

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN  
DÖWLET UNIWERSITETI**

**MYRAT ALLAKOW**

# **FOTOGRAMMETRIÝA**

**AŞGABAT - 2010**

Okuw kitaby Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň kartografiýa hünäriň “Fotogrammetriýa” dersi boýunça geçýän nusgalyk maksatnamasy göz önüne tutulyp ýazyldy. Bu kitap öz mazmunyna aerofototopografiki surata almagyň görnüşlerini, surata almakda ulanylýan gurallary we enjamlary, aerosuratlaryň görnüşlerini, aerofotosuratlary deşifrilemegi, aerosuratlar boýunça fotoplany, fotoshemany we fotokartany düzmegi, aerosuratlary transformirlemegi, Ýer üsti fototeodolit surata almagyny geçirmegi we beýleki temalary alýar.

Bu kitap Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň geografiýa fakultetiniň kartografiýa hünäriň talyplary üçin niýetlenilýär. Emma, ondan geografiýa, ekologiýa we kartografiýa hünärleriniň talyplary, şeýle-de topografiki kartalary düzmek bilen meşgullanýan inžener-tehnikler peýdalanyp biler.

*Türkmen halkynyň ençeme alymlary, şahyrlary uzak asyrlaryň dowamynda öz köptaraply ylmy we ajaýyp çeper eserleri bilen türkmeniň adyny şöhratlandyrdy. Olar ylmy we çeper döredijiligi bilen dünýä medeniýetiniň ösüşüne önjeýli goşant goşdular.*

**Türkmenistanyň Prezidenti**  
**Gurbanguly Berdimuhamedow**

## **SÖZBAŞY**

Aerokosmos suratlar boýunça kartalary düzmek, bu topografiki kartalary, ýagny has takyk kartalary düzmegiň esasy usulydyr.

**Topografiki karta** - ýer üstüniň kiçeldip umumylaşdyrylan şekilini görkezýär. Onuň elementleri şertli belgiler sistemasynyň kömegi bilen görkezilýär. Topografiki kartasy kesgitlenen matematiki kanunlar esasynda döredilýär. Bu bolsa onda ýoýulmalaryň azalmagyna getirýär.

Aerofototopografiki plan almakda topografiki kartalar kombinirlenen we stereofotogrammetriki usullarda düzülýär.

Topografiki kartalary adaty kombinirlenen usulda düzülende, ýerdäki sudurlaryň şekili fotogrammetriki usul bilen emele getirilýär. Emma bu usulda, relýefi gorizontallar bilen şekillendirmek üçin menzula bilen plan almakdaky ýaly işler ýeriň üstünde geçirilýär. Bu usul tekiz ýerleriň planyny almakda ulanylýar.

“Fotogrammetriýa” okuw kitaby ýurdumyzyň ýokary okuw mekdepleriniň okuw maksatnamalary göz önüne tutulyp ýazyldy. Okuw kitaby Magtymguly adyndaky türkmen döwlet uniwersitetiniň kartografiýa, Türkmen politehniki institutynyň amaly geodeziýa, S. A. Nyýazow adyndaky türkmen oba hojalyk uniwersitetiniň ýer gurluşyk, Seyitnazar Seydi adyndaky Türkmen döwlet mugallymçylyk institutynyň geografiýa fakultetiniň geografiýa hünärleriniň talyplary üçin niýetlenilýär.

Golýazmany okap, onuň mazmunyny gowulandyrmak üçin beren gymmatly maslahatlary we kömekleri üçin Magtymguly adyndaky Türkmen döwlet uniwersitetiniň türkmen dili kafedrasynyň müdiri dosenti f.y.k. B. Weýisowa, kartografiýa

kafedrasynyň müdiri dosent, g.y.k. T. A. Babaýewa, geografiýa kafedrasynyň müdiri, g.y.k. B. Çaryýewe öz minnetdarlygymyzy bildirýäris.

Kitap dogrusyndaky pikirleriňizi we maslahatlaryňyzy aşakdaky adrese ibermegiňizi haýyş edýäris: Aşgabat şäheri, Türkmenbaşy şaýolunyň 31-nji jaýy. Magtymguly adyndaky TDU-nyň kartografiýa kafedrasy.

## GIRIŞ

**Fotogrammetriýa we onuň beýleki ýakyn dersler bilen arabaglanyşygy.** *Fotogrammetriýa* berlen obýektleriň formasyny, ölçeglerini we ýagdaýyny fotografiki şekillerde kesgitlemäge mümkinçilik berýän ylymdyr.

Fotogrammetriýa ylmyň we tehnikanyň dürli pudaklarynda: geodeziýada we astronomiýada, harby – goranyş işlerinde we artilleriýada, binagärçilikde we gurluşykda, geografiýada we okeanologiýada, sud medisinasynda we kriminalistikada hem-de kosmos barlaglarynda giňden ulanylýar.

Fotogrammetriýanyň halk hojalygynyň dürli pudaklarynda we ýurdy goramakda ulanylmagy, onuň aşakdaky artykmaçlyklary bilen baglanyşyklydyr:

- ölçegiň ýokary takyklygy, bu bolsa Ýer üstüni surata almak prosessleriniň presizasion fotokameralary bilen geçirilmegi, alnan suratalaryň işlemegiň bolsa ýokary takykly gurallary we elektron sanly hasaplaýyş maşynlary bilen geçirilýändigini bilen düşündirilýär;

- zähmetiň ýokary öndürilijiligiň bolmagy, bu bolsa aerosuratlarda Ýeriň üstündäki obýekt ölçenilmän, eýsem onuň şekiliň ölçenilmegi bilen düşündirilýär:

- ölçeg netijeleriniň doly obýektiwliligi we hakykylygy, bu bolsa obýektleriň şekilleriniň fotografiki usul bilen alynmagy bilen düşündirilýär;

- şekillendirilýän obýektler ýa-da onuň bölekleri baradaky informasiýalaryň gysga wagtyň içinde alynmak mümkinçiliginiň bolmagy, meselem, ýer şarynyň bütewi suratlaryny Ýeriň emeli hemralaryndan birnäçe günün dowamynda almak bolýar;

- gozgonmaýan, çalt ýa-da gowşak hereket edýän obýektleri, şeýle-de tiz üýtgeýän ýa-da gowşak bolup geçýän hadysalary mümkinçiliginiň bolmagy, meselem atylan top okunuň (snaryadyň), wulkan atylmasynyň, hereket döwründe awtomobiliň tigriniň deformasiýasyny, şäher ulaglarynyň hereketiniň intensiwligini, toprak eroziýasyny, çäge massiwleriniň süýşmesini we ş.m. mysal hökmünde getirmek bolar;

- obýektleri distansion usul bilen barlamak we analizlemek, bu bolsa haçanda aerosuratlardaky barlanýan obýekt elýeterli däl bolsa ýa-da obýektiň ýerleşýän zonasynda adamyň bolmagy saglyk üçin howply bolmasa, meselem, obýekt atom barlaglaryna sezewar bolan ýagdaýynda we ş.m. bellemek mümkin.

Obýektleri ölçemek usuly jübüt aerosuratlaryň häsiýetlerine (gurluşyna) esaslanýan bolsa, onda oňa **stereofotogrammetriki** diýilýär.

Obýektleri ölçemek usuly ýeke-täk suratlaryň häsiýetlerine (gurluşyna) esaslanýan bolsa, onda oňa **fotogrammetiki** diýilýär.

Fotogrammetriýa ylmy has jebis takyk guralgurluşyk, awiasiýa, kosmonawtika, fizika, himiýa, elektron tehnikalary, matematika, geodeziýa we kartografiýa bilen baglanyşyklydyr.

Takyk gural gurluşyk fotogrammetriýany ýokary takykly fotoapparatlar we suratlarda ölçeg geçirmek üçin guralla bilen üpjün edýär. Uçarlar fotoapparatlary görerijiler hökmünde Ýer üstüniň çalt ýokary tizlik we hil bilen surata almagy üpjün edýär. Ýeriň, Aýyň we beýleki asman jisimleriniň üstüni surata almakda (fotografirlemekde) has giň mümkinçiligi kosmos korabllary alýar.

Fizikanyň aýratynda onuň optika bölümüniň ýeten sepgitleri, fogrammetriki gurallary we usullary kämilleşdirmäge ýardam berýär. Meselem, ýokary giň burçly obýektiwleriň döredilmegi tekiz we baýyrly Ýer üstüni surata almakda fotogrammetriki usulyny stereofotogrammetriki usuly bilen çalyşmaga esas döretdi. Bu bolsa aerosuratlarda diňe bir sudurlary (konturlary) alman, eýsem beýikleri almaga hem mümkinçilik döretdi.

Himiýa senagaty aerofotosurata almagy üçin ýörite ak – gara, reňkli fotomateriallary we himikaliýleri döredýär.

Elektron tehnikalary uçar sürmek we kosmos korabllaryny dolandyrmakda, hem-de suratlaryň daşky oriýentirleniş elementlerini uçuşyň dowamynda kesgitlemäge ýardam berýär.

Matematikianyň gazananlary fotogrammetriýanyň teoriýasyny esaslandyrmakda we köp sanly amalay meseleleri çözmekde ulanylýar. Meselem, suratlarda berlen nokadyň koordinatlaryny kesgitlemekde berk matematiki usullar we hasaplaýyş tehnikalary ulanylýar.

Geodeziýa fotogrammetriýa ylmyňa suratlar boýunça topografiki kartadyr planlary düzmekde daýanç torlaryny köpeltmek üçin daýanç nokatlary berýär. Suratlar boýunça topografiki kartalar düzende we bezände kartografiki usullar giňden ulanylýar.

**Fototopografiýa. Fototopografiki surata almagyň görnüşleri we usullary.** *Fototopografiýa* aerosuratlar boýunça aýratyn nokatlaryň koordinatlaryny kesgitleýär we topografiki kartalary düzmege amala aşyrýar. Fototopografiýa fotogrammetriýanyň düzyän bölegidir.

Aerosuratlar boýunça Ýer üstüniň topografiki kartasyny düzmäge mümkinçilik berýän kompleks hadysalaryna **fototopografiki surata almagy** diýilýär. Bu komplekse: Ýer üstüni surata almak, geodeziki meýdan işleri we kameral fotogrammetriki işleri degişlidir.

Ýer üstüni surata almakda ulanylýan tehniki serişdelere baglylykda, fototopografiki surata almagyň dört sany: Ýer üsti fototopografiki, aerofototopografiki, kombineirlenen we kosmos görnüşleri tapawutlanýar.

Ýer üstüniň **fototopotopografiki surata almagy**, onuň üstünde berlen nokatdan fototeodolit bilen fotografirlemäge esaslanýar. Surata almagyň bu görnüşine köplenç fototeodolitli ýa-da stereofotogrammetriki surata almagy hem diýýärler.

**Aerofototopografiki surata almagy** uçarda ýa-da wertalyotda ornaşdyrylan fotoapparatyň kömegi bilen surata alynmagy göz önünde tutýar.

**Kombinirlenen fototopografiki surata almagy** fototeodolit surata almagy bilen aerofototopografiýanyň bileleşmegi netijesinde emele gelýär. Bu ýagdaýda Ýeriň üsti iki gezek: ýagny, Ýer üsti stansiýadan fototeodolit we uçardaky aerofotoapparatyň kömegi bilen surata alynýar. Ýer üstüniň suratalary boýunça daýanç torlary köpeldilýär, emma aerofotosuratlar boýunça topografiki karta düzülýär.

