{cep}}$  gönisini emele getirýär.  $S_{\text{cep}} o_{\text{cep}}$  baş şölesini  $S_{\text{cep}} n_{\text{cep}} d_{\text{cep}}$  tekizligine ortogonal taslap,  $S_{\text{cep}} o'_{\text{cep}}$  gönisini alýarys.  $S_{\text{cep}} n_{\text{cep}}$  otwes göni bilen  $S_{\text{cep}} o'_{\text{cep}}$  baş şöläniň proyeksiýasynyň arasyndaky burç  $\alpha_{x_{\text{cep}}}$  uzaboýuna burç ýapgytlygy bolup durýar.  $S_{\text{cep}} o_{\text{cep}}$  baş şöle bilen  $S_{\text{cep}} o'_{\text{cep}}$  proyeksiýasynyň arasyndaky burç  $\omega_{\text{cep}}$  iniligine burç ýapgytlygy bolup durýar.  $o'_{\text{cep}} o_{\text{cep}}$  göni bilen

aýerosuratyň ordinata okynyň arasyndaky  $\kappa_{\text{çep}}$  burçy öwrülme burçy bolup durýar. Şeýlelik bilen çep aýerofotosuratyň daşky ugrukdyrmasynyň elementleri bolup  $X_{s \text{ çep}}, Y_{s \text{ çep}}, Z_{s \text{ çep}}, \alpha_{x \text{ çep}}, W_{\text{çep}}, \kappa_{\text{çep}}$  bolup durýar. Eger şonuň ýaly sag aýerosuratyň hem elementleri  $X_{s \text{ sag}}, Y_{s \text{ sag}}, Z_{s \text{ sag}}, \alpha_{x \text{ sag}}, W_{\text{sag}}, \kappa_{\text{sag}}$ .

### Goşa suratlaryň teoriýasy. Esasy kesgitlemeler



Surat 35

Şu ýokarky suratda surata alynýan pursatdaky ýagdaýynda duran  $P_1 P_2$  goşa aýerosuratlaryň şekili

şekillendirilen. A nokady bolsa şu suratlarda şekillendirilen obýektiň nokady. Ýokarky suratda stereoparanyň elementleri şekillendirilen:  $S_1 we S_2$ -surata alyş nokatlary,  $B=S_1 S_2$ -surata alyş bazisi;  $S_1 o_1 a_1 we S_2 o_2 a_2$ -arabaglaýjylar, ýagny proyeksiýanyň merkezinden geçýän taslama şöhleleriniň toplymy;  $S_1 o_1 we S_2 o_2$ - baş şöhlejikler, ýagny suratlara perpendikulýar bolan şöhle desseleri ;  $S_1 n_1 we S_2 n_2$ - nadira şöhleleri- otwes şöhleleri;  $S_1 S_2 we S_2 S_1$ - bazis şöhleleri, ýagny surata alyş bazisi bilen gabat gelýän şöhleler; f- fokus aralygy;  $O_1 we O_2$ - baş nokatlar- baş şöhleleriň suratlar bilen kesişme nokatlary;  $n_1 we n_2$ -nadira nokatlary- asylma şöhlesiniň suratdaky yzlary;  $\alpha_{o1} we \alpha_{o2}$ - suratlaryň burç ýapgytlygy- ýagny, nadira we baş şöhleleriň arasyndaky burç;  $c_1 we c_2$ - nul ýoýulma nokatlary- ýagny, suratlarda bissektrisany emele getirýän burç ýapgytlygynyň suratlardaky yzlary;  $k_1 we k_2$ - bazis nokatlary- ýagny, suratlardaky bazis şöhleleriniň yzlary  $a_1 we a_2$ -ady bir nokatlar ýagny obýekitiň şol Anokadyny suratlarda şekillendirýän  $S_1 a_1 we S_2 a_2$  ady bir şöhleler – ýagny ady bir nokatlardan geçýän şöhleler,  $W_A$ -bazis tekizligi- ýagny surata alyş bazisinde geçýän tekizlik,  $S_1 S_2 O_1 we S_1 S_2 O_2$ - baş bazis tekizlikleri- ýagny, baş şöhlelerden geçýän bazis tekizligi,  $S_1 S_2 n_1 n_2$ -nadiranyň bazis tekizligi- ýagny nadira şöhlelerinden geçýän bazis tekizligi,  $k_1 a_1 we k_2 a_2$ -ady bir bazis çyzyklary- ýagny suratlardaky bazis tekizliginiň yzlary,  $k_1 n_1 we k_2 n_2$ -nadiranyň bazis çyzyklary- ýagny nadira bazis tekizliginiň

suratlardaky yzlary. Her goşa bir meñzeş şöhleler, mysal üçin  $S_1 a_1$  we  $S_2 a_2$ - nokatlary şol bir bazis tekizliginde ýatyrlyr we olar kesişýärler.

Adybir bazis çyzyklarynda şu çyzyklary emele getirýän, bazis tekizliginde ýatan obýekitiň nokatlary şekillendirýär. Mysal üçin, adybir bazis çyzyklarynda  $k_1 a_1$  we  $k_2 a_2$ - nokatlary  $W_A$ -bazis tekizliginde ýatan obýekitiň nokatlary şekillendirilýär.

Bir meñzeş şöhleleriň kesip geçýän nokatlar toplumynyň emele getirýän üstüne stereomodel ýa-da model diýip atlandyrylýar.

Iki sany dessejik (swýazok) proyeksiýalaryň merkezleriniň arasyndaky model gurlan aralyk taslama bazisi diýip atlandyrylýar. ( $B' = S_1 S_2$ )

Dessejikleri taslama kamerasynyň kömegi bilen galdyryýarlar, onuň fokus aralygy suratyň fokus aralygy bilen deňdir.

Taslama şöhleleriň desselerini (çugdamlaryny) (swýazok) galdyrmaklyga suratlaryň içki ugrukdyrmasy diýilýär. Suratlaryň surata alynýan wagtyndaky ýagdaýyny goýmaklyga suratlaryň özara ugrukdyrylmagy diýilýär. Modeli berlen masştaba getirmeklik we ony planşeta (geodeziki koordinatalar sistemasy) baglylykda goýmaklyga modelleriň daşky ugrukdyrmasy diýilýär.

Modelleri planşetlerde ortagonal taslamaklyga relýefiň we konturyň kartalaşdyrmasy diýilýär.

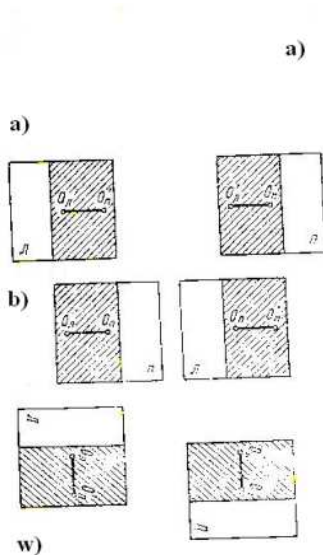
## Suratlaryň we nusgalaryň stereoskopiki ölçegleriniň usullary

Aerosuratlar boýunça stereotopografiki kartalaşdyrma usullarynda topografiki kartalary (planlary) döretmek mümkinçiligi üçin, ölçegleriň ýalňyşlygy örän kiçi, ýagny 0,01mm tertibinden ýokary bolmaly däl. Stereoskopiki görüş, diňe ölçegleriň ýokary takyklygyny üpjün etmän, eýsem, ýerleriň giňişlik modelini almaga şeýle hem, bu ölçegleri kontursyz nokatlara geçirmäge mümkinçilik berýär. Bu mümkinçilik bolsa relýefi geçirmek üçin örän möhümdir. Stereotopografiki kartalaşdyrmada ýerleriň uçaskalarynyň ýerine, olaryň iki surat şekillerini – ýagny iki aerosuratlary stereoskopiki seredýärler. Netijede stereoskopiki effekt (stereoэффект) emele gelýär, ýagny, serediji giňişligi ýa-da ýerleriň stereoskopiki nusgasyny görýär. Stereoskopiki nusgany almak üçin, her göz goşa aerosuratlaryň diňe birini görmeli. Aerosuratlaryň ýerleşiş ýagdaýyna baglylykda göni, ters we nul (nulewoý) stereoэффектleri almak bolýar.

Göni stereoэффект alnanda seredijiniň çen gözi çen suraty, sag gözi sag surata seretmelidir (yapylýan bölegi biribirine bakyp duran bolmaly), şeýle hem aerosuratlaryň başlangyç ugurlary  $O_{\zeta} O_s O_s O_{\zeta}'$  seredijiniň gözünüň bazisine parallel bolan göni çyzykda ýerleşmeli.

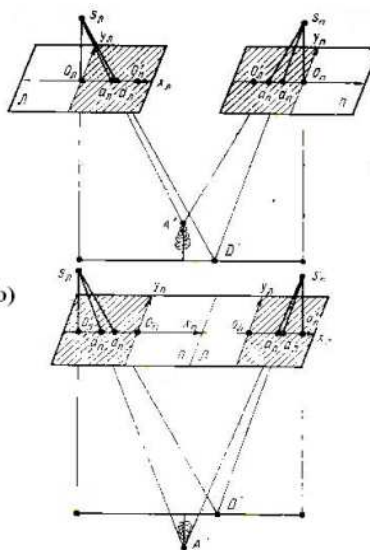
Ters stereoэффект alnanda seredijiniň çep gözi sagdaky suraty, sag gözi bolsa çep surata seretmelidir (yapylýan bölekleri döş tarapa bakyp durmaly), şeýlede başlangyç ugry seredijiniň gözünüň bazisine parallel bolan göni çyzykda yerleşmelidirler. Şeýlelikde alnan nusga relýefiň ters şekilini berýär: ýagny, depeler oý, oýlar depe bolup görünýär.