**Kosmos surata almagynda** fotosuratlar Ýeriň emelei hemralaryndan we kosmos korabllaryndan alynýar.

Ýer üsti fototopografiki surata almagy daglyk ýerleri kartalaşdyrmak maksady bilen ulanylýar. Häzirki döwürde uly

territoriýalary öwrenmekde,0 bu usul aerofototopografiki we kosmos surata almalary bilen deňeşderende az netijelidir.

**Distansion zondirlemegi barada düşünje.** Distansion zondirlenmegini berlen obýekt, territoriýa ýa-da hadysa baradaky maglumatlary, olar bilen gönüden-göni baglanyşmazdan informasiýalary ýygnamak serişdesi hökmünde seretmek bolar. Distansion zondirlenmegi ýer üstüniň böleklerinden serpigen elektromagnit tolkunlarynyň giň spektral diapozonynyň analogly ýa-da sanly formada hasaba alynmagyna esaslanýar. Soňky ýyllarda has giň gerim bilen kosmos zondirlenmesi ýaýbaňlanýar. Bu bolsa ýeriň üstüni barlamakda täze mümkinçilikleri açýar. Bu usulyň döränine entek köp wagt geçmedik hem bolsa-da işleriň göwrümi artýar. Distansion zondirlenmeginiň materiallarynyň hili has-da ýokary bolup, olar ulanmak üçin dürli görnüşli serişdeler hökmünde alynýar. Häzirki wagtda bu usul bilen işlemekde uly tejribe toplanyp, ägirt baý material ýygnylyndy. Peýdalanylýan aerokosmos suratlarynyň sany bolsa *150 mln-dan* hem geçdi. Alnan suratlar Ýeriň bütewi üstüni dolulykda ýapýar we käbir sebitleri bolsa birnäçe gezek örtýär.

Distansion zondirlenmeginiň käbir maglumatlary dessine sanly görnüşinde, häzirki zaman kompýuter tehnologiýalarynda işlemek üçin geçirilýär. Fotogöterijilerdäki suratlar sanly rastr görnüşine ýörite skanirleýji gurluşlaryň kömegi bilen üýtgedilip bilner. Rastr formasyndaky şekiller sanlaryň matrisa şekilleri ýaly berilýär. Pikseller diýlip atlandyrylýan matrisanyň her bir elementi, ýeriň üstünden serpigýän elektromagnit spektriniň kesgitlenen zonadaky häsiýetlerine dogry gelýär. Bu ýerde bolsa, ýer böleginiň ölçegleriniň suratyň rugsat berijiligine bagly bolmagyna getirýär. Berlen köp zonally surata almalary sanly görnüşinde, ummasyz ölçegli matrisalar formasynda görmäge mümkinçilik berýär. Bu ýagdaýda ýer üstüniň her bir bölegine (uçastogyna), wektor häsiýetnama diýlip atlandyrylýan birnäçe ýygyndylaryň hatary degişli bolýar.

Distansion zondirlenmeginiň berlenleri üçin sistema, umumy maksatly şekilleri işlemegiň **PhotoStyler**, **PhotoShop** we ş.m.(grafiki redaktorlaryň) programma serişdeleriniň gelejekki hil taýdan ösmegi netijesinde emele gelýär. Ýokarda görkezilen iki



serişde hem birnäçe umumylyklary alýar. Olardan: berlenleriň rastr modelleri bilen işleýär, şekilleri işlemegiň analogly matematiki apparatynda hereket edýär (bazirlenýär). Emma muňa seretmezden berlenleri zondirlemekde käbir artykmaçlyklary hem alýarlar. Olardan:

- distansion zondirlenmeginiň berlenleri örän uly göwrümlü faýllary alyandygy, bu ýagdaýda netijeli işlemek üçin aýratyn formata geçmek talap edilýär;

- distansion zondirlenmeginiň berlenleri – bu köp ölçegli maglumatlardyr, spektrozonal surata almagyň sany we parametrleri, olary **RGB** şekiller görnüşinde kabul etmäge mümkinçilik bermeýär. Ondan daşary ölçemek üçin başga koordinatlary (meselem, wagt) ulanmak hem mümkindir;

- distansion zondirlenmeginiň berlenleri öňünden geometriki, radiometriki we radiasion koreksiýa taýdan işlenilmegini talap edýär;

- distansion zondirlenmeginiň berlenleri – bu giňişlik informasiýa bolmak bilen, düzgün boýunça koordinatly baglanyşmagyny alýar;

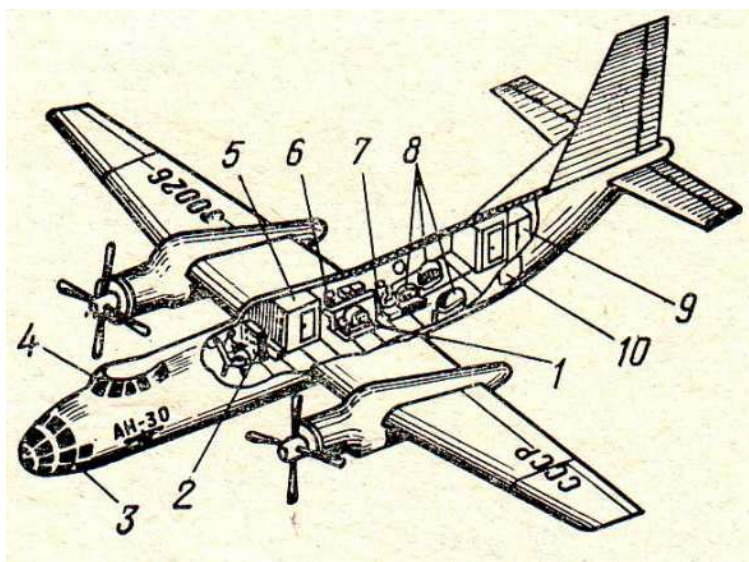
- öňünden işlenen deşifrlemekden tematika geçmek üçin modelirmek operasiýasyny ýerine ýetirmek we geoinformasion serişdeleriniň kömegi bilen giňişlik analizini geçirmekden durýar.

# I. AEROFOTOTOPOGRAFIKI SURATA ALMAK

## 1.1. Aerofototopografiki plan almagyň ähmiýeti

Aerofototopografiki usulda topografiki kartany düzmekde, ýeriň üsti uçardan surata alynýar, topografiki, topografo - geodeziki we fotogrammetriki işler ýerine ýetirilýär.

Matemetiki nukdaýnazardan seredende topografiki kartasy ýa-da plany ýeriň gorizontal tekizligine düşürilen gönüburçly (orthogonal) proyeksiýa hasaplanylýar. Bu proyeksiýa ýerdäki merkezi proyeksiýanyň teswiridir. Aerofotoapparatyň obýektiwi, merkezi proyeksiýanyň merkezi bolup, aerosuratyň tekizligi bolsa teswirlenilýän tekizlik hökmünde alynýar. Aerosuratdaky şekil ýerdäki nokatlardan geçýän şöhleleriň netijesinde tekizlikde emele gelýär. Ýer üstüniň suratyny (merkezi proyeksiýany) karta (gorizontal proyeksiýa) öwürmek bilen aerofototopografiki plany almak üçin birnäçe işler amal edilýär. Bu işleriň toplumyna **aerofotogrammetriki** işleri diýilýär.



1.1-nji surat. Ýer üstüni surata almakda ulanylýan AH-30 uçary.

Aerofototopografiki plany almakda topografiki kartalar **kombinirlenen** we **stereofotogrammetriki** usullarda düzülýär.

Kombinirlenen usulda ýerdäki sudurlaryň şekili fotogrammetriki gurallarda işlemek bilen emele getirilýär. Emma kombinirlenen usulda relýefi gorizontallar bilen şekillendirmek üçin menzula bilen plan almakdaky ýaly işler ýerde ýerine ýetirilýär. Bu usul tekiz yerleriň planyny almakda ulanylýar.

Plan almagyň sterofototopografiki usulynda ýerde azrak işler edilýär. Şeýle hem, bu usulda ýer üstüniň relýefi ýerde däl-de, kärhanada mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen geçirilýär.

## 1.2. Ýeriň üstüni surata almakda işledilýän gurallar

**Aerofotosurata almak** - bu ýörite ýer üstüni surata almak maksadynda uçmak, surata almak (fotografirlemek) we alnan suratlary fotogrammetriki işlemek ýaly, toplumly işleri öz içine almak bilen, olaryň kömegi bilen ýer üstüniň fotografiki suraty alynýar.

Ol fotoapparaty görerijilerden: uçarlar *AH-30* (1.1-nji surat), *ИЛ-14* (kiçi we orta masştably suratlary alyp barmak maksadynda), *AH-2* uçarlaryň we *K-26* wertalyotyň (uly masştably *1:15000-den 1:1000* çenli) bortunda aerofotosurata almagyň serişdeleri we nawigasiýaly gurallar oturdulýar (1.1-nji tablisa).

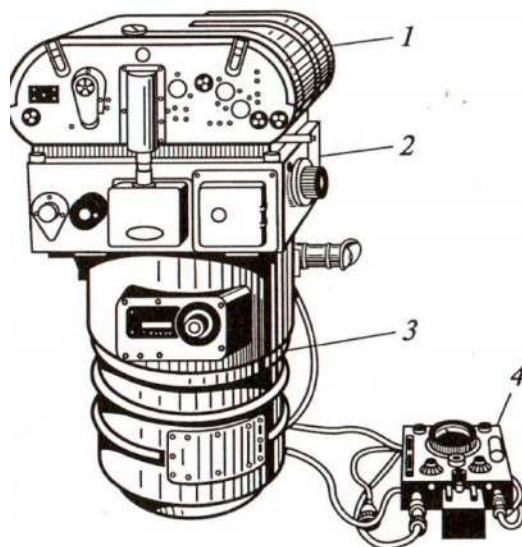
1.1-nji tablisa

### Göterijiler we olaryň häsiýetnamalary

№	Tehniki görkezijiler	Uçarlar			Dik uçar K-26
		AH-2	ИЛ-14	AH-30	
1	Uçuşyň potology, m	5000	6500	8000	3100
2	Tizligiň diapazony, km/sag	140-250	130-370	250-500	0-160
3	Ekipažyň düzümi, adam	4	6	8	4

4	Ylgamagyň uzynlygy, m	200	550	770	0
5	Düşüji tizlik, km/sag	84	140	185	0
6	Ýük göterijiligi,tonna	1.6	4.1	7.5	0.5
7	Massasy, tonna	3.4	13.0	15.5	2.0
8	Uçuşyň uzaklygy, km	1200	2500	2300	400

Ýer üstüni surata almak üçin uçara aerofotoapparat, uçaryň uçuş beýikliginiň özgerişini kesgitleýän stataskop, uçaryň ýerdäki beýikligini kesgitleýän radio-beýiklik ölçeyji, uçaryň planly koordinatlaryny kesgitleýän radiogeodeziki stan-siýa we beýleki gurallar hem-de enjamlar ornaşdyrylan bolýar.



**Aerofotoapparat(AFA):**  
1-kasseta; 2-kameraly bölegi; 3-obyektivli bölegi;  
4-aerofotoapparaty dolandyrmak üçin buýruk  
beriş pulty

1.2-nji surat. Aerofotoapparat.

**Aerofotoapparat** (1.2-nji surat) onuň **korpusyndan, aşagy** we **ýokarsy açyk** gapdan ybarat. Korpusynyň üst tarapyna **kasseta** we aşagyna konus ornaşdyrylandyr. Konusyň ujyna mahsus görnüşli obýektiw berkidilendir. Aerofotoapparatyň fokus aralygyna ( $OS=f_k$ ) seredip: *gysga* (fokus aralygy *150 mm-e* çenli aerofotoapparatlar), *orta* (fokus aralygy *150-300 mm-e* çenli) we *uzyn fokus* aralykly fotoapparatlara (*300 mm-den* uly fokus aralykly) bölünýär (1.3-nji surat).