Surat 36. Stereoeffekt alnanda  
aerosuratlaryň ýerleşşi:

a – göni; b – ters; w – nully



Surat 37. Stereoeffekti almak:

a – göni; b – ters

(Surat 36 w ). Nul stereoeffektde aerosuratlaryň başlangyç ugurlary biri-birine perpendikulýar ýerleşmeli, aerosuratlaryň degerli nokatlaryndan geçýän göni çyzyklar seredijiniň gözüniň bazisine parallel bolmalydyr. Sebäbi bu ýagdayda aerosuratlaryň nokatlarynyň ordinalary göziň bazisine parallel bolýar, we serediji giňişligiň modeliniň ýerine tekiz şekilleri görýär. Köplenç önümçilikde göni stereoeffektleri ulanýarlar.

## **Kartalaryň könelmegi**

Wagtyň geçmegi bilen ýerlerde üýtgeşikler emele gelýär: täze ilatly punkutlar emele gelýär, köneler ösýär, täze ýollar we tokaý oturtmalary peýda bolýar, relýef we gidrografiýa üýtgeýär. Ýerlerde üýtgeşikleriniň emele gelmek netijesinde kartalar ýuwaş-ýuwaşdan könelýär. Şeýle kartalardan peýdalanmak kynçylyk döredýär, kä halatda bolsa peýdalanmak mümkin däl, şeýlelik bilen topokartalar durmuş kartalaryň wagtal-wagtal täzelemeklik zerur bolup durýar. Kartalaryň köneliş prosesi (döwri) her-hili raýonlar üçin bir meňzeş däl. Ýerler çalt üýtgeýär, egerde ol adamlar tarapyndan köp öwrenilse, şeýle ýagdaýda kartanyň könelmegi şonuň ýaly ýerlerde çalt bolup geçýär. Tersine, az öwrenilen az ýaşaýjyly raýonlarda öň ýylyň içinde hem degerli özgerişler bolmaýar. Şeýle raýonlaryň kartalar ýuwaş-ýuwaşdan könelýär. Tejribäniň görkezilişi ýaly ýurdumyzyň öndürüji we goranmak güýçlerini ösdürmek üçin zerur bolan gury ýaşaýjy raýonlaryň kartalaryň durkyny her 6-10 ýyldan täzeläp durmaly, beýleki raýonlaryňkyny bolsa her 10-15 we ondanda köp ýyllardan täzeläp durmaly. Durky täzelenen kartanyň mazmuny takyklygy we bezelişi topografiki işleriň instruksiýalary we gollonmalary tarapyndan ädýän talaplary doly kanagatlandyrmalydyr.

## **Kartalary döretmegiň tehnologi shemasy**

Her-hili raýonlaryň 1:25000 masştabda stereotopografiki usulda kartalary döretmegiň tehnologiýasyna seredip göreliň. Göni-tekiz raýonlarda 2,5 metrden kesip geçýän relýefli açyk raýonlarda 70mm fokusly aýerosurat aparaty bilen 1:20000 masştabda 80x30% ýapylma bilen aýerosuratly işlerini ýerine ýetirýärler. Steretopografiki sýomkalaryň amatly bolan yokäýlyk raýonlaryny 100mm

fokusly aýereoaparat bilen 1:18000 masştabda 80x30% ýapylma bilen aýereosýomka geçilýär.

Tekiz güberçekli we depeli raýonlarda karta düzmek üçin 5m relýefiň kesişmesi bilen 70mm fokus aralygyny aýereoaparat bilen 1:30000 masştabda 80x30% ýapylma bilen sýomka geçilýärler. Stereoparatiki sýomkalar mümkin bolan açyk tokaýlar 100mm fokus aralykly surat aparatyny ulanýarlar: suratlary 80x30% ýapylma bilen 1:20000 masştabda alýarlar.

Çägeli gumluk raýonlarda.Bu raýonlaryň kartalaryny döretmek üçin relýefiň 5m kesip geçmesi bilen hemde 70 ýada 100mm fokus aralykly aparatda sýomka edýärler.Aýrosuratlary 80X30% ýapylma bilen 1:30000-1:34000 masştab bilen alýarlar.

### **Surat triangulyassıýasy**

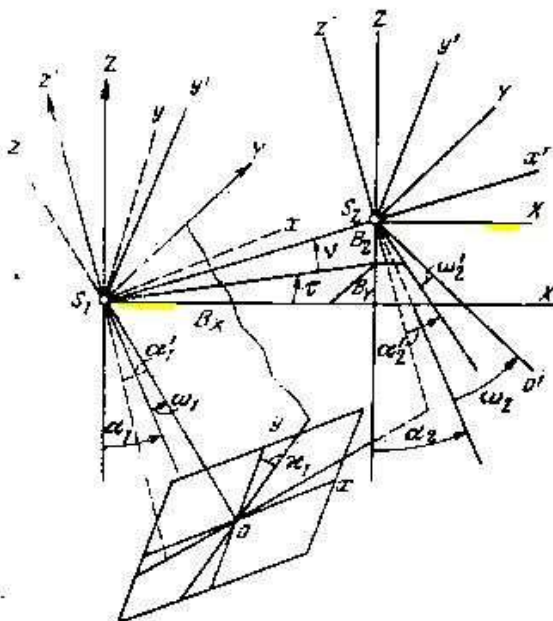
Giňişlik surat triangulyassıýasy topografiki kartalaryň, planlaryň, surat planlarynyň we ýerleriň beýleki dokumentlerini düzmek üçin zerur bolan daýanç nokatlarynyň beýikligini we plan ýerleriň ýagdaýyny suratlar boýunça kesgitlemäge mümkinçilik berýär.Giňişlik surat triangulyassıýasynyň esasy maksady-meýdandaky geodeziki işleriniň göwrümini iň ahyrky derejä çenli olara kameral işleri bilen çalşyp gysgaltmak bolup durýar.Giňişlik surat triangulyassıýalary topodrafiki däl meseleleri çözmek üçin hem ulanylýar,meselem samalýotlaryň ýa-da beýleki uçan obýektleriň traýektorıýalaryny,tizligini we beýleki parametirlerini öwrenmek üçin hem ulanylýar.Giňişlik surat triangulyassıýasynyň manysy,bir ýa-da birnäçe marşrutlara degişli bolan suratlar boýunça ýerleriň modelini gurmak we ony geodeziki koordinatalary sistemasy baglylykda ugrukdurmak bolupdurýar.Ýerleriň modelini gurmak üçin ulanylýan marşrutlaryň sanyny baglylykda giňişlik surat

triangulýassiýalary bir marşrutly ýa-da marşrut we köp marşrutly hemde blokly görnüşlere bölünýär. Marşrut surat triangulýassiýalary bir marşrut degişli bolan usratlar boýunça gurulýar, şonlukda ol marşrut geodeziki koordinatalar sistemasyna baglylykda modelleri ugrukdurmak üçin zerur bolan daýanç nokatlary bolmalydyr. Köp marşrutly ýa-da blok surat triangulýassiýalary iki ýa-da ondan köp marşrutlara degişli bolan suratlar boýunça gurulýar. Ony gurmak üçin her marşrutly daýanç nokatlary bilen üpjün etmek zerurlygy ýokdur, ähli blok üçin birnäçe daýanç nokatlary ýeterlik bolýar, şonuň üçin blokly surat triangulýassiýalary uly möçberde meýdan geodeziki işlerini gysgaltmaga mümkinçilik berýär. Ol bolsa aýratynam barmasy kyn bolan teritoriýalarda kartalaşdyrma işleri geçirilende uly ähmiýete ýedir (269-sur).

### **Analitiki marşrutly we blokly surat triangulýassiýasy**

Köp marşrutly ýa-da blok triangulýassiýalarynda her marşrutda we marşrutlaryň arasynda köp bolan fotogrammetriki arabaglaýjylar giňden ulanylýar. Şonuň kömegi bilen her marşrutly daýanç nokatlary bilen üpjün etmek zerurlygy aradan aýrylýar. Köp marşrutly surat triangulýassiýasynda daşky ugrukdyrma üçin, ähli marşrutlar üçin üçden az bolmadyk daýanç nokatlary bar bolsa ýerlikdir. Köp marşrutly surat triangulýassiýasy üç usula bölýär: arabaglaýjy usuly, garşsyz modeller usuly we garaşsyz marşrutlar usuly. Arabaglaýjy usuly bloga girýän ähli suratlar boýunça birwagtyň özünde torlara gurmaga we deňlemäge mümkinçilik berýär. Ikinji usul bolsa, garaşsyz modelleri gurmaga we birikdirmäge esaslanan. Üçünji usulda bolsa, ilki bilen boş marşrutlaryň torlary döredilýär, ondan soň bolsa bloga birikdirilýär, ol bolsa daşky daýanç nokatlary boýunça ugrukdyrylýar.

Suratlarda saýlanan nokatlaryň koordinatalaryny ölçeýärler we suratlaryň daşky ugrukdyrmasyny elementleriniň ýakynlaşdyrylan näbelli bahalaryny we ýerleriň kesgitnelinýän nokatlarynyň koordinatalaryny kesgitleýärler. Ondan soňra torlaryň her şekillendirilen nokatlary üçin doldurma deňlemesini (21, 32 formulalar boýunça) düzýärler.



Surat 38

$$a\delta X_0 + b$$

$$\delta Y_0 + c\delta Z_0 + d\delta\alpha + e\delta\omega + f\delta\kappa + g\delta X + h\delta Y + i\delta Z + x_b - x = \vartheta \quad (23)$$

$$a'\delta X_0 + b'\delta Y_0 + c'\delta Z_0 + d'\delta\alpha + e'\delta\omega + f'\delta\kappa + g'\delta X + h'\delta Y + i'\delta Z + y_b - y = \vartheta' \quad (24)$$

bu yerde

$$a = \frac{dx}{dX_0} = \frac{1}{Z^*} [a_1 f + a_3 (x - x_0)]; \quad (25)$$

$$b = \frac{dx}{dY_0} = \frac{1}{Z^*} [b_1 f + b_3 (x - x_0)]; \quad (26)$$

$$c = \frac{dx}{dZ_0} = \frac{1}{Z^*} [c_1 f + c_3 (x - x_0)]; \quad (27)$$

$$d = \frac{dx}{d\alpha} = \frac{1}{Z^*} [c_1 (X - X_0) - a_1 (Z - Z_0)] + \frac{x - x_0}{Z^*} [c_3 (X - X_0) - a_3 (Z - Z_0)]; \quad (28)$$

$$e = \frac{dx}{d\omega} = -f \sin \kappa + (x - x_0) \left( \operatorname{tg} \omega + \frac{Y - Y_0}{Z^* \cos \omega} \right); \quad (29)$$

$$f = \frac{dx}{d\kappa} = y - y_0; \quad (30)$$

$$g = \frac{dx}{dX} = -\frac{1}{Z^*} [a_1 f + a_3 (x - x_0)]; \quad (31)$$

$$h = \frac{dx}{dY} = -\frac{1}{Z^*} [b_1 f + b_3 (x - x_0)]; \quad (32)$$

$$i = \frac{dx}{dZ} = -\frac{1}{Z^*} [c_1 f + c_3 (x - x_0)]; \quad (33)$$

$$a' = \frac{dy}{dX_0} = \frac{1}{Z^*} [a_2 f + a_3 (y - y_0)]; \quad (34)$$

$$b' = \frac{dx}{dy_0} = \frac{1}{Z^*} [b_2 f + b_3 (y - y_0)]; \quad (35)$$

$$c' = \frac{dy}{dz_0} = \frac{1}{Z^*} [c_2 f + c_3 (y - y_0)]; \quad (36)$$

$$d' = \frac{dy}{d\alpha} = \frac{f}{Z^*} [c_2 (X - X_0) - a_2 (Z - Z_0)] + \frac{y - y_0}{Z^*} [c_3 (X - X_0) - a_3 (Z - Z_0)]; \quad (37)$$

$$e' = \frac{dy}{d\omega} = -f \cos \kappa + (y - y_0) \left( \operatorname{tg} \omega + \frac{Y - Y_0}{Z^* \cos \omega} \right); \quad (38)$$

$$f' = \frac{dy}{d\kappa} = -(\chi - \chi_0); \quad (39)$$

$$g' = \frac{dy}{dX} = -\frac{1}{Z^*} [a_2 f + a_3 (y - y_0)]; \quad (40)$$

$$h' = \frac{dy}{dY} = -\frac{1}{Z^*} [b_2 f + b_3 (y - y_0)]; \quad (41)$$

$$i' = \frac{dy}{dZ} = -\frac{1}{Z^*} [c_2 f + c_3 (y - y_0)]; \quad (42)$$

### **Kartalarň durkuny täzelemegiň usullary**

Kartalaryň durky täzelenenden soňra ýerlerde bolup geçen üýtgeşikler baradaky maglumatlary aerosuratlaryň ýa-da ýerleriň kosmiki suratalma ýoly bilen, hem-de täze kartografiki materiallardan ýa-da ýerlerderekogossirowka döwründe alnan maglumatlar esasynda alynýar. Ýerlerdäki üýtgeşmeler baradaky ulanylan maglumatlara baglylykda kartalaryň durkuny täzelemegiň üç hili usuly bar:

1.Meýdan barlaglary geçirilen ýa-da geçirilmedik suratlar boýunça;

2.Häzirki zaman topografiki kartalary boýunça, düzgün boýunça, masştaby durky täzelenýän karta bilen deňşdireniňde has iri masştably kartalar boýunça;

3.Ýerlerde gurally menzil kartalaşdyrmasy boýunça:

Kartalaryň durkuny täzelemegiň esasy usullarynyň biri bolsa aerosuratlar boýunça durkuny täzelemektir. Ol her-hilli masştably kartalary 1: 10000 masştaba çenli halk hojalygyna we ýurduň goranmak işlerine zerur bolan kartalar üçin ulanylýar. Kartalary menzul sýomkasynyň usullary bilen durkuny täzelemeklik şu aşakdaky esasy prosesleri öz içine alýar:

1.aerosurat sýomkalaryny ýa-da kosmiki sýomkalary;

2.taýýarlaýyş işlerini;

3.otagada oturyp suratlary deşifrirmek we kartalary düzetmek işleri;

4.durky täzelenen kartalaryň meýdan barlaglary;

kartalaryň durky täzelenende plan esaslary bolup, döwlet trianguliýasiýa poligonometriýa punktlary, sýomka torlarynyň nokatlary hyzmat edýär.





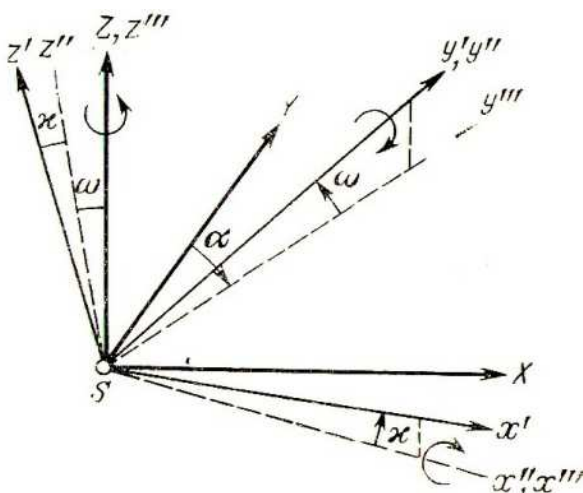
Durky täzelenýän kartanyň masştaby	Esasy aýereosýomkalar		Kömekçi aýeresýomkalar	
	Masştab	AFA-nyň fokus aralygy,mm	Masştab	AFA-nyň fokus aralygy,mm
1:10000	1:14000-	200	-	-
	1:18000			
	1:14000-	100		200
	1:18000			
1:25000	1:20000-	200	-	-
	1:25000			
	1:40000	100		200
1:50000	1:25000	200	-	-
	1:35000	100-140		-
	1:50000	100		200
			1:25000 (suratyň formaty 30x30 sm)	

Beýiklik esaslary bolup reperler we niwelirlemäniň markalary, triangulýasiýa we poligonometriýa punktlary, sýomka torlarynyň nokatlary hyzmat edýär.

Ýerleriň fizika-geografiki şertlerine durky täzelenýän kartanyň masştabyna we otagda oturyp düzetmekligiň kabul edilen tehnologiýasyna baglylykda aerofotosýomkanyň üçin her-hilli wariantlary ulanylýar.

### Ugrukdyryjy kosinuslary kesgitlemek

39-nji suratda iki koordinata ulgamy görkezilen: fotogrammetriki SXYZ we kömekçi  $Sx'y'z'$ , şeýle-de suratyň daşky oriýentirlemesiniň  $\alpha, \omega$  we  $\kappa$  burç elementleri görkezilendir. Gönükdiriji belgiler öwrümleriň položitel gönükdirmesini görkezýär.



Surat 39

Gönükdiriji kosinuslary kesgitlemek üçin  $Sx'y'z'$  koordinatalar ulgamynda üç öwrümi ýerine ýetirmeli:

y' okyň töwereginde x burça, x'' okyň töwereginde w burça we Z okyň töwereginde  $\alpha$  burça. Şunlukda birinji öwrümiň netijesinde S x' y' z' ulgam S x'' y'' z'' ornuny tutar.