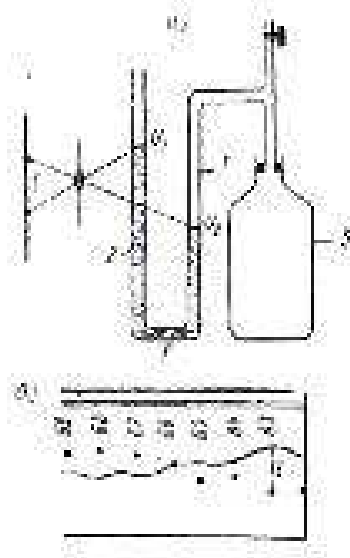


1.3-nji surat. Häzirki döwürde ulanylýan sanly AFA.

Kassetanyň içine ini *19 santimetr*, uzynlygy *60 metr* gelýän aeroplýonka oralan kasseta ornaşdyrylan. Bu plýonka,  $18 \times 18 \text{ sm}^2$  ölçegdäki, *300 sany* aerosuraty almak mümkin. Ýörite kassetalaryň ini *32 santimetr* we uzynlygy *60 metr* gelýän aeroplýonkalar hem bardyr. Bu plýonka  $30 \times 30 \text{ sm}^2$  ölçegde, *190 sany* suraty düşürmek bolar. Öz mümkinçiligi boýunça *560 sany* aerosuraty almaga niýetlenen, ini *19 sm*, uzynlygy *120 m* bolan aeroplýonka ýerleşdirilen kassetalar hem bar. Plýonkanyň surata alnan bölegi ikinji galtege oralýar.

Aerofotoapparatyň obýektiwiniň ýeke ýa-da köp bolmagy mümkindir. Häzirki wagtda **9 sany** obýektiwli aerofotoapparatlar

işlenilip çykarylýar. Öňki SSSR-de işlenilip çykarylan, fokus aralygy 200 we 500 mm bolan iki obýektiwli aerofotoapparatlar arkaly, 1959-njy ýylyň 7-nji oktýabrynda dünýäde ilkinji gezek Aýyň orta tarapynyň suraty alyndy.



1.4-nji surat. Stataskop.

Topografiki kartalar düzülende, ýeriň çägi ýeke obýektiwli **TE** (totopografiki elektrikleşdirilen) aerofotoapparaty bilen surata alynýar. Aerofotoapparaty uçaryň aşak tarapyndaky deşiginden, obýektiwini ýere seretdirip, mahsus pružinli amortizator hem-de gidrostabilizatorly meslemeleriň kömeginde ornaşdyrylýar. Bu meslemeler aerofotoapparatyň gorizontal we wertikal oklary-nyň töwereginde gyşarmany we siltermäni ýok etmek maksadynda ulanylýar. Häzirki zaman mesle-meleri aerofotoapparatyň okuny **10-15'** takyklykda wertikal ýagdaýa getirmäge mümkinçilik berýär.

**Stataskop** (1.4-nji surat). Ýeriň üstüniň surata alynýan wagtynda, uçaryň uçýan beýikligi özgerýär, şeýle hem ýer üstüniň

näçe beýiklikden surata alynýandygyny stataskopyň kömeginde ölçemek bolar.

Statoskop **amilin spiriti** guýlan monometriň naýçasyndan ybarat bolup, naýçalar ballona birleşdirilendir. Ballonyň içindäki basyşyň özgermezligi üçin onuň temperaturasyny belli bir derejede saklamak gerekdir. Şonuň üçin hem ballon termoizolýasiýaly mahsus käsäniň içine ýerleşdirýärler. Stataskopyň naýçalaryn-daky suwuklugyň derejesiniň özgermegi, uçaryň uçuş beýikliginiň özgerenliginden habar berýär. Çep naýça bolsa, plýonkanyň her bir kadrynda, ýer üstüni suraty alanda, ýaryşýar, ýagny bilelikde hereket edýär. Her nokada, belli tertipli aerosurat degişli bolýar. Naýçalaryň suwuklugynyň ýagdaýynyň özgerişi, howanyň basyşynyň özgermegine bagly, derejeleriň näçe özgerenligi-ni statogramma diýip atlandyrylýan plýonkada  $0,1\text{ mm}$  takyklykda ölçäp bilmek bolar. Ýer üstüniň suratyny almak-da, ballonyň içindäki we yzyndaky howa basyşynyň tapawudy belli bolsa, surata almagyň beýiklikleriniň arasyndaky tapawudy hasaplap çykarmak bolar. Uçar näçe beýikden uça, surata almagyň beýiklikleriniň arasyndaky tapawut şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

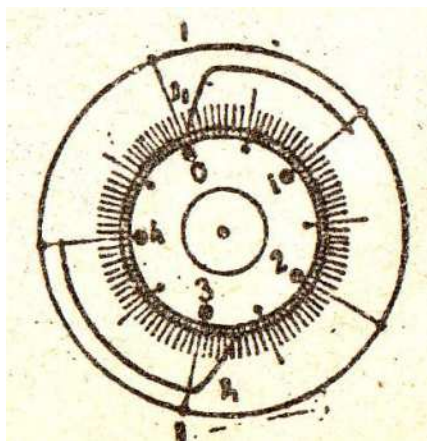
$$\Delta H = C_h \cdot l.$$

Bu ýerde  $l$ -stataskopyň naýçalaryndaky suwuklugyň derejeleriniň arasyndaky tapawut, metrde;  $C_h$ -stataskopyň şkalasyndaky bahalar (bu bolsa stataskopyň pasportyndan we mahsus tablisalardan alynýar).

Uçaryň uçuş beýikligi  $H=3000\text{ metr}$  bolanda, ýeriň üstüni surata almagyň beýikligindäki tapawudy  $1,5\text{ metr}$  ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen kesgitlemek bolar.

**Radiobeyiklik ölçýji** (radiowysatomer) - ýer üstüni surata almakda, uçaryň nähili beýiklikden uçanlygyny kesgitlemek üçin niýetlenen guraldyr (1.5-nji surat). Ol ykjam radiolokasiýa gurulmasy bolup, esasy bölekleri, tolkunlary goýberijiden (peredatçik), tolkunlary kabul edijiden (priýomnikden) hem-de indikatorendan ybarat. Häzirki wagtda Rossiýanyň merkezi geodeziýa, aerofotosurata almak we kartografiýa ylmy-barlag institutynyň alymlarynyň döreden **РДБЕ-А** markaly topografiki beýiklik ölçýjisi giňden ulanylýar. Ýeriň üstüni surata almak wagtynda radiobeyiklik

ölçeýjiniň tolkun goýberijisi(peredatçigi) ýere gysga impulsly elektomagnit tolkunlaryny goýberýär. Tolkunlaryň bir bölegi ýerdäki nokatdan yzyna gaýdýar. Gaýdan tolkunlary kabul ediji(priýomnik) kabul edip, signallaryň indikatoryna geçirýär. Indikatoryň içinde sagat diliniň ugruna üznüksiz görnüşünde, elektron şöhle aýlanyp durýar. Peredatçik ýere elektro-magnit tolkuny goýberýän wagtynda belli elekton şöhleleri, bir tarapa gysarýar we burç emele getirýär.



1.5-nji surat. Radiobeýiklik ölçeyji.

Radiobeýiklik ölçeyji-radiolokasiýaly gurluşy bolup, uçuş wagtynda, uçaryň fotografirlemeginiň beýikligini (H) kesgitleýär. Onuň işleýşiniň prinsipi, radio-tolkunlarynyň geçiş wagtyny hasaba almakdan ybarat bolup, wagty ýeriň üstünde barýança we yzyna serpigip gaýdanyny(ikilenç aralykda) hasaba alýar. Ol şu formula esasynda beýikligi kesgitleýär:

$$H = \frac{c \cdot t}{2}.$$

Bu ýerde  $c$ -radiotolkunlaryň ýaýraýyş tizligi, takmynan  $c=300000 \text{ km/s}$ ;  $t$ -tolkunýň geçen wagty.

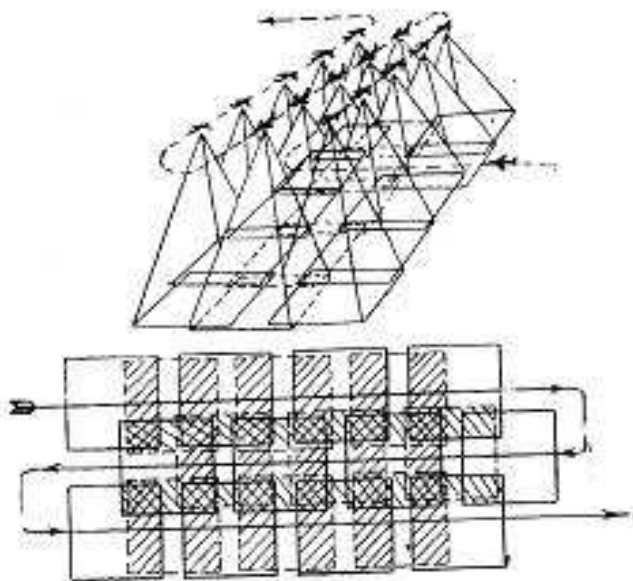
Häzirki zaman gurallary bilen surata almagyň beýikligini 12-15 metre çenli kiçeltmek bolar.



### 1.3. Ýer üstüni uçardan surata almak

**Aero we kosmosfotosurata almagy** - bu ýeriň üstüniň ýa-da aýratyn obýektleriň uçýan serişdelerden (uçardan, wertalýotdan, pilotsyz serişdelerden, ýeriň emeli hemralaryndan) aerofotoapparatlardan (**AFA**) fotografirlenmek hadysasydyr. Ol fotografirlenmek we oňa taýýarlyk işleriniň hem-de aerofilmleriň, aerofo-tosuratlaryň we kosmos suratlaryň alynmagyny öz içine alýar.

Aerofotosurata almagy amaly, ylmy - barlag işlerinde uly gollanma tapýar, ýagny ondan ýer üstüniň häsiýetleri barada takyk we ýeterlik maglumatlar toplumyny almak bolar. Maglumatlardan Aerofotosurata almak, kartalary gura-maçylykly düzetmek, fotoresminamalary döretmek we käbir ýöriteleşdirelen kartalary almak maksadynda ulanylýar.



1.6-njy surat. Uçardan Ýer üstüniň uzaboýuna we keseligine surata alnyşy.

**Aerofotosurata almagy, şu aşakdaky häsiýetleri arkaly dürli görnüşlere:** AFA-nyň optiki okunyň ýerleşmegi boýunça-planly we pespektiwaly; AFA-nyň görnüşleri *boýunça-deşikli* (*şelli*), *ponoramaly*, *kadrly*; güniň dowamlylygy boýunça-gündizki we *gijeki* ýalylara bölünýär. Aerofotosurata almagyň görnüş-lerine baglylykda deňişli (ýötite hasaplamalary geçirmek bilen) aerofotosuratlary alynýar. Meselem, planly aerofotosuratlary almagyň esasynda ýer üstüniň planly aeroforosuratlary alýarys, gijesine surata almakda (fotografirmekde) - gijeki aerofotosuratlary alýarys. Olardan daşary howada surata almak *ýeketäk*, *marşrutly* we *meýdanly* hem-de *gara-ak*, *reňkli* we *spektrally* plýonkalary ulanmak bilen geçirýärler.