Bu öwrüme aşakdaky matrisa gabat gelýär.

$$A_x = \begin{bmatrix} \cos x & 0 & -\sin x \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin x & 0 & \cos x \end{bmatrix} \quad (43)$$

Ikinji öwrümden soň S x'' y'' z'' ulgam S x''' y''' z''' ornuny tutar. Bu öwrümi aşakdaky matrisa kesgitleýär.

$$A_w = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos w & \sin w \\ 0 & \sin w & \cos w \end{bmatrix} \quad (44)$$

Şunlukda üçünji öwrümiň netijesinde kömekçi koordinatalar ulgamy, SXYZ ulgamy bilen gabat geler. Bu öwrüme aşakdaky matrisa gelýär.

$$A_\alpha = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (45)$$

SXYZ fotogrammetrikä her hyly bolanda  $A_x, A_w, A_\alpha$  matrisalary köpeldip, S x' y' z' kömekçi ulgamyň ýagdaýyny kesgitleýän  $A_{awx}$  matrisany alýarys.

$$A_{awx} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \quad (46)$$

Bu matrisany düzüjiler- gönükdiriji kosinuslary 5-nji tablisada görkezilen. Ilki bilen  $A_\alpha$  we  $A_w$  matrisanyň döreýşini tapalyň:

$$A_{\alpha w} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \cos w & -\sin \alpha \sin w \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \cos w & -\cos \alpha \sin w \\ 0 & \sin w & \cos w \end{bmatrix} \quad (47)$$

Bu matrisany  $A_x$  matrisa köpeldeliň, gönükdiriji kosinuslary alarys.

$$a_1 = \cos \alpha \cos x (-\sin \alpha) \sin w \sin x$$

$$a_2 = \sin \alpha \cos w$$

$$a_3 = -\cos \alpha \sin x - \sin \alpha \sin w \sin x$$

$$b_1 = -\sin \alpha \cos x - \cos \alpha \sin w \sin x$$

$$b_2 = \sin \alpha \sin x - \cos \alpha \sin w \cos x$$

(48)

$$b_3 = \sin \alpha \sin x - \cos \alpha \sin w \cos x$$

$$a_1 = \cos w \sin x$$

$$c_2 = \sin w$$

$$c_3 = \cos w \cos x$$

Eger-de gönükdirme kosinuslary belli bolsa, onda suratyň daşky oriýentirlemesiniň burç elementlerini aňakdaky formulalaryň üsti bilen tapyp bolar.

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &:: a_2 / b_2, \sin w :: c_2, \operatorname{tg} x :: c_1 / c_2 \end{aligned} \quad (49)$$

$\alpha, w$  we  $x$  burçlar kiçi bolanda, bularyň trigonoimetriki fumksiýasyny hatara ýerleşdirip bolýar, kiçilik tertibiniň birinji we ilkinji agzalaryny saklap, (4.6) formula derek aşakdaky formulalary ýazmaly:

$$a_1 = 1 - \frac{1}{2} \alpha^2 - \frac{1}{2} x^2$$

$$a_2 = \alpha$$

$$a_3 = x - \alpha w$$

$$b_1 = -\alpha - wx$$

$$b_2 = 1 - \frac{1}{2} \alpha^2 - \frac{1}{2} w^2$$

(50)

$$b_3 = w + \alpha x$$

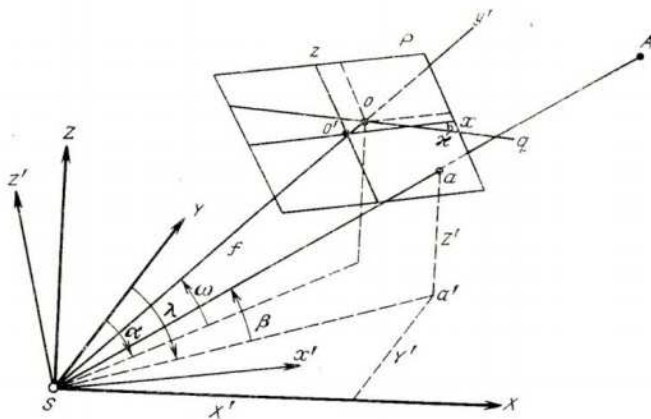
$$c_1 = x$$

$$c_2 = w$$

$$c_3 = 1 - \frac{1}{2} w^2 - \frac{1}{2} x^2$$

## Kese we dik burçlary kesgitlemek

Goý, S nokatdan surat alynan bolsyn, P (45 sur. seredeliň) suratda a nokat – suratdaky obýektiň A nokadyň.



Surat 40

$\gamma$  kese we  $\beta$  dik burçlary tapalyň, gönükdirmäniň SA baglanşyk ýagdaýy SXYZ koordinata sistemasynda 40-njy suratda yzarlanýar.

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{X'}{Y'}; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{Z'}{\sqrt{X'^2 + Y'^2}}; \quad (51)$$

Bu ýerde:  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  – giňişlikdäki koordinata nokady a

Kese we dik burçlary  $X$ ,  $Z$  tekiz koordinatada ölçemäge şu formulanyň baglanşygyny bilmek hökmany bolup durýar. Suratyň a nokady gönükmä cosinusy formulada (4.6) we giňişlikdäki koordinata nokady a formulada kesgitlenilýär (4.4)

Eger-de surat dik bolsa ( $w=a$ ), koordinatanyň boş nokatlary  $\alpha, x$  nola deň bolup, (4.6) we (4.4) formuladan yzarlanylýar.

$$a_1 = b_2 = c_3; \quad a_2 = a_3 = b_1 = b_3 = c_1 = c_2 = 0; \quad (52)$$

$$X'=x; \quad Y'=y; \quad Z'=z; \quad (53)$$

Bular ýaly ýagdaýa formula (4.9) şekili kabul edýär.

$$tg\gamma = \frac{x}{f}, \quad tg\beta = \frac{z}{\sqrt{f^2+x^2}}; \quad (54)$$

## **Otagda oturyp edilýän işler**

### **Otagda oturyp edilýän işleriň usullary we meselesi**

Otag işleri nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemek üçin we surata alynan obýektiň kartalaryny ýa-da planyny düzmek üçin, şeýle hem, suratlar boýunça beýleki inženerçilik we ylmy meseleleri çözmek üçin ýerine ýetirilýär. Ýer üstündäki fotogrammetriýada suratlary gaýtadan eýlemegiň üç usuly kabul edilýär: analitiki, grafiki we grafo mehaniki.

Analitiki usul sfereojübüdi gaýtadan işlemekde takyk usul diýilip hasaplanylýar sebäbi ol obýektiň nokatlarynyň arasyndaky deňleme baglanşygyny we onuň şekiliniň koordinatalaryny islendik dereje takyklygynda çözmäge mümkinçilik berýär. Grafiki usul – fotogrammetriýanyň esasy deňlemelerini grafiki gurluş ýoly bilen çözmäge esaslanadyr we suratlar boýunça nokatlaryň plan we beýiklik ýerleşiş ýagdaýyny almaga mümkinçilik berýär. Köp ugurly stereoabzallary oýlap tapylmazýandan ön grafiki usul kartalary düzmeklik üçin giňden ulanyldy, ondan soňra has kämilleşdirilen grafomehaniki usul bilen ýeri çalşylýar.



Grafomehaniki usulda bir bada suratlaryň ölçeği we kartalaryň düzülişi abzalyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Fotogrammetriýanyň esasy meselerini çözmäge we sterokomparatorlara gözegçilik etmäge mümkinçilik berýär.

Proýektiw geometriýanyň esaslary. Proýektiw we affimli emele gelmeklik. Merkezi proýeksiýanyň elementleri

Eger sapak şonda nokatda ýatmaýan bolsa, onda masştab korrektoryň polzunogy  $\Delta d_0$  bilen hereket edip, ony stereoskopiki 2-nji nokada gönükdirýärler. Ondan soň 4 nokada geçip  $p_4 = p_0 + \Delta p_{4-1}$  deň bolan dik paralaksalaryň wintinde hasaplamany belleýärler. Eger sapak 4-nji nokat bilen gabat gelmese ony modelň üstüne gönükdirýärler. Soňra sapagy 5-nji nokada gönükdirýärler, öňýanyndaky nokatlarda edilşi ýaly, ýöne sapagy nokat bilen  $\sqrt{0}$  korrektoryň kömegi bilen gabat getirýärler. Şeýdip aerosuratlaryň oriýentirlemesiniň 1-nji golaýlamasy tamamlanýar.

2-nji golaýlamada başlangyç 1-nji nokatda hasaplamanyň anyklamasyndan hem-de ähli geçirilen hereketleriň gaýtalamasy bilen başlaýarlar: ýöne şonda her bir synlanýan nokatda modelň nokadyna korreksion usul bilen edilen sapagyň gurulmasyndan soň edilen soňky hasaplamany alýarlar. Onam oriýentirleme žurnalyna ýazýarlar. Alnan we hasaplanan hasaplamanyň arasyndaky tapawutlary suratlaryň oriýentirlemäniň çäklenen ýalňyşlygyndan uly bolmaly däl  $\delta_{\Delta p} = \pm 0,03 \text{ mm}$ . Soňra 6 we 7 nokatlaryň synlamagyna geçýärler, bu ýerde oriýentirlemäniň dogrylygyna gözegçilik edilýär. Eger 2-nji golaýlamada tapawutlar çäklenenden uly bolsa, onda oriýentirleme 3-nji golaýlamada geçirýärler.

Aerosuratlaryň özara oriýentirlemesiniň hasaplanan elementleri ýok bolsa  $\sqrt{0}$  korrektoryň ýagdaýy 1 we 3 nokatlaryň arasyndaky dik paralaksalaryň öň hasaplanan tapawudy boýunça bellenýär.