Aýratyn howadaky surata almagy uly bolmadyk ýeke duran obýektleri aňtowlý barlamak maksadynda alýarlar (köpriler, geçirijiler, zawod - fabrikler, wajyp gazma baýlyklaryň çykýan ýerleri we ş. m.).

**Marşrutly surata almakda** (fotografirmekde) has uzyn çyzykly obýektleri, ýagny ýollary, derýalary, gidrotehniki (derýalary, ýaplary) uzalyp giden desgalaryny (awtomobil we demir ýollary fotografirmekde alynyp barylýar. Surata almakda ýolunmalaryň bolmazlygy üçin, ony stereoskopiki seretmek bilen, marşrutly surata almagy aerosuratlary uzaboýuna gaplamak bilen, oňa bolsa **uzaboýuna gaplamak** diýilip atlandyrylýar (1.6-njy surat). Düzgün boýunça goňşy aerosuratlar bir-biri bilen öz ölçegleriniň ýarysyndan, ýagny 60-80 %-den az bolmazlyk arkaly geçirýärler.

Aerosuratlaryň bir-birine uzaboýuna gaplanmagyny aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$P_x = \frac{K}{M} \cdot 100\% = \frac{l}{l_x} \cdot 100\% .$$

Bu ýerde  $l_x$ -aerosuratyň uzynlygy, sm;  $l$ -aerosuratlaýň bir-birine gaplamagyň ini, santimetrde.

**Meýdanly howada surata almagy** halk hojalygynyň dürli sebitlerini öwrenmek we olaryň ýerleşýän ýerlerinde ylmy-barlagy geçirmek maksady bilen ulanylýar. Ol bir - birine parallel bolan marşrutlary ýatyrmak arkaly, olar bolsa öz gezeginde marşrutlarda bir-birini gaplamak boýunça geçirilýär. Şular ýaly ýapylmagyna

(gaplanmagyna) **keseligine gaplanmak** diýip atlandyrylýar (1.6-njy surat). Keseligine gaplamagyň bahasy, adatyça **15-30 %-e** çenli, aerosuratlaryň ölçeglerine baglylykda alynýar.

Marşrutyň surata alnyş mümkinçiligini ( $C$ ) we aerosuratyň sanyny ( $L$ ) şu aşakdaky formulalar bilen hasaplamak bolar:

$$C = l_y \cdot m; \quad L = \frac{D \cdot 10^7}{l_x \cdot (100 - p) \cdot m}.$$

Bu ýerde  $l_x$  we  $l_y$  - aerosuratyň uzynlygy we ini, santimetrde;  $D$ -marşrutyň uzynlygy, kilometrde;  $p$ -aerosuratyň uzynlygyna gaplanyşy, %;  $m$ -surata alma-gyň masştabynyň maýdalawjysy.

Meýdany surata almakda, uçar birnäçe parallel marşrutlary boýlap uçup geç-ýär. Parallel marşrutlaryň arasyndaky aralyk, aerosuratlaryň bir-birini keseligine 20-30 % gaplanmagy hökmany şert hasaplanylýar. Meýdan boýunça alnan aero-suratlary(çetki marşrutyň suratlary muňa girmeyär) bir-birini dört tarapdan gaplaýar.

Surata alnan marşrutlaryň aralygy( $R$ ) we marşrutyň sany ( $T$ ) şu aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar:

$$R = l_x \cdot m \cdot \frac{100 - g}{100}; \quad T = \frac{S \cdot 10^7}{l_x \cdot (100 - g) \cdot m} + 1.$$

Bu ýerde  $q$  - aerosuratlaryň bir-birini keseligine gaplaýşynyň ululygy, %;  $S$ -surata alynýan ýeriň giňligi, km.

Ýeri surata almagyň masştaby, düzülýän topografiki kartanyň ýa-da planyň masştabyna, ýeriň relýefine we kartany düzmegiň usulyna seredilip alynýar. Meselem, kombinasiýalaşdyrylan usulda 1:2000 masştably plany düzmek üçin, aerosuratyň masştablary 1:3500-1:5000; 1:5000 masştabda plany düzmekde bolsa, 1:7500-1:10000; emma 1:10000 masştably kartany düzmekde, 1:15000 bolmagy gerekdir. Pes takyklykly stereofototopografiki gurallaryň kömeginde gaýtadan işlenmegi gerek bolan aerosuratlar, planyň masştabyndan iki-üç esse uly bolmagy hökmanydyr. Kombinasiýalaşdyrylan usulda 1:2000 we 1:5000 masştably plany düzmek üçin uzyn fokusly(fokus aralygy 210, 350, 500 we 750 mm) aerofotoapparatlarynyň kömeginde ýeriň üsti surata alynýar. Stereofoto-grammetriki usulynda 1:2000 we 1:5000 masştably plany

düzmek üçin(şäheriň ýeriniň çägi) gysga fokusly(fokus aralygy 55, 70 we 100 mm) aerofotoapparatlar bilen ýeriň üsti surata alynýar.

**Planly aerofotosurata almagy** örän giň ýaýramany alandyr. Ol AFA-nyň optiki oky bilen asma çyzygyň(geoidiň üstüne perpendikulýar ýerleşen çyzyk) ugry bilen gabat gelýär, ýa-da ondan sähelçe burç tapawutlanmak bilen geçirilýär. Gyşarma burçunyň ululygy, surata almagyň maksadyna bagly bolýar, hem-de 3°-a çenli ululykdan geçmeýär. Tekiz ýa-da ýeňil depeli ýer üstüniň meýdanlarynyň planly aerofotosuratlary, ýer *üstüniň fotografiki plany* bolýar, ol bolsa karta bilen aňsat deňeşdirilýär. Şeýle hem obýektleriň ýerleşen ýerini, konfigurasiýasyny we ölçeglerini takyk kesgitlemäge mümkinçilik berýär hem-de ölçegi geçirmek maksatlary üçin ulanylýar, Şular ýaly edilmeginiň sebäbi bolup, onuň hemişelik amaly masştabynyň bolmagydyr.

**Perspektiwaly aerofotosuratlary almagy** AFA-nyň optiki okunyň asma çyzyk bilen 45°, 60° ýa-da 75° burç aralyklarynda geçirilýär. Şonuň bilen birlikde planly surata almakda, ýeriň üstündäki meýdan, uçýan serişdäniň aşagynda ýerleşýär, emma perspektiwaly usulynda bolsa, öňde ýa-da ondan gapdallarda ýerleşen meýdanlary almak bilen geçirilýär.

Perspektiwaly aerosuratlaryň masştaby üýtgeýändir: öňdäki planda ýerler uly we yzdaky plana ugurlarda bolsa, elmydama kiçelýär.

Perspektiwaly suratlara adatça, adamyň ýönekeý göz bilen seredende, *perspektiwaly şekil* ýaly kabul edýär. Olar, planly suratlar bilen has-da aýdyň-dyr we deňeşdirende ýeňil okalýar, emma şu suratlarda ölçegleri geçirmek örän çylşyrymlydyr.

Surata almagyň(fotografirlemegiň) häzirki zaman serişdeleri, bir wagtyň özünde planly we perspektiwaly aerofotosuraty almagy geçirmegi birleşdiren aerofotoapparatlaryň ýa-da yrgyldaýan fotogurluşlarda ornaşdyrylan bir AFA-da geçirmek bolar.

**Deşikli(yşykly) aerofotosurata almagy**, adaty(kadrly) surata almakdan ýörite deşikli(şelowaýa) AFA-lary bilen geçirilýär. Onda fotoplýonkany eksponir-lemek hemişelik açyk, darajyk deşik arkaly geçýär. Plýonkanyň hereket etmegi uçýan serişdäniň hereketiniň tizligi bilen ylalaşylan bolýar. Şonuň bilen birlikde surata almak

ýeke-täk lenta görnüşli kardlara bölmezden geçiilýär. Deşikli surata almagy planly ýa-da uçuşyň tizliginde(öňe ýa-da yza) wertikaldan 45° AFA-nyň optiki okuny gysartmak arkaly geçirmek bolar. Şu ýagdaýda **aksonometriki suratlary** alynýar, olarda bolsa obýektler ýokardan seredilýän ýaly görnüşde we haýsy hem bolsa gapdal tarapyndan sereden ýaly alynýar.

Deşikli surata almak ýer üstüniň gowşak ýagtylandyrylan ýagdaýynda, meselem, alagaraňkyda, uly tizlikde, pes beýiklikde geçirilýär.

**Panoramaly aerofotosurata almagy** ýörite panoramaly AFA-nyň kömegi bilen geçirilýär. Ol ini boýunça uly ýeriň üstüni almak bilen alnyp barylýar (gözýetimden-gözýetime çenli). Panoramaly aerofotosuratlaryň merkezi bölegi ýeriň üstüniň planly şekili, emma gyralaryna - perspektiwaly görnüşi almagy bilen tapawutlanýar.

**Gijeki aerofotosurata almagy** ýer üstüniň emeli ýagtylandyrylan ýagda-ýynda, ýagny pirotehniki serişdeleri: fotobombalary, fotoraketalary, fotooklary ýa-da elektrikli ýagtylandyryş serişdeleri ulanylýar.

Gijeki aerofotosuratlary, gündizine surata almakdan çykyp duran ýerli ob-ýektleriň kölegeleriniň dürli ugurlara gidýänligi, emma planly aerosuratlarda ýe-riň üstüni ýagtylandyryş serişdeleri bilen ýagtylandyrmakda kölegeleriň bolmaz-lygy mümkindir.

**Reňkli we spektrozonalny** aerofotoplýonkalarda aerofotosurata almalary, ýer üstüniň gizlin elementlerini, şeýle hem beýleki ýagdaýlara gözegçilik maksa-dynda giňden ulanylýar. Reňkli surata almagy üç gatlakly plýonkalarda geçi-rilýär. Reňkli fotoplýonkalarda obýektleriň fotoşekilleri, ýerdäki hakyky(natu-ral) keşbine ýakyn alynýar.

**Spektrozonalny fotografirlenmegi** bir wagtyň özünde spektriň dürli zonasynda, ýörite plýonkalarda, iki-üç gatlakly, olaryň her biri *Gün ýagtylygynyň kesgitlenen zonasy*na duýgurdyr. Her bir gatlagyň peňkleýjisi, kesgitlenen obýektleriň görünýän goşulmalary aerofotosuratlarda güýçlendirilmegi göz önünde tutulýar. Şonuň üçin spektrozonalny suratlaryň maglumatlary göterijiligi ak-gara suratlar bilen deňeşdirende gödek artýar. Şu suratlardan daşky gurşawyň

reňki bilen goşulýan obýektler oňat okalýar, obýektdäki we daş töwerekdäki gök zolagyň reňkleriniň spektrli serpikdiriji ukybynyň, egrisiniň goşulmadyk ýagdaýynda görünýär.

Ak - gara aerofotosuratlaryň **reňkli aerofotosuratlar** bilen deňeşdirende pesde durýanlygyna seretmezden, reňkli aerofotosuratlaryň ylmy-barlagda ulanylyşy çäklendirilendir, ýagny olary *fototejrube hanalarda işlemek* üçin köp wagt gerek bolýar.

**Radiolokasiýaly fotosurata almagy** häzirkî wagtda howada ylmy-barlaglary geçirmek üçin, islendik howa şertlerinde ulanylýan usuldyr. Ýörite radiolokasi-ýaly gapdal gözýetimli serişdisi *electron - şöhleli trubanyň* ekranynda *Güniň islendik wagtynda*, ýer üstüniň suratyny almaga mümkinçilik berýär. Optiki sistemanyň kömegi bilen ekrandaky şekil fotoplýonka teswirlenýär, şu hadysa köplenç, uçýan serişdäniň, uçýan tizligine göni proporsional tizlik bilen artýar. Netijede fotoplýonkada uçuşyň ugry arkaly ýer üstüniň zolagyňyň üznüksiz (kadrlara bölmezden) radiolokasiýaly şekili alynýar.

Radiolokasiýaly şekiller hili boýunça aerofotosuratlardan, ýagny AFA-nyň kömegi bilen alnan suratyndan pesde durýar. Şonuň bilen birlikde özüne laýyk ýo-ýulmalary alýar, ol bolsa dürli ugurlarda, islendik masştablylygy bilen bagla-nyşyklydyr, emma radiolokasiýaly şekilleri edil aerosuratlar ýaly karta bagla-nyşdyrmak hem bolar, olarda ylmy-barlagyň esasynda tanalan obýektleri geçirmek we olaryň koordinatlaryny kesgitlemek bolar.

#### 1.4. Fotolaboratoriýa işleri

Ýeriň üsti surata alnanda, aerofotoapparatlardan mahsus fototejribehanada negatiw taýýarlanylýar, ýeriň çägi surata alnan wagty we belli cäk üçin kabul edilen şriftler ýazylýar. Soňky ýyllarda ulanylýan aerofotoapparatlarda bu mag-lumatlar statoskopyň, radiobeyiklik ölçýjiniň we beýleki gurallaryň görkezmeleri ýeriň üstüni surata almak nokadynda, aerosurata awtomatiki ýagdaýda ýazylyp barylýar. Suratyň sypatyny(halyny) barlamak üçin negatiwlerden pozitiwler taýýarla-nylýar. Aerosuratlaryň bir-birini inine we boýuna näçe prosent gaplaýşyny mahsus çyzgyýň kömegi bilen kesgitlemek bolar. Aerosuratlar 60 % bahanyň ýerine 56 %

gaplasa, aerosuratlar kartany ýa-da plany düzmek üçin ýarawsyz hasaplanylýar.

Marşrutyň göni çyzygy boýlap surata alynandygyny barlamak maksadynda, her bir marşrutyň birinji we iň soňky aerosuratlarynyň esasy nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirilýär. Aerosuratlaryň esasy nokatlarynyň, şu göni çyzykdan näçe çete gyşaranlygyny ölçeýäris. Galan aerosuratlaryň hem esasy nokatlaryny birleşdirmegiň netijesinde emele gelen egrem-bugram çyzygyň uzynlgy bilen, birinji we soňky aerosuratlaryň esasy nokatlaryny birleşdiriji çyzygyň uzynly-gynyň arasyndaky tapawut 3 %-den artyk bolmasa, marşrut göni çyzyk boýunça surata alnan hasaplanylýar.

Uçaryň surata alşynyň aşagyndaky beýikligi bilen, öňünden bellenen beýik-liginiň arasyndaky tapawut 5 %-den köp bolmazlygy hökmanydyr.

Barlamgyň netijesinde kesgitlenen kemçilikleri ýok etmek üçin montaj(bir-leşdirilen) edilen aerosuratlaryndan, kiçeldilen nusga göçürilýär. Gaýtadan sura-ta alynmagy gerek bolan ýerler nusgada görkezilär we täzeden surata alynýar.

## 1.5. Aerosuratlaryň geometriki gurluşy we masştaby

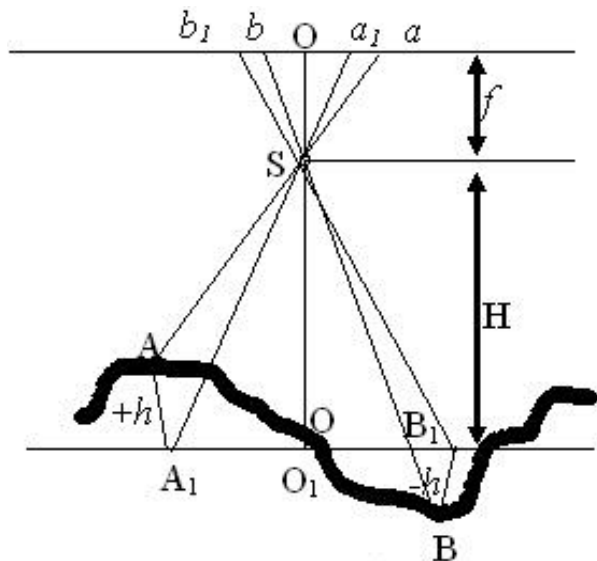
**Aerofotosurata almagyň geometriki mazmuny.** Ýeriň üsti aerofotosurat-larda merkezi proyeksiýada şekillendirilýär. *AFA*-nyň obýektiwiniň, proyeksiýanyň merkezi(**S**) bolup durýar, emma aerofotosuratlaryň **P** tekizlikdäki-proyeksiýasynyň tekizliginiň bolmagydyr (1.7-nji surat). Obýektiwiň merkezinden geçýän **Oo** göni çyzyk aerofotosuratyň tekizligine perpendikulýardyr we ol *AFA*-nyň optiki oky diýip atlandyrylýar. *AFA*-nyň optiki oky bilen aerosuratyň tekizliginiň(**O** nokadyň) kesişme nokadyna *aerofotosuratyň esasy nokady* diýilýär. *AFA*-nyň obýektiwiniň merkezinden, ýeriň üstündäki nokada çenli **SO** aralyga aerofotosurata *almagyň beýikligi diýilýär* we **A** harpy bilen belgilenýär. Obýektiwiň merkezinden aerofotosuratyň tekizligine çenli **So** aralyga *AFA*-nyň *fokus aralygy diýilip*, ol *f* harpy bilen bellenilýär.

Merkezi proyeksiýada aerofotosuratlaryň ähli meýdanynda (ýerinde) masştaby hemişelik bahany **P** we **M** tekizlikler özara

parallel bolan ýagdaýynda we **Oo** optiki oky, asma çyzykda alynýar, hem-de surata alynýan ýeriň üstüniň ujypsyz relýefiniň(keşbiniň) ýagdaýyna görä bolýar. Tekiz we ýeňil depeleri bolan ýer üstüniň planly aerofotosurata almagyny geçirende, aerofotosuratyň masştaby hemişelik we AFA-nyň fokus aralygy ( $f$ ) bilen surata almagyň beýikligi (**H**) bilen gatnaşygana baglydyr. Bu baglanyşygy **SaO** we **SAO** meňzeş iki sany üçburçlyklardan getirip çykarmak bolar we ol şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\frac{1}{m} = \frac{ab}{AB} = \frac{So}{SO} = \frac{f}{H}$$

Şonuň üçin, surata almagyň masştabyna, beýikligine we AFA - nyň fokus aralygyna baglydyr. Meselem, surata almagyň beýikligi  $H=10\text{ km}$  deň bolsa we AFA - nyň fokus aralygy  $f=20\text{ sm}$  diýeliň, onda aerofotosuratlaryň masştaby  $1:50000$  ( $20\text{ sm} / 1000000$ ), emma  $f=40\text{ sm}$  bolanda bolsa  $1:25000$  ( $40\text{ sm} / 1000000$ ) bolar.



1.7-nji surat. Aerofotosurata almagyň beýikligini kesgitlemek.



### **Aerofotosuratlarda ýer üstüniň şekilleriniň ýoýulmasy.**

Surata alynýan şekilleriň, ýer üstüniň aerofotosuratlarynda ýoýulma, relýefiň artykmaç deň-dälligi we asma çyzykdan AFA-nyň optiki okunyň gýşarmagy bilen baglanyşyklydyr. Bu bolsa gorizonta tekizlige otnositellikde aerofotosuratlaryň ýapgytlygydyr. Şoňa baglylykda aerofotosuratlarda, relýefe we onuň ýapgytlygyna ýoýulmalary tapawutlanýarlar.

Relýefe ýoýulmalary girizmek, merkezi proyeksiýa mahsusdyr. Olar planly we perspektiwaly aerofotosuratlarda bardyr. Relýefiň fotografiki şekile täsiri 17.6-njy suratda  $a$  nokatda şekillendirilýär. **B nokadyň** gorizonta proyeksiýasy bolsa B nokatda, ol bolsa depeleriň bolmadyk ýagdaýynda aerofotosuratda B nokatda şekillendirilerdi. Relýef üçin ýoýulma bolup aerofotosuratda  $bb'$  kesimiň uzynlygy alynýar. Ýoýulmanyň ululygy, nokadyň otnositel beýgelmesi näçe uly bolsa we aerofotosuratyň merkezinden şu nokadyň näçe uzakda ýerleşenligine baglydyr. Şonuň üçin dagly sebitleriň aerofotosuratlarynda ýerli obýektleriň maňzeşligi güýçli ýoýulan bolýar. Şular ýaly suratdan aralygy we sudurlaryň meýdanyny ölçemek, takmynyň häsiýeti alýar, has beýik depelerde ýerleşen nokatlarda, degişlilikde şu aşakdaky ýoýulmalar( $\Delta$ ) alynýar:  **$H=2\text{ km}$ ,  $\Delta_1=12\text{ mm}$** , emma  **$H=4\text{ km}$**  bolsa  **$\Delta_2=6\text{ mm}$** , ýöne  **$H=8\text{ km}$**  bolanda  **$\Delta_1=3\text{ mm}$**  bolýar. Şular ýaly ýoýulmalar aerofotosuratlaryň merkezinden  $10\text{ sm}$  aralykda ýerleşen nokatlarda hem alynýar. Egerde nokatlar aerofotosuratlaryň merke-zinden ýakynnda ýa-da uzakda ýerleşen bolsalar, onda süýşmegiň bahasy proporsional artýar ýa-da kemelýär.

### **Aerofotosuratlaryň ýapgytlygy üçin ýoýulmalar.**

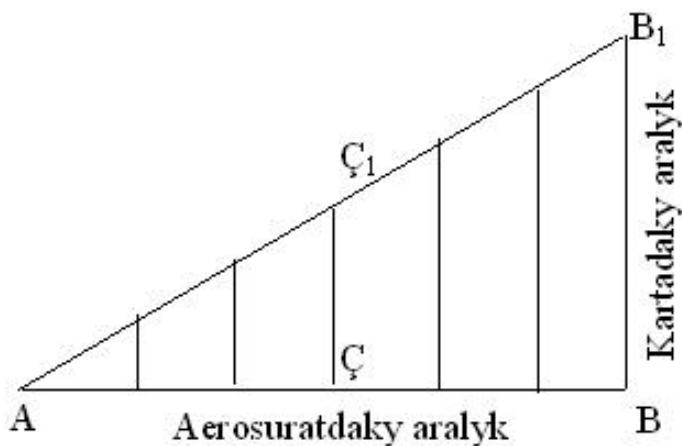
Ýapgytlyk üçin fotoşekilleriň ýoýulmasy AFA-nyň optiki oky bilen asma çyzygyň arasyndaky burça, fotoapparatyň fokus aralygyna we aerofotosuratyň merkezinden kesgitlenen nokada *çenli uzynlygyna* baglydyr. Suratdan belli boluşy ýaly, ýeriň üstünde deň aralykda ýerleşen **A, B, C** we **D** nokatlar, fotosuratda bolmadyk kesimleri bilen şekillendirilýär, şeýle hem ýapgytlyk näçe uly bolsa, şonça-da kesimleriň deň dälligi artýar.

Relýefe we aerosutarlaryň ýapgytlygyna bagly bolan ýoýulmalar, ýeriň üstündäki obýektleriň sudurlarynyň görnüşini, ölçeglerini fotoşekillerde üýtgedip biler. Şu ýagdaýda maksimal ýoýulmalar aerofotosuratlaryň gyrasyna ýaýraýar.