4 belent nokatlar boýunça aerosuratlaryň oriýentirlemesiniň ýagdaýynda işde bellenen standartyň 4,5,6,7 gyraky nokatlary ulanylýar, emma dik parallakslaryň öň hasaplanan artdyrmalaryň we tapawutlaryň kesgitlemesi 4-nji nokat görä geçirilýär. Şonda  $\sqrt{0}$  we  $\sqrt{0}$  korrektorylary formulalar boýunça kesgitlenýän ululyklara düzýärler,  $\Delta d_0$  korrektoryň lineýkalarynda aerosuratapparadyň fokus aralygyny düzýärler, 5-nji nokat üçin dik paralakslaryň öň hasaplanylýan tapawudy boýunça  $\Delta d_0$  korrektoryň ýagdyýyny 6-njy nokat boýunça tapýarlar. 7 nokat kontrol bolup durýar. Standartda ähli görkezilen oriýentirleme nokatlary belli belentlikli kontur nokatlary bolmaly, şonda-da gyşarmalar 305-nji suratda görkezilen standart ýerleşmeden gyşarmalar 1sm-den uly bolmaly däl.

Stereometrlerde aerosuratlaryň oriýentirlemäniň belentlik nokatlarynyň bahalary aerosuratlaryň belentlik esasyň düzülme prosesinde belleýärler.

Aerosuratlaryň oriýentirlemäniň netijelerini başlangyç informasiýa bilen gezegçilik edilýän žurnala ýazýarlar.

### **Stereometrlerde artdyrmalaryň belentlikleri we gyşarmalary kesgitlemek**

Aerosuratlaryň ugrukdyrmasyndan hem-de syn edilýän nokadyň şekiliniň üstünde sapak gönükdirilenden soň stereometrleriň dik parallakslaryň winti boýunça hasaplamasy şol nokadyň dik parallaksyna gabat gelýär. Guralda artdyrmalaryň we gyşarmalaryň kesgitlemesi syn edilýän nokatlaryň şekilleriniň üstünde stereosapagyň gönükdirilmesinden soň dik paralakslaryň wintinden hasaplamalaryň aýrylmasyna gabatlaşýar. Olar ýaly gabatlaşmalar her bir nokada iki gezek geçirilýär, eger-de dik parallakslaryň winti boýunça hasaplamalarda tapawutlar

$\delta_{\Delta p} = \pm 0,03 \text{ mm}$ -den köp bolmasa, onda şolar ýaly orta hasaplamalar nokatlaryň dik parallakslary bolup durýar.

Syn edilýän nokatlaryň artdyrmalary başlangyç nokadyň üstünden formula boýunça kesgitlenýär.

$$h_i = \Delta p_i H_0 / b_0 + \Delta p_i, \quad (55)$$

olaryň bahalary bolsa şu formula boýunça

$$A_i = A_0 + h_i. \quad (56)$$

Ähli hasaplar logoritm lineýkada geçirýärler. Ýöne ýörite esbapar bar nokatlaryň bahalaryny awtomatik hasaplaýar.

Ýeriň ýapyk böleklerinde stereosapak ösümlik örtügiň üstünde gönükdirilýär, onuň beýikligini bahalaryň hasaplamaşynda göz önüne tutýarlar. Inžener gözlegleriň döwründe çyzygylý desgalaryň tehniki taslamalaryny gurmak üçin köplenç tokaýyň beýikligi göz önüne tutulýar. Desgalaryň gözleglerinde bolsa işçi çyzygylar üçin oba hojalyk ösümlikleriň we ot örtügiň beýikligini göz önüne tutmaly bolýar.

Ösümligiň beýikligini  $h_p$  meýdanda dik parallakslaryň  $\Delta p_p$  tapawudynyň ölçemesi bilen belleýärler. Ony formula boýunça hasaplaýarlar:

$$h_p = \Delta p_p H_p / b_p \quad (57)$$

çyzyklaryň gyşarmalaryny in gyraky nokatlaryň arasyndaky artdyrmalary ýaly kesgitläp bolýar:

$$i_n = h_n / d_n = h_n f_k / i_n H_n, \quad (58)$$

hem-de çyzygyň gyraky nokatlarynyň dik parallakslaryň tapawudy boýunça-da:

$$\Delta p_n = \Delta p_m - \Delta p_n, i_n = \Delta p_n f_k / i_n b_n, \quad (59)$$

bu ýerde  $d_n$  – ýerde nokatlaryň arasyndaky aralyk,  $l_n$  – aerosuratda ölçenen şonuň ýaly aralyk.

Ýollaryň, kanallaryň we başga dürli inžener desgalaryň trassirlemesi geçirilende “nol işleriň çyzyklaryň” ýa-da berlen gyşarmalaryň çyzyklarynyň ýerleşişini belleýärler.

Stereometrlerde şolar ýaly çyzyklaryň geçirilmesini giňişlikde ýeriň stereomodeliniň normal oriýentirlenmesi boýunça hem-de stereomodeliň geçirilýän çyzygynyň tarapyna gyşarma çyzyk boýunça.

Normal oriýentirlenýän modelde berlen gyşarmanyň çyzygy ýerleşdirilende berlen çyzygyň her pikediniň artdyrmasy  $h_0 = 100_{i3}$  hem-de oňa gabat gelýän dik parallakslaryň tapawudyny kesgitleýärler.

$$\Delta p_0 = h_0 b_{or} / H_{or} = 100_{i3} b_{or} / H_{or}, \quad (60)$$

bu ýerde  $i3$  – berlen gyşarmanyň ululygyny;  $b_{or}$  – çyzygyň orta masştabynda suratalma bazisi;  $H_{or}$  – geçirilýän çyzygyň ortasynyň üstünden suratalma beýikligi.

Soňra çyzygyň böleginiň başlangyç nokadyna stereosapagy düzüp, dik parallakslaryň wintinde hasaplamany görýärler, ol dik parallakslaryň wintini towlamak bilen bir pikediň uzynlygyna trassirlenmäniň ugry bilen guralyň esasy karetkasynyň süýşürmesi boýunça ýuwaş-ýuwaşdan ýokarda görkezilen dik parallakslaryň tapawudyna üýtgedýärler. Şonuň ýaly süýşürmäniň netijesinde sag aerosuratda bir wagtda stereomodeliň üstüniň sapagynyň galtaşma çyzygyny çyzýarlar.

Her piketde yzygider aýdylan hereketleri edip, ýuwaş-ýuwaşdan ýeriň modeli boýunça süýşürýärler, onda berlen gyşarmanyň çyzyklarynyň ýerleşişini belläp.

Berlen gyşarmanyň çyzygyny stereomodelde desganyň trassasynyň indiki ýerleşmelerinde ulanýarlar, onuň ýeriň baýyrlarynyň içinde oňat ýerleşmesini göz önüne tutup. Stereometrlerde berlen gyşarmanyň çyzygyny geçirmek üçin şol prosesi awtomatlaşdyrylan esbaplar bar.

Ýeriň kyn şertlerinde iň gowy dik gyşarmalary saýlananda gözýetimiň tarapyna belli bir burç boýunça guraly bolýarlar. Bellenen çyzyk boýunça giňişlikde normal oriýentirlenen stereomodeliň gyşarmasy stereometrde masştab korrektoryň  $\Delta d_0$  we kese gyşarma burçunyň korrektorynyň  $H_0$  hasaplanan bahalara süýşürmesi bilen ýerine ýetirýärler.

Başlangyç ugra tarap  $U$  burç boýunça geçýän taslama çyzygynyň gyşarmasyna gabat gelýän gyşarmany bermek üçin dik ugra stereoparanyň suratalma bazisini şu ululyga gyşartmak gerek bolýar:

$$i_x = i_{tr} \cos U \quad (61)$$

we onuň daşynda marşruta kese tarap boýunça gurlan stereomodeli şu ululyga yza öwürmeli.

Stereomodeliň dik yza öwürümini aşakdaky ululyga guralyň masştab korrektorynyň polzunogynyň süýşürmesi bilen ýerine ýetirýärler:

$$\Delta d_i = b_{ditr}/f_k \cos U, \quad (62)$$

keseligine yza öwürümini aşakdaky ululyga ölçenýän sapagyň korrektorynyň üýtgedilmesi bilen:

$$\Delta H_i = b_{itr}/f_k \sqrt{\sin U}. \quad (63)$$

Onuň ýaly stereomodeliň wertikal öwrüminde taslama çyzygynda ýatan ähli nokatlaryň parallakslary biri-birine deň bolýarlar, olam taslamada ulanylýar.

Berlen gyşarmaly çyzygyny geçirmek üçin stereomodeliň gyşarmasy bir ugurly bolan bölekler bilen ýerine ýetirýärler. Olar ýaly bölekleriň gyşarmalaryny suratlaryň başlangyç ugrundan aňyrsy görünýän transportir bilen ölçeyärler, stereometr üçin korrektoryň gyşarmanyň kese burçunyň we masştab korrektoryň goşmaça süýşmeleriň ululyklaryny formulalar boýunça ýa-da tablisadan tapýarlar korrektorlaryň ýeri çalşylandan soň degişli bölegiň başlangyç nokadyna stereoskopiki wizirleýärler we trassanyň ugry boýunça sapagy süýşürüp, onuň modeliň üstüne degýän ýeriniň çyzygyny geçirýärler. İşleriň görkezilen siklyny dik gyşamanyň birmeňzeş böleklerinde ýerine ýetirýärler.