**Aerosuratlaryň masşaby.** Aerofotosuraty almagy meýilnamalaşdyrmakda (planlaşdyrmakda) aerofotosuratlaryň masşablaryny garşydaşyň we ýeriň üsti baradaky maglumatlary, nähili takyklyk bilen almagyň gerekligi göz önünde tu-tulýar. Aerofotosuratlaryň masşaby *näçe uly bolsa, ondan şonça-da takyk* maglumatlary almak bolar. Emma aerofotosuratlaryň masşablarynyň ulalmagy, ola-ryň sanynyň köpelmegine we işlemegiň wagtynyň alynmagy bilen baglany-şyklydyr.

### 1.6. Aerofotosuratlary taýýarlamak we olar bilen işlemek

Aerofotosuratlar bilen birlikde, adatça sebit we surata almagyň masşaby baradaky maglumatlary alýarlar. Şonuň bilen birlikde surata almagyň wagty, fokus aralygy, suratlaryň tertibi ýaly maglumatlar aerofotosuratlaryň burçunda görkezilýär.



1.8-nji surat.

Eger-de şu berlenler görkezilmedik bolsa, fotosuraty karta baglanyşdyrmak we onuň masştabyny kesgitlemek gerekdir.

Aerofotosuratlary karta baglanyşdyrmak diýende, ondaky bar bolan elementler bilen deňeşdirip, aerosuratsdaky şekillendirilen ýeriň çäginin araçäklerini, kartanyň degişli elementleri bilen deňeşdirip kesgitlemekden ybaratdyr.

Aerofotosuratlary ýeriň üstünde oriýentirlemek üçin, oňa *magnit meridianyň çyzygy*, **demirgazyk - günortany**(DG) ugruny geçirýäris. Aerofotosuratda we kartada degişlilikde iki sany meňzeş nokatlary alýarys hem-de olaryň üsti bilen göni çyzygy geçirýäris. Kartada magnit meridianyň ugruny çyzýarys. Aerofotosuraty kartanyň üstüne, çyzyklar gabat geler ýaly derejede goýýarys. Şu ýagdaýda aerofotosuratda **DG** çyzygy suratda görkezilşi ýaly geçirýäris.

Aerofotosuratyň masştabyny *fokus aralygy* we *surata almagyň beýikligi* boýunça hasaplamak bolar. Hasaplamagy şu aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$\frac{1}{m} = \frac{f}{H};$$

Bu ýerde  $m$  - aerosuratyň masştabynyň maýdalawjysy; Meselem,  $H=2 \text{ km}$ ,  $f=150 \text{ mm}$ . Onda  $m=2 \text{ km}/150 \text{ mm}=13300 \text{ m}$ . bolar.

Aerofotosuratyň masştaby 1:13300 ýa-da tegeleklände 1 sm-133 m aralykda bolýar.

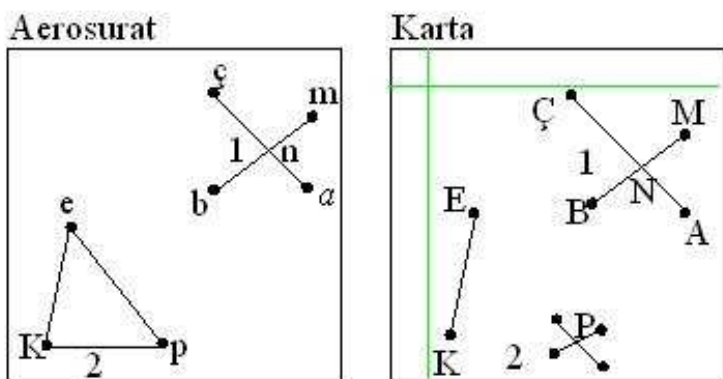
$$\frac{1}{m} = \frac{l_0}{l_k \cdot l_k};$$

Aerofotosuratlaryň masştabyny köplenç kartada we aerofotosuratlarda ölçenen kesimleriň kömegi bilen, şu aşakdaky formulany ulanmak bilen kesgitlemek bolar:

Bu ýerde  $l_0$  –aerofotosuratsdaky kesimiň uzynlygy, mm ýa-da sm;  $l_k$ -kartadaky kesimiň uzynlygy;  $m_k$ -kartanyň masştabynyň maýdalawjysy.

Şu ýagdaýlarda aerofoto-suratlaryň masştaby iki sany meňzeş kesimlerden az bolmazlyk şerti bilen kesgitlenilýär. Şu kesimleri alanda, olaryň aerofotoapparatyň merkezinde kesişýän görnüşli we onuň gyrasynda ýerleşen obýektleri birleşdirýän görnüşli alynmagy gerekdir. Gutarnykly netije hökmünde, hasaplanan maglumatlaryň orta arifmetiki bahasy alynýar.

**Proporsional masştaby gurmak.** Proporsional masştaby, aerofotosuratlar bilen işlemegi ýeňilleşdirýär. Ony gurmak üçin aerofotosuratda we kartada iki sany meňzeş **A** we **B** nokatlary alýarys, olary göni çyzyk bilen birleşdirýäris hem-de alnan kesimi ölçäýäris (1.8-nji surat).



1.9-njy surat.

Alnan ölçegiň netijesini kagyzyň sahypasynda, özara perpendikulýar ugurlarda **AB** (aerofotosuratda) we **BB'** (kartadaky) aralyklary alyp goýýarys. **A** we **B'** nokatlary göni çyzyk bilen birleşdirýäris hem-de **BB'** çyzyga parallel görnüşinde deň aralyk-dan çyzyklary geçirýäris. Onda, meselem, **AÇ** kesim aerofotosuratdan ölçenen we **A** nokatdan proporsional masştabda goýulan we **ÇÇ'** (kartadaky) kesime deňişli bolar.

**Aerofotosuratlara koordinata tory geçirmek.** Aerofotsuratda we kartada meňzeş dört sany nokatlary alýarys (degişlilikde **a, b, s, d** we **A, B, S, D**), olar kartada we aerofotosuratda

takyk we ynamly tanalan bolmalydyrlar. Bu nokat-lary göni çyzyk bilen birleşdirýäris. Soňra kartadaky koordinatlar tory bilen şu çyzyklarda kesişen nokatlarda, kese masştab çyzgyjyndan peýdalanyň, aerofoto-surata geçirýäris. Kesişme nokatlary göni bilen birleşdirip aerofotosuratda koordinata toruny alýarys. Şular ýaly torlardan diňe nyşany görkezmekde, ýagny ýer üstüniň relýefi we aerofotosuratyň ýapgytlygy bilen baglanyşykly şekilleriň ýoýulma ýalňyşlyklary, nyşanyň koordinatlary, aerofotosuratlaryň geçirilen tory arkaly kesgitlemse alynar(1.9-njy surat). Suratda aerosuratdaky obýektleriň karta geçirilişini görýäris(1-ölçemek usuly; 2-kesiştirmek usuly).

**Obýektleriň çyzykly ölçeglerini kesgitlemek.** Obýektleriň çyzykly ölçegleri (uzynlygy, ini, meýdany) aerofotsuratda şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$L = l \cdot m.$$

Bu ýerde  $L$  - obýektiň hakyky ölçegi,  $m$ ;  $l$  - aerofotsuratdaky şekillendirilen obýektiň ölçegleri,  $mm$ ;  $m$ -aerofotosuratyň masştabynyň maýdalawjysy.

Meselem,  $l=3 \text{ mm}$ ;  $m=13300$  bolsa, onda  $L=3 \cdot 13300 = 40 \text{ m}$  bolar.

**Aerofotosuratlardan karta obýektleri geçirmek.** Aerofotosuratlardan karta obýektler şu aşakdaky usullaryň kömegi bilen geçirmek bolar:

1. Kartada we aerofotosuratda umumy sudurlary tanaýarlar, tanalan obýektleri *göz çeni bilen başlangyç ugra görä otnositellikde karta* geçirýärler. Bu usul ýokary takyklygy üpjün etmeýär we sudurlaryň köp bolan ýerlerinde ulanylýar.

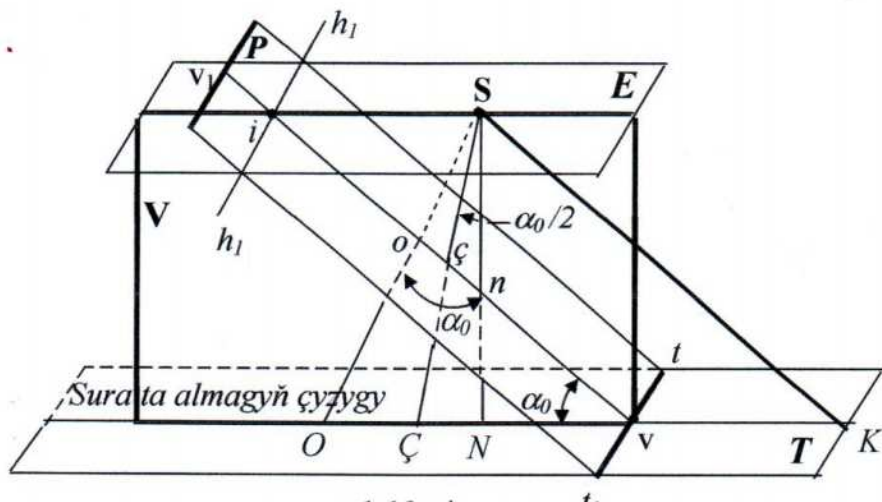
2. *Kesişmeler boýunça*: geçirilýän obýektleriň ýakynynda, iň azyndan iki sany umumy nokatlary alýarys, aerofotosuratda alnan nokatdan obýekte çenli kesim-leriň uzynlygyny ölçeýäris, soňra radiuslary arkaly, şu kesimlere deň bolan kartanyň masştabynda, onuň üstünde dugany çyzýarys, olaryň kesişmesi hem obýektleriň kartadaky ýagdaýy bolar.

3. *Toruň öýjükleri arkaly*: aerofotosuratda we kartada üç-dört sany meňzeş nokatlary alýarys hem-de olary göni çyzyklar bilen birleşdirýäris, alnan meňzeş şekilleriň taraplaryny deň sanly

böleklerə bölýäris we göni çyzyk bilen birleşdiriji çyzyklar arkaly gerek bolan gürlükli tory alýarys. Toruň öýjükleri boýunça aerofotosuratlardan obýektleri karta geçirmek bolar.

### 1.7. Perspektiwany we plany gurmak

**Proýeksiýa** - kesgitli matematiki kanunlar arkaly, tekizlikde ýer üstüniň ýa-da asman jisimleriniň suratlandyrylmagydyr. Proýeksiýalary gurmakda köplenç **orto-gonal** we **merkezi proýeksiýalary** ulanylýar. Ortogonal proýeksiýany almak üçin, predmetiň nokatlaryndan tekizlige perpendikulýarlary geçirýäris. Geodeziýada ýerdäki nokatlar asma çyzyklaryň kömegi bilen dereje(urowen) tekizligine teswirlenilýär. Onda kiçi, ýagny  $20 \cdot 20 \text{ km}^2$  ýer bölegini tekizlik hök-münde kabul etmek bolar. Bu bolsa orthogonal proýeksiýany kiçeldýär we gerek masştably kartany ýa-da plany alýarlar. Geometriýada ortogonal proýeksiýany birnäçe özara perpendikulýar ugurlary obýektleri suratlandyrmakda ulanylýar. Bu usul aýratyn hen tehniki çyzgylary taýýarlamakda ulanylýar.