Relýefiň kyn şertlerinde käwagt aýratyn taslama bölekleriniň işçi bahalaryna baha bermek zerurlygy bolýar. Onuň üçin başda göz çeni bilen her bir taslama böleginiň ýerleşişini belleýärler hem-de onuň bilen baglylykda stereomodeli gyşardýarlar. Ýer böleginiň üstüne geçirilýän uçuşyň orta beýikligi  $H_{or}$  hem-de suratalma bazisi  $b_{or}$  boýunça metrde bolan parallaktik wintiň 0,01 m bölünmäniň bahasyny kesgitleýärler:

$$\Delta_{ho} = 0,01 H_{or}/b_{or} . \quad (64)$$

Soňra sapagy taslama böleginiň başlangyç nokadyna gönükdirýärler hemem ony taslama çyzygy boýunça süýşürýärler, onuň bilen birlikde modeliň üstünde ýerleşen nokatlara görä sapagyň belentlik ýagdaýyna gözegçilik edip relýefiň häsiýetli döwürmelerinde işçi bahalary almak üçin taslama çyzygynyň başlangyç (gyraky) nokady boýunça lar ýaly nokatlaryň dik parallakslarynyň tapawudyny ölçeyärler.

Olar ýaly nokatlarda häsiýetli işçi bahalaryň manylaryny formula boýunça kesgitleýärler.

$$h_p = \Delta p_p \Delta h_0 . \quad (65)$$

Alnan işçi bahalary özara deňşdirip taslama çyzygyny korrektirleýärler. Korrektirlemäni parallaks winti bilen alyp berýärler, sebäbi onuň başlangyç hasaplamanyň üýtgemegi belentlik boýunça taslama çyzygynyň başdaky ýagdaýyny üýtgedýär. Taslama çyzygynyň täze gyşarmasyny stereomodeliň gyşarmasynyň hem-de stereomodelde taslama çyzygynyň ýerleşişiniň üýtgemesi bilen tapýarlar.

Her bir taslama böleginiň çäginde şeýdip, stereomodelde trassanyň ýagdaýyny belleýärler, şeýle hem gyşarmasyny, uzynlygyny we ugryny. Galtaşýan stereoparlarda ýerleşen trassanyň bölekleriniň başlangyçlaryna suratsHEMA boýunça gözegçilik edýärler.

dürlüligi boýunça artdyrma kesgitlenýär:

$$\Delta p_i = p_c - p_0 = B_{fk}/A_0 - h_0 - B_{fk}/H_0 = B_{fk}h_c/H_0(H_0-h_0) \quad (66)$$

we çalşyp

$$B = b_0 \neq m_0 = b_0 H_0/f_k \quad (67)$$

alarys

$$\Delta p_c = h_c b_0/H_0 - h_c = h_c b_0/H_c \quad (68)$$

ýa-da

$$h_c = \Delta p_c H_0/b_0 + \Delta p_c \quad (69)$$

Parallaks uzynlyklaryny dürli stereofotogrammetriki gurallarda ölçeyärler. Ýokarda görkezilen baglanyşyklary we fotogrammetriki enjamlary ulanyp, inžener desgalary

projektirlenende aerosuratlar we stereomodel arkaly esasy meseleler hataryny çözmek aňsat düşýär. Stereomodelde projekt nokatlarynyň ýerleşdirilmegi öz gezeginde özünde projektirlenen desganyň makedini ýa-da aýry-aýry bölekleriniň ýerleşdirilip we ulanyp boljak mümkinçiligini görkezýär. Ýöne aerosuratalmanyň gorizonta ýagdaýy köp duş gelmeýär.

$$\Delta p_i = \Delta p + \delta p_i, \quad (70)$$

bu ýerde  $\Delta p_i$  – planly aerosuratda parallaks uzynlygynyň ölçenmegi;  $\Delta p_i$  – aerosuratalmanyň gorizonta ýagdaýyndaky parallaks uzynlygyň hakyky aňladyşynyň dürlüligi  $\delta p_i$  – parallaks uzynlygyň dürlüligine düzediş.

Parallaks uzynlyklaryň ölçeginiň düzedişiniň ululygyny suratlaryň üýtgedilen koordinalaryň hasabyna oriýentirlemek bolar.

bolşy ýaly:

$$P_{oi} = x_{o,li} - x_{oni} \quad (71)$$

$$x_0 = x + (f_k + x^2/f_k) \alpha_x + xy/f_k (i) - yx \quad (72)$$

suratalmanyň suratlarynyň beýiklikleriniň üýtgemegine görä:

$$x_0 = -x f_k/H, \delta_x = -x f_k \delta H/H^2 = -x \Delta H/H \quad (73)$$

$$x_{\text{л}} = x_n + p' \text{ we } y_n = y_{\text{л}} \quad (74)$$

alarys:

$$x_{o,li} = x_{\text{л}} + (f_k + x_{\text{л}}^2/f_k) \alpha_{x,li} + x_{\text{л}} y_{\text{л}}/f_k \omega_{\text{л}} - y_{\text{л}} x_{\text{л}}, \quad (75)$$

$$x_{on} = x_n + (f_k + x_n^2/f_k) \alpha_{xn} + x_n y_n/f_k \omega_n - y_n x_n + x_n \Delta H/H \quad (76)$$



$$p_0 = p - (f_k + x_n^2/f_k) (\alpha_{xn} - \alpha_{xn}) - x_n y_n/f_k (\omega_n - \omega_n) - y_n (x_n - x_n) - x_n \Delta H/H + 2x_n x \quad (76)$$

$$x p/f_k \alpha_{x\pi} + p^2/f_k \alpha_{x\pi} + y_n p/f_k \omega_n = p + \delta p \quad (77)$$

ýa-da

$$p_0 = p + \delta p, \quad (78)$$

onda

$$\delta p = 2x_n p/f_k \alpha_{xn} - x_n \Delta H/H - (f_k + x_n^2/f_k) \Delta \alpha_x - x_n y_n/f_k \Delta \omega + y_n p/f_k x \quad (79)$$

$$x_{\omega\pi} + y_n \Delta x + p^2/f_k \alpha_{\pi} \quad (80)$$

Eger parallaks uzynlyklaryň dürlüligi kesgitlenende, ýerdäki sag tarap aerosuratyň proyeksiýasynyň esasy nokady diýip başlangyç nokady alsak onda

$$x_{n2} = 0; y_{n2} = 0; p_1 = b_n; p_2 = b_{\pi}; p'_1 - p'_2 = \Delta p' \quad (81)$$

we gorizontal aerosuratdaky parallaks uzynlygyň dürlüligi deň bolar:

$$\Delta p = p_1 - p_2 = \Delta p' + x^2/f_k \Delta \alpha_x + x_1 y_1/f_k \Delta \omega - y_1 \Delta x + x \Delta H/H - 2x b_n x \quad (82)$$

$$x \alpha_{x\pi}/f_k - y_n b_n \omega_{\pi} + 2b \Delta p'/f_k \alpha_{x\pi}, \quad (83)$$

ýa-da gutarnykly

$$\Delta p = \Delta p' + \delta p, \quad (84)$$

nirede

$$\delta p = x_n/f_k (2b\alpha_{x_n}/p - \Delta H_{\pi}/H_n f_k) + x^2/f_k p \Delta\alpha_x - x_n y_n/f_k p \Delta\omega - y/p$$

(85)

$$x(\Delta x - b/f_k \omega_{\pi}) - 2\Delta p'(x+b)/f_k p \alpha_{x_n} + \Delta p'y_n/f_k p \omega_{\pi}$$

(86)

bu ýerde  $x_n y_n$  – sag tarapdaky suratda kesgitlenen ýerdäki şekilleriň koordinatalary;  $f_k$  – fokus aralyk (afa);  $b$  – çep tarapky aerosuratyň masştabyndaky suratalmanyň bazisi;  $\alpha_{x_n}$  we  $\alpha_{x_n}$  – sag we çep aerosuratlaryň prodol burçlarynyň ýapgytlygy;  $\omega_{\pi}$  we  $\omega_n$  – sag we çep aerosuratlaryň kese burçlarynyň ýapgytlygy;  $H_n$  – başlangyç tekizlikdäki suratalmanyň beýikligi;  $\Delta H$  – sag tarapky suratyň merkezi, proyeksiýanyň çep aerosuratyň merkezi proyeksiýanyň beýikligi; ( $\Delta H = b_2 H_n/f_k$ );  $x_{\pi}$  we  $x_n$  – aerosuratalmanyň bazisine baglylykdaky çep we sag suratlaryň koordinatalaryň aýlaw oklarynyň burçy;  $\Delta p'$  – başlangyç we kesgitlenen nokatlaryň parallaks uzynlyklarynyň dürlüliginiň ölçegi;

### **Fotogrammetriki optika barada düşünje**

Optiki sistemalarda şekilleri gurmak, aerosurat obýektiwleriň fotogrammetriki häsiýetleri. Aerofotosurat apparatlary, olaryň içerki we daşarky ugrukdyrmanyň elementlerini.

Ýeriň bellenen masştabda ugrukdyrylşynyň giňişlikdäki stereometriki modelini gurmak we aerosuratlarda düşürilen pursadyndaky aerosuratyň ýagdaýyny bilmek zerurdyr we ugrukdyrma elementlerini.

Proýektirleýän şöhläniň giňişlikdäki ýagdaýy aerosuratalma pursadyndaky içki we daşky suratlaryň ugrukdyrma elementleri arkaly kesgitlenýär.

Içki ugrukdyrma elementi- aerofoto apparatda proyektirleýji şöhleleriň durkuny saklaýar. Onuň bilen aerofoto apparatyň  $x_0$  fokus ýagdaýy we aerosuratyň  $x_0$  we  $y_0$  baş nokatlaryň koordinatasy baglanşyldyr.

Daşky ugrukdurma elementleri aerosuratyň ýerdäki  $x, y$  we  $z$  koordinatalar sistemasyna görä giňişlikdäki proyektirleýji şöhleleriň ýagdaýyny kesgitleýär.

Daşky ugrukdurma elementi suratyň merkezi göçürme  $x_s, y_s$  we  $z_s$  aerosuradyň gorizontynyň kese  $\alpha_x$  we uzboýyna  $\alpha_y$  ýapgytlyk burçyna we baş wertikal bilen aerosuratyň abrisa okunyň arasyndaky  $H$  burça bagly.

Uzaboýyna  $\alpha_y$  ýapgytlyk burçy  $w$  burçy bilen herwagt birlikde alýar .

Egerde ýekeje aerosuratyň ýagdaýy daşky ugrukdyryjynyň 6 elementini kesgitlese, stereoparanyň giňişlikdäki ýagdaýyny düzmek üçin azyndan daşky ugrukdyrmanyň 12 elementini bilmeli .

$$X_{ss}, Y_{ss}, Z_{ss}, \alpha_{xs}, W_s, H_s$$

$$X_{sç}, Y_{sç}, Z_{sç}, \alpha_{xç}, W_{ç}, H_{ç}$$

Her bir indiki aerosuratyň daşky ugrukdyrma elementini – ulylygy, alnan suratlaryň özara ýerleşiş we  $B$  suratalmanyň bazis arkaly – aerosuratyň proyektirleme merkeziniň arasyndaky uzaklyk arkaly taýýarlaýar.

Aerosuratyň bir-birine bagly ugrukdurma elementine, aerosuratyň kese ýapgytlyk burçy  $\Delta\alpha_x = \alpha_{xç} - \alpha_{xs}$  aerosuratyň uzboýyna ýapgytlyk burçy  $\Delta W = W_{ç} - W_s$ ,

aerosuratyň özara aburçy  $\Delta H = H_s - H_\zeta$  ,surat almanyň bazisiniň direksion burçy  $\alpha_{x,z}$  koordinat tekizligindäki dik bazis tekizligi we v gorizont boýunça suratalmanyň bazisiniň ýapgytlyk burçy.Beýle ýagdaýda aerosuratalmanyň daşky ugrukdyrmasyň elementlerini şeýle ulylyklarda bolýar:

$$X_{s\zeta}, Y_{s\zeta}, Z_{s\zeta}, \alpha_{x\zeta}, W_{x\zeta}, H_\zeta, B, \alpha, V, \Delta\alpha_x, \Delta W, \Delta H$$

Häzirki wagtda aerosuratyň bir – birine bagly daşky ugrukdyrma elementiniň bazis sistemasy şu burçlar arkaly alynýar.  $T_\zeta, Ts, E, H_\zeta, H_s$ . Bu sistemada daşky ugrukdyrma elementi:

$$X_{s\zeta}, Y_{s\zeta}, Z_{s\zeta}, \alpha_{x\zeta}, W_{x\zeta}, W_\zeta, H_\zeta, B, T_\zeta, Ts, E, H_\zeta, H_s.$$

Her bir şeýle sistemada ilkinji 7 ulylyk geodeziki koordinatalar sistemasyna görälik iki goňşy syratyň ýagdaýy boýunçakesgitlenýär we şonuň üçin geodeziki ugrukdyrmasyň elementleriniň jübidi bolup ,yzdaky 5-si bir-birine bagly ugrukdurmanyň elementleri alynýar.

Göni çyzyk boýunça geçirilýän gurluşyk işlerindäki aerogözleg işlerindäki fotogrammetriki işlerde aerosuratyň bir-birine görä ýerleşişini ýa-da suratalmanyň bazisine göre ýerleşişini bilmeli,ondan başga-da ýer tekizliginiň şertli deňligine göräligini bilmeli .Beýle ýagdaýda aerosuradyň her bir jübüdi on ugrukdurma elemendi arkaly gurulýar.

Gorizantal aerosuratalmanyň koordinatasynda aerosuratalmanyň (planly) ýapgytlyk koordinatasynyň getirilip çykarylşy.

Birnäçe aerogeodeziki we amaly inzenerçilik meselelerini çözmeklikde köplenç halatda goizontal

aerosuratalmanyň  $(x_0, y_0, z_0)$  koordinatalar sistemasy arkaly çözülýär.

Ýapgytlyk aerosuratalmanyň koordinatalar sistemasy gorizont al aerosuratalmanyň koordinatalar sistemasyndan gelip çykýar. Bu kömekçi koordinatalar sistemasyny ulanyp, her aerosuratyň merkezi proyeksiýa, koordinatalar başlangyjyndan umumy nokatda ýerleşýär. Aerosuratalmanyň üstki arientirlemesiniň  $H, W$  we  $\alpha$  burç elementleri.

Ýapgyt aerosuratalmanyň  $(x, z, y)$  kömekçi koordinatalar sistemasy yzygiderli ýapgyt aerosuratalmanyň üsti arientirlemäniň  $H, W, \alpha$  burç elementleri arkaly koordinatalar okuny aýlamak bilen alynýar.

Munuň üçin analitik geometriýadan kabul edilen koordinatalary getirip çykarmagyň belli formulasy ulanylýar

$$\left. \begin{aligned} X' &= x \cos \alpha - y \sin \alpha \\ Y' &= x \sin \alpha + y \cos \alpha \\ Z' &= z \end{aligned} \right\} (87)$$

Sagat diljagazynyň tersine .. položitel burçy aýlamak arkaly alynýar. Ýapgyt aerosuratalmanyň kömekçi koordinatalar sistemasyny  $z$  ok we  $h$  burç arkaly aýlamak bilen baglylyk koordinatalar nokatlary alynýar.

$$\left. \begin{aligned} X' &= x \cos H - y \sin H \\ Y' &= x \sin H + y \cos H \\ Z' &= z \end{aligned} \right\} (88)$$

Alnan koordinatalar sistemasyny täzedan aýlap (abryssa okunyň  $x'$  we  $w$  burçunyň daşyndan) täze koordinat bahasy gurulýar.

$$\left. \begin{aligned} X'' &= X' \\ Y'' &= y' \cos w - z' \sin w \\ Z'' &= y' \sin w + z' \cos w \end{aligned} \right\} (89)$$

$y'$  we  $\alpha_x$  burçuň daşyndan 3-nji gezek aýlamak arkaly, gorizontaal aerosuratalmanyň kömekçi koordinatalar sistemasynyň arabaglanşygyny alýarys.

$$\left. \begin{aligned} X^\circ &= X'' \cos \alpha_x - Z'' \sin \alpha_x \\ Z^\circ &= X'' \sin \alpha_x + Z'' \cos \alpha_x \\ Y^\circ &= y'' \end{aligned} \right\} (90)$$

Soňky aňlatmany öňki çykarylan formulalardan ýerine goýy, gorizontaal we ýapgyt aerosuratalmanyň kömekçi koordinatalar sistemasynyň arabaglanşygyny alýarys.

$$x^\circ = x(\cos \alpha_x \cos H - \sin \alpha_x \sin w \sin H) + y(-\cos \alpha_x \sin H -$$

$$\sin \alpha_x \sin w \cos H) + Z(-\sin \alpha_x \cos w) = a_1 x + a_2 y + a_3 z,$$

$$y^\circ = x(\cos w \sin H + y \cos w + z(-\sin w)) = b_1 x + b_2 y + b_3 z$$

(91)

$$z^0 = x(\cos \alpha_x \sin w \sin H + \sin \alpha_x \cos H) + y(\cos \alpha_x \sin w \cos H - \sin \alpha_x \sin H) + z \cos \alpha_x \cos w \quad C_1 x + C_2 y + C_3 z$$

bu ýerde

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \cos \alpha_x \cos H - \sin \alpha_x \sin w \sin H, \\ b_1 &= \cos \alpha_x \sin H \\ a_2 &= -\cos \alpha_x \sin H - \sin \alpha_x \sin w \cos H, \end{aligned} \right\} (92)$$

$$\left. \begin{aligned} b_2 &= \cos \alpha_x \cos H \\ a_3 &= -\sin \alpha_x \cos w \\ b_3 &= -\sin w \end{aligned} \right\} (93)$$

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= \cos \alpha_x \sin w \sin H + \sin \alpha_x \cos H \\ c_2 &= \cos \alpha_x \sin w \cos H - \sin \alpha_x \sin H \\ c_3 &= \cos \alpha_x \cos w \end{aligned} \right\} (94)$$

Ýokardaky görkezilen işçi koordinatalaryň koefisientiniň aerosuratalmanyň daşky ugrukdurmanyň gönükdirlen cosinusiniň burç elementi hasaplanýar .Bu arkaly aerosuratyň daşky ugrykdyrmasyň burç elemendiniň bahasyny hasaplap bolýar

Planly aerosuratalmanyň 3 gradus predelde daşky ugrykdyrmanyň burç elementini emele getirýär ,şonuň üçin trigonometriki funksiýanyň bahalaryny onuň ugrykdyrlan cosinusiň garalýan bahalaryny ikinji tertipli hatarlara dargadylýar.Şonda ugrykdyrlan cosinusyň planly aerosurat almada daşky burçy elemendiniň bahasy şeýle bolýar .