1.10-njy surat. Merkezi proýeksiýa.

**Merkezi proyeksiya**, bu predmetiň nokatlaryndan çykýan şöhleleriň bir nokatda birleşip, tekizlikde alnan şekline aýdylýar (1.10-njy surat). Şöhleleriň birleşýän nokadyna(S) proyeksiýanyň **merkezi**, şekilleriň gurulýan tekizligine surat (kartina) **P tekizligi**, emma alnan şekiliň özüne **terspektiw** diýilýär. Eger-de surat proyeksiýanyň merkezi we predmetiň ortasynda ýatsa, onda gönüden-göni **şekili-geometriki pozitiw**, eger-de ol proyeksiýanyň merkezinden geçip ýatsa (predmet we surat proyeksiýasynyň merkezine baglylykda gapma-garşylykly taraplarda bolsalar), onda ters şekil-geometriki negatiw alynýar. Eger-de bu ýagdaýda fokus aralyklar birmeňzeş we suratlar bir-birine özara parallel bolsalar, onda şekiller **kongruentdirler**. Adam älemi(dünýäni) geometriki pozitiwde görýär, onuň gözi proyeksiýanyň merkezi, fotoapparatlarda bolsa şekiller geometriki negatiwde gurlandyr. Geometriki pozitiw we negatiw(sura-dyň göni we ters ýerleşmegi) fotografiki pozitiwiň, negatiwden tapawutlan-dyrylmagydyr, olaryň birinde reňkleriň öwürşüni obýektlerde, beýlekisinde bolsa garşylykly alynýar.

Fotoapparatyň obýektiwi obýektleriň şekilini geometriki negatiwde gurýar, emma suratlarda we esasda(formulýarda) geometriki pozitiwde alynýar.

Islendik fotografirlemekde, şonuň bilen birlikde, aerofotosurata almakda hem ýagtylyk şöhleleri obýektiwiň birleşdiriji nokadyndan geçip, döwürli pred-metiň nokatlarynda we onuň göni çyzyk görnüşli nokatlarynda birleşýärler. Şoňa baglylykda obýektiw, şekillileri merkezi proyeksiýanyň kanunlary boýunça gurulýar(obýektiwe düşýän ähli şöhleler optikanyň kanunlaryna esaslanyp, has aýdyň gurýar).

Aerosuratlarda ulanylýan merkezi proyeksiýanyň elementleri:

**Predmet tekizligi T**(eger-de göwrümlü bolsa predmetiň giňişlikdäki ýag-daýy)-aerosurata almakda bu ýeriň üstidir, suratyň tekizligi **P**-bu aerosuratyň tekizligi, proyeksiýanyň merkezi **S**-obýektiwiň düwünli nokady, **SnO** baş(esasy) şöhle, surata proyeksiýanyň merkezinden inderilen perpendikulýar, **SnN** nadir şöhlesi-proyeksiýanyň merkezinden çykan asma çyzyk, esasy wertikalyň **V** tekizligi, esasy we nadir şöhlesi geçýär, ol ýere we fotosurata perpendikulýar ýagdaýda geçýär. Onuň surat tekizligi

bilen kesişmeginde, esasy wertikalýň  $\mathbf{vv}_1$  çyzygyny alarys, ýeriň üsti bilen kesişmeginde bolsa surata almagyň ugrunyň çyzygyny alarys. Esasy we nadir şöhleleriniň  $a_0$  arasyndaky burç, aerosurat-larynyň ýapgytlyk burçyna deňdir. Eger-de ol nula deň bolsa, onda ol surata almagyň ugrunyň çyzygynyň ýoklugyny görkezýär. Ol  $a_0$  burçuň we aerofotoap-paratyň ýapgytlyk tarapyna ugrukdyrylmagy bilen ýüze çykýar (ol uçuşyň tarapyna alynmaýar). Şonuň üçin surata almagyň ugur çyzygy (**SAUÇ**) diýip, çyzyk perspektiwasyňyň, surata almagyň ugrunadyr. Esasy şöhle bilen suratyň kesişmegi, onuň baş  $a$  nokadyny berýär (obýektiwiň düwün nokadynydan aerofo-toapparatyň tekizligine inderlen perpendikulýaryň esasy). Amaly (praktiki)  $a$  nokadyň ýagdaýy, suratda koordinat bellikleri birleşdirýän çyzyklaryň kesim şöhleleriniň kesişmeginde tapylýar. Nadir şöhlesi bilen suratyň kesişmegi fotosuratyň **nadir nokadyny**( $n$ ) berýär, emma ýerde nadir, **N** nokadyny berýär. **S** proyeksiýanyň merkezinden geçirilen  $a_0$  burçuň bissektisasy surat bilen kesişen nokady **nul ýoýulmaly**,  $c$  nokadyny alarys. Suratly we predmet tekizlikleriniň kesişme çyzygy  $\mathbf{t}_1\mathbf{t}$  (fotosuratyň we ýeriň) *perspektiwanyň oky* ýa-da *suratyň esasy* diýilýär. Ol ikilenç nokatlaryň köplügi bolup, pedmet we perspektiwanyň gabat gelmegi bilen emele gelýär. **S** proyeksiýanyň merkeziniň üsti bilen geçirilen gorizont tekizlik hakyky *gozýetimiň* (gorizontyň) *tekizligi* **E** bolup durýar. Onuň surat tekizligi bilen kesişmeginde emele gelen çyzygy, **h<sub>1</sub>h<sub>1</sub> hakyky gözýetimiň çyzygy** emele gelýär. Bu tekizlik hem öz gezeginde çykýan nokatlaryň köplügi bolup durýar (ýerde özara parallel gönüleriň kesişme nokatla-rynyň perspektiwasydyr). Üç sany-surat, **hakyky gözýetim** we **esasy wertikal** tekizlikleriň kesişýän ýerinde, esasy **I** nokat ýerleşýär, onda ýerdäki gönüleriň perspektiwalary ýerleşýär, şeýle hem onda ýapgytlygyň ugrunyň parallel çyzyklary ýerleşýär. Surata proyeksiýanyň merkezinden **S** parallel geçirilen tekizlige **Q** suratly gözýetimiň **Q** tekizligi diýilýär (oňa başgaça neýtral tekizlik hem diýilýär). Ýeriň üsti bilen neýtral kesişip suratly gözýetimiň çyzygyny döredýär, onda ýerdäki gönüleriniň esasy birleşme nokady ýerleşendir (ýerdäki tekizlikleriň, neýtral we esasy wertikalýň kesişmeginde alynýar). Onda perspek-



tiwaly fotosuratyň esasy wertikalyna ýerdäki parallel göni çyzyklar birleşýär.

### 1.8. Aerosuratlaryň masştabyny kesgitlemek

Tekiz ýeriň üsti fotoplýonkanyň gorizont al hem-de aerofotoapparatyň optiki okunyň( $OS$ ), ýere baglylykda wertikal ýagdaýynda suraty alnan bolsa(17.10-njy surat) aerosurat plýonka meňzeýär, ýagny aerosurat ýer üstüniň gorizont proyeksiýasy hasaplanylýar. Bu ýagdaýda ýerdäki özara deň çyzyklar( $AO$ ,  $OB$ ) aerosuratda özara deň bölekler( $aO$ ,  $Ob$ ) görnüşinde teswirlenilýär. Şunuň ýaly fotosuratlaryň optiki oky ähli ýagdaýda perpendikulýar ýagdaýynda bolubermeyär, ýagny belli bir derejede gysarýar, şonuň üçin ýer üstüniň suraty hem şonça ýapgytlykda alynýar. Netijede ýerdäki özara deň çyzyklar aerosuratda uzynlygy bir-birinden tapawutlanýan bölekleriniň görnüşi ýaly teswirlenilýär.

Ýerdäki çyzyklaryň özgerşi bilen sudurlaryň şekili hem üýtgeýär, inedördül görnüşindäki sudur, aerosuratda trapesiýa şeklinde teswirlenilýär. Aerosuratyň çetki(gyraky) bölegindäki sudurlar, hususanda özgerýär.

Sudurly nokatlaryň ýagdaýy näçe özgerenligini aşakdaky formulanyň köme-ginde, takmynan hasaplap çykarmak bolar:

$$\delta_a = -\frac{r^2}{f} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi.$$

Bu ýerde  $r$ -aerosuratyň esasy nokatlaryndan, ölçenen sudur nokada çenli bolan aralyk(radius-wertory);  $f$ -aerofotoapparatyň fokus aralygy, mm;  $\alpha$ -aerosuratyň ýapgytlyk burçy, gradusda;  $\varphi$ -esasy wertikal bilen nokadyň radius-wektorynyň arasyndaky burç, gradusda.

Ýerdäki çyzyklaryň aerosuratda özgerip şekillendirilişine, ýer üstüniň relýefi uly täsir edýär. Meselem, 7.6-njy suratda aerofotoapparatyň optiki oky perpendikulýar ýagdaýynda alnan diýeliň. Ýerdäki **A** nokadyň suratda  $a$  nokat bolup teswirlenilýär. Ýeriň üsti tekiz bolanda, **A** nokadyň planly ýagdaýy aerosuratda başga bir nokada teswirlenmegi mümkin.

Aerosuratda nokadyň ýagdaýynyň relýefiň täsirinde özgermek derejesi, şu aşakdaky formulanyň kömegi arkaly hasaplanylýar:

$$\delta h = \frac{r \cdot h}{H}.$$

Bu ýerde  $h$ -nokadyň gorizonta tekizlikdäki beýgemesi, metrde;  $H$ -surata almagyň(gorizonta tekizlikde) beýikligi, metrde.

Ýerdäki çyzyklaryň aerosuratdan özgerip teswirlenişi şu çyzygyň başdaky we ahyryndaky nokatlarynyň beýgelemsiniň tapawudy we aerosuratyň merkezinden näçe daşlykda durşuna baglydyr. Nokatlaryň beýgelemeleriniň tapawudy näçe uly bolsa we olar aerosuratyň merkezinden näçe uzakda ýerleşse, onda bu çyzygyň ýoýulmasy, şonça-da uly bolýar. Şonuň üçin aerosuratlarda ölçeg işlerini geçirmekde onuň merkezi böleginden peýdalanylýar.

Aerosuratlarda merkezden daşdaky sebitleriň, relýefiň täsirinde emele gelýän ýalňyşlygy ulurak bolýar, şonuň üçin şu aerosuratlarda ölçegiň netijelerine birnäçe düzedişleri girizmek dogry bolar.

## 1.9. Planly aerosuratyň masştabyny kesgitlemek

Aerosuratlaryň optiki okunyň ýapgytlygynda we relýefiň täsiriniň, her ýagdaýda bolşuny nazara alyp, aerosuratdaky ölçeg işlerinde, orta masştabdan peýdalanylýar. 17.6-njy suratdaky **ASB** we **asb** üçburçluklaryň meňzeş bolan-lygyndan aerosuratyň masştaby aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\frac{1}{m} = \frac{ab}{AB} = \frac{f}{H}.$$

Bu ýerde  $AB$  - ýerdäki çyzygyň uzynlygy,  $m$ ;  $ab$  - şu çyzygyň aerosuratdaky teswiri;  $f$  - aerofotoapparatlaryň fokus aralygy,  $mm$ ;  $H$  - surata almagyň beýikligi;  $m$  - aerosuratyň masştabynyň maýdalawjysy.

Beýikli-pesli ýerlerde uçaryň üçüş beýikligi, orta gorizonta tekizlikden hasaplanýlar. Relýefi onçakly beýik bolmadyk ýeriň planly aerosuratyň masştabyny şu aşakdaky ýaly hasaplanýlar:

a) aerosuratyň fokus aralygynyň, surata almak beýikligine bolan gatnaşygy arkaly;

b) aerosuradaky bir çyzygyň uzynlygynyň, ýerdäki şol çyzygyň uzynlygyna gatnaşygy bilen kesgitlenilip bilner.

Planly aerosuratyň masştabyny bilmek üçin aerosuradaky çyzygyň uzynlygyny, ýerde şol çyzygyň uzynlygyny ölçemek bilen deňeşdirip kesgitlemek bolar. Şu ýagdaýda aşakdakylary hasaba almak hökmanydyr:

1) Aerosuradaky iki sany çyzygyň uzynlygy ýerde ölçenilýär;

2) Aerosuradaky çyzyklar, suratyň esasy nokadyndan ýa-da bu nokada ýakyn ýerden geçmegi;

3) Aerosuradaky çyzygyň depeleri sudurly nokatlarynyň(jaýlaryň, binalaryň burçlary, ýollaryň kesişýän nokatlary we beşgalar) birleşdirilişi hem-de olaryň hakyky beýegelmeleriniň bir ýagdaýda bolmagy ýa-da olaryň ortaça gorizonta tekizlikde ýerleşen bolmagy;

4) Çyzyklaryň uzynlygy, ýerde polat lenta ýa-da takyk uzaklyk ölçeýjiler bilen ölçenilmegi gerekdir. Çyzygyň depeleriniň koordinatlary önünden belli bolan nokatlara baglanyşdyrylan görnüşinde bolmagy, olaryň arasyndaky aralygy nokatlar boýunça analitiki usulda hasaplanyp çykarylmagy zerur.

Aerosuratda çyzygyň uzynlygy kese masştab we ölçeg-sirkuly bilen ölçenilýär. Ýerde çyzygyň uzynlygyny gönüden-göni ölçemegiň ýagdaýy bolmasa, şu ýeriň uly masştably topografiki kartasyndan(eger-de, şeýle karta bar bolsa) ölçenilýär. Ölçeg işlerini ýenilleşdirmek üçin, düzülen mahsus üçburçluk şeki-lindäki proporsional masştabdan peýdalanylýar.

## **1.10. Aerosuratlarda bellikleri (opoznaklary) belgilemek we olaryň koordinatlaryny geodeziki usulda kesgitlemek**

Aerosuratlarda geodeziki torlaryň ýagdaýyny belgilemek gerek bolýar. Ýerdäki geodeziki da-ýanç punktlar bir-birinden uzak ýerleşenliginden, aerosuratlarda goşmaça punktlaryň koordinatlary kesgitlenilýär(1.11-nji surat). Onuň üçin cameral (otag) şertinde, fototriangulýasiýa we fotopoli - gonometriýa usullaryndan peýdalanylýar. Emma, punktlaryň koordinatlaryny fotogrammetriki usulynda kesgitlemek maksadynda, ýerde birnäçe nokadyň koordinatlary geodeziki usulynda kes-gitlenilýär. Şu nokatlara bellik(opoznak) diýilýär. Bellikleriň koordinatlaryny kesgitlemek işi, ola-ryň ugruny düzmekden başlanýar. Şu maksatda aerosuratlaryň üstünde seplemek(montažlamak) arkaly, ýerde koordinatlary kesgitlenen nokatla-ryň ýagdaýlary belgilenilýär. Bellikleriň aralygy, plany almagyň masştabyna baglydyr. Meselem, 1:15000 masşatbly aerosuratdan peýdalanyň 1:10000 masşatbly topografiki karta düzmek gerek bolsa, goşmaça punktlary grafiki triangulýasiýa usulyndan köpeldilende, marşrutyň her dördünji aerosuratynda belgilenilýär. Planly bellikleriň sypatynda, geodeziki daýanç punktlaryndan hem-de ýerdäki takyk sudurly nokatlaryndan(ýollar, ýaplar, derýa, seýilgählerdäki ýodajyklar we başgalar) peýdalanylýar. Bu nokatlar aerosuratlarda iňňe bilen deşilip **0,1 mm - lik** tegelekçe çyzylyp belgilenilýär, suratlaryň arkaly **3 mm-li** tegelek çyzylyp, belligiň tertibi ýazylyp goýulýar. Her bir tegelek üçin abris çyzylýar. Bellikleriň ýerdäki ýagdaýy demir turba ýa-da ağaç gazyklary bilen belgilenilýär. Aero-suratdaky we ýerdäki belgileriň ýagdaýlarynyň dogry tapylanlygy barlag aero-suratlarda, olaryň **60 %-ni** täzeden tapamak ýoly bilen barlanylýar. Belligiň koordinatlary planyň masşabynda **0,2 mm-e** çenli takyklykda kesgitlenmegi gerekdir. Belliler döwlet daýanç ýa-da gürleşdirilen torlarynyň punktlaryna baglanylýar. Şäherleriň ýa-da obalaryň topografiki kartasyny düzmekde, belginiň koordinatasy belli şäher we oba üçin kabul edilen gürleşdirilen sistemada kesgitlenmegi mümkindir. Belgileriň koordinatlaryna esaslanyp, katalog düzülýär we onuň düşündiriş haty ýazylýar. Düşündiriş ýaz-gysynda aşakdaky maglumatlar berilýär:

a) Bellikleriň kesgitlenen çägene gysgaça topografiki ýazgy, ýeriň çäginin meýdany, planşetleriň nomanklturasy, bellikleriň tapylan aerosuratlary ýa-da fotoplanlaryň sany, geodeziki punktlar we belgileriň koordinatlaryny kesgitlemek üçin geçirilýän we ony ýerine ýetirmek üçin harç edilen wagty;

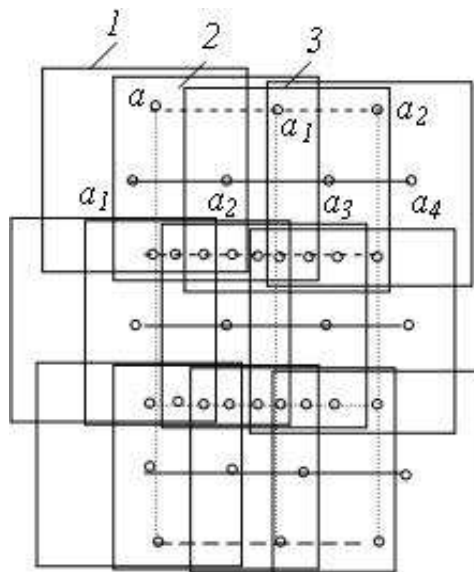
b) Çäkke öň ýerine ýetirlen topografiki we geodeziki işler(triangulýasiýa, poligonometriýa, plan almagyň torlary, plan punktlary we başgalar) olaryň taryhy, sypaty we takyklygy;

ç) Aerofotosurata almagyň maglumatlarynyň hiline syn;

d) Belliginiň we geodeziki punktlaryň belgileniş sypaty;

ä) Belliginiň koordinatlaryny kesgitlemegiň takyklygy;

e) Işi ýerine ýetiren kärhananyň ady, onuň gurulan we barlanan wagty.



1.11-nji surat.

Aerosuratlarda planly belgilerden daşary, beýiklik bellikleriň bahalary hem kesgitlenilýär. Beýiklik belgileriniň ýerdäki ýagdaýy gazyklar ýa-da başga bellikler bilen, aerosuratlarda bolsa gyzyl tuş

bilen **0,5 mm** radiusly tegelek çyzylyp belgilenilýär. Aerosuratda triangulýasiýa we poligonometriýa punktla-rynyň ýagdaýy gyzylyp tuşda(taraplary 1 sm deň bolan) üçburçluk çyzyp belgi-lenilýär.

Uçuşda surata almakdan soňra, netijeleri fototejribehana işlerinden soňra aeronegatiwleri(aerofilmleri) alýarys, olary galtaşdyrmak(kontaktly) ýa-da pro-eksiýaly fotoneşirde işläniňden soňra, ýer üstüniň fotosuratlaryny alýarys.

Häzirki wagtda topografiki kartalaryny, köplenç aerofotosurata almagyň maglumatlary esasynda, kiçi masştably kartalary bolsa kosmos foto-suratlary boýunça taýýarlaýarlar.

**Buýrujy gural** (interwalometr) AFA-yň işini dolandyryr. Her bir kesgitlenen wagt aralygyndan, gural fotoapparata toguň impulsyny berýär we işiň doly siklini ýerine ýetirýär ýa-da onuň iň soňky döwrüni(etapyňy) geçirýär. Sekunddaky interwal şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$T = \frac{l(100\% - P\%) \cdot H}{100 \cdot W \cdot f}.$$

Bu ýerde  $l$ -aerosuratlaryň taraplarynyň ölçegleri, sm;  $H$ -surata almagyň beýikligi, m;  $W$ -uçaryň ýere otnositellikde ýoldaky tizligi, m/sek;  $f$ -AFA fokus aralygy, mm.

Häzirki wagtda ýarym awtomatizasiýalaşdyrylan elektronly **ЭКП-2М** guraly işlenilip taýýarlanylady we ulanylýar. Ol berlen uzaboýuna gaplamany saklaýar.

Optiki nyşanyň ekranynda, uçaryň hereketi wagtynda suratlar süýşýärler. Şol ýerde hem, ýagtylyk bilen olary şekilleriň süýnmesi hereketi bilen deňagramlaş-dyrylýar(deňleşdirilýär). Şol wagtda gural berlen gaplama üçin interwaly ölçeyär. Optiki nyşanalajy **AFA-ty** oriýentirlemäge mümkinçilik berýär, ýagny ýerdäki ähli obýektleriň suratlarynyň ekranyň ok meridianyna parallellikde gaýtalandyryr.

**Aerofotogoýujy**(aerofotoustanowka) **AFA-tyňy** uçarda berkitmek üçin hyzmat edýär, şol wagtyň özünde aerosuratyň tekizligini gorizontaly ýagdaýa getirmek, oriýentirlemek, wibrasiýany we gysarmany aýyrmak üçin hyzmat edýär. Ondan daşary üç nokatly metal pružinli amortizatordan başga digristabilizirleýji aerogoýujylar

giňden ulanylýar. Giroskopyň we gidrowertikallaryň kömegi bilen bu gurluş awtomatiki **10'** takyklykda gorizonta ýagdaýa getirilýär.

Radiogeodeziki ulgamlar fotografirlenilýän nokadyň geodeziki koordinatla-ryny hasaplamak üçin hyzmat edýär. Önümçilikde uçar PDC radiobeyiklik ölçejý-jini ulanylýar. Onuň kömegi bilen uçardan ýerdäki geodeziki punktlara çenli aralyk ölçenilýär. Iň uzyn aralyk 350 km, takyklygy 1,5-2 metr baha deňdir. Punktalaryň arasyndaky aralyk 700 km-e çenli bolýança kesişýän bolýar. Goodeziki punktlarda esasy radiostansiýa ýerleşdirilen(iň azyndan 3 sany), uçarda-esasy **radiogeodeziki stansiýa** oturdylýar. Gural fazaly geodeziki uzaklyk ölçejjileriň hadysasynda(prinsipinde) işleýär.

## II. AEROFOTOSURATA ALMAGA TAÝÝARLYK

### 2.1. Howada surata almak üçin taslamany düzmek we ony hasaplamak

Aero we kosmos suratlar boýunça topografiki kartalary düzmek, ýokarda belleýşimiz ýaly: garyşdyrylan (kombinirlenen) we stereofototopografiki ýaly iki usuly bardyr. Haýsy hem bolsa bir usuly saýlap almak hem