Bolýar

$$\tan \alpha_x = -\frac{a_3}{c_3}, \sin w = -b_3 \text{ we } \tan H = \frac{b_1}{b_2} \quad (95)$$

Planly aerosuratalma 3<sup>o</sup>predelde daşky ugrukdyrmanyň burç elemendini emele getirýär,şonuň üçin trigonometriki funksiýanyň bahalary onuň ugryndakylaň cosinusynyň garalýan bahalaryny ikinji tertipli hatarlama dargadylýar.Şonda ugrukdyrlan cosinusyň planly aerosuratalmada daşky burçy elemendiniň bahasy şeýle bolýar.

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= 1 - \frac{\alpha_x^2}{2} - \frac{H^2}{2} \\ a_2 &= -H - \alpha_x^2 w \\ a_3 &= -\alpha_x^2 \end{aligned} \right\} \quad (96)$$

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= H \\ b_2 &= 1 - \frac{w^2}{2} - \frac{H^2}{2} \\ b_3 &= -w \end{aligned} \right\} \quad (97)$$

$$\left. \begin{aligned} c_2 &= w - \alpha_x H \\ c_3 &= 1 - \frac{\alpha_x^2}{2} - \frac{w^2}{2} \\ c_1 &= \alpha_x + wH \end{aligned} \right\} \quad (98)$$



Ýapgyt we gorizontal aerosuratalmada kömekçi koordinatalar sistemasy öziniň baş nokadynda başlangyç koordinatasynda alýar. Munuň üçin iki nokatdan geçýän koordinatalaryň baglanyşygyny emele getirýän göni çyzygyň deňlemesi proyektirlemäniň merkezi  $s$  koordinatasy  $X_1=0, Y_1=0, Z_1=0$  we ýerdäki nokatlaryň koordinatalary  $X_2=X_m, Y_2=Y_m$  we  $Z_2=Z_m=H_m$

Göni çyzygyň deňlemesi

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{z-z_1}{z_2-z_1} \quad 3 \text{ fk} \quad (99)$$

Bu ýagdaýda formula şu görnüşe eýe bolýar

$$\frac{x^o}{x_m} = \frac{y^o}{y_m} = \frac{z^o}{z_m} \quad (100)$$

Bu ýerde  $x^o, y^o, z^o$  ýerini çalşyp hem-de  $x^o, y^o, z^o, x, y, z$  bahalaryny  $z$ -fkgöz önünde tutyp alarys.

$$\left. \begin{aligned} X_m &= H_m \frac{x^o}{z_o} = H_m \frac{a_1 x + a_2 y - a_3 f_k}{c_1 x + c_2 y - c_3 f_k} \\ Y_m &= H_m \frac{y^o}{z_o} = H_m \frac{b_1 x + b_2 y - b_3 f_k}{c_1 x + c_2 y - c_3 f_k} \end{aligned} \right\} (101)$$

Koordinatalaryň ýerini çalşyp gorizontal aerosuratalmanyň koordinata nokatlaryny alarys.

$$\left. \begin{aligned} X_0 &= -f_k \frac{a_1x + a_2y - a_3f_k}{c_1x + c_2y - c_3f_k} \\ Y_0 &= -f_k \frac{b_1x + b_2y - b_3f_k}{c_1x + c_2y - c_3f_k} \end{aligned} \right\} (102)$$

Bu formulany planly aerosuratalmanyň daşky arientirleme gönükdirilen cosinusyň bahasynda ýerine goýup alarys.

$$\left. \begin{aligned} X_0 &= x + \left( f_k + \frac{x^2}{f_k} \right) \alpha x + \frac{xyw}{f_k} - yH \\ Y_0 &= y + \frac{xy}{f_k} \alpha x + \left( f_k + \frac{y^2}{f_k} \right) w + HH \end{aligned} \right\} (103)$$

Eger bir-birine bagly ugrukdyrmanyň elementleri nola deň bolmasa ordinatanyň deňliginiň görnişi bir we diňe bir nokatda sag we çep aerosuratda gadagan.

$$y_{\varphi} - y_s = q \neq 0$$

Bazis sistemasynyda bir-birine bagly ugrukdyrmanyň elementlerini kesgitlemek üçin ýerine goýup planly we gorizontal aerosuratalmanyň koordinatalarynyň arasyndaky baglanşygy gurýarys  $\alpha_x$  burç biri-birine bagly ugrukdyrmanyň elementleriniň sistemasynyň  $T_{\varphi}$  we  $T_s$  burçlara gabat gelýär .

Wç burç E burça gabat gelýär ,H burç bolsa Hç we Hs burçlara gabat gelýär.

$$y_{o\zeta} - y_{os} = y_{\zeta} + \frac{x_{\zeta} y_{\zeta}}{f_k} T_{\zeta} + x_{\zeta} H_{\zeta} - y_s - \frac{x_s y_s}{f_k} T_s - \left( f_k + \frac{y_s^2}{f_k} \right) E - x_s H_s \quad (104)$$

ýa-da gutarnykly

$$\frac{x_{\zeta} y_{\zeta}}{f_k} T_{\zeta} - \frac{x_s y_s}{f_k} + x_{\zeta} H_{\zeta} - x_s H_s - \left( \frac{f_k^2 + y_s^2}{f_k} \right) E + q = 0 \quad (105)$$

Alnan deňleme bir-birine bagly ugrukdyrmalaryň 5 näbelli deňlemesi diýip atlandyrylýar. Bu deňlemäni çözmek üçin aerosuratda 5 nokadyň koordinatasynyň we parallaksynyň bahasyny tapmaly.

## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Бобир Н.Я. Фотограмметрия. М., Геодезисдат, 1972
11. Дробишев Ф.В. Основы аэрофотосъемки и Фотограмметрии. М., Госгеолтехиздат, 1970

12. Ильинский Н.Д. Наставление по дешифрированию , 1966
13. Кожевников Н.П., Крашенинковит Г.Д., Каликов Н.П. Фотограмметрия. М., Геодизисдат, 1960
14. Соколова Н. А. Аэрофотосъемки городов М., Геодизисдат, 1975

## MAZMUNY

Sözbaşy.....	7
Giriş.....	10
Fotogrammetriýa we onuň beýleki ylymlar bilen arabaglanşygy.....	10
Surattopografiýasy. Surattopografiki ölçegleriň görnüşleri we usullary.....	12
Merkezi taslamanyň optiki esaslary .Obýektiň şekilini gurmagyň çyzgydy .....	14
Ölçeýji suratkamerasynyň prinsipial çyzgydy.....	16
Suratyň rugsat berijilik ukyby.....	19
Monokulýar görüş.....	24
Binokulýar görüş.....	27
Stereoskoplar we olary ulanmak .....	30
Suratlara stereoskopiki seretmek .....	30
Seýsiň interpretoskopy.....	32
Suratlary we modelleri ölçemek .....	35
Markalaryň takyk gönükdirmesi.....	37
Ýer üsti fotogrammetriýa .....	41
Stereokartalaşdyrmagyň esasy ýagdaýy .....	43

Ýekebara suratlary analizlemek.	
Esasy kesgitlemeler .....	44
Ýekebara suratyň ugrukdyryjy elementleri .....	46
Aeorosuratlaryň nokatlarynyň giňişlik koordinatalary .....	49
Surat shemalar we olaryň ulanylýan ýerleri. Surat shemalaryny düzmek, olaryň ölçeg we şekil düzümleri.....	52
Surat shemalaryny taýýarlamak.....	52
Köp marşrutly surat shemalaryny taýýarlamak .....	54
Suratlaryň görnüşini üýtgetmegiň geometriki şertleri .....	55
Stereokomporatorlar, suratlary monkomporatorlarda ölçemek .....	58
Awtomatlaşdyrylan stereokomparatorlar .....	59
Jübüt suratlaryň ugurlarynyň elementleri .....	65
Goşa suratlaryň teoriýasy.	
Esasy kesgitlemeler .....	67
Suratlaryň we nusgalaryň stereoskopiki ölçegleriniň usullary.....	70
Kartalaryň könelmegi.....	72

Kartalary döretmegiň tehnologi shemasy.....	72
Surat triangulyassiyasy.....	73
Analitiki marşrutly we blokly surat triangulyassiyasy.....	74
Kartalaryň durkuny täzelemegiň usullary.....	77
Ugrukdyryjy kosinuslary kesgitlemek .....	81
Kese we dik burçlary kesgitlemek .....	85
Otagda oturyp edilýän işler .....	86
Stereometrlerde artdyrmalaryň belentlikleri we gyşarmalary kesgitlemek .....	88
Fotogrammetriki optika barada düşünje.....	96
Edebiýatlar.....	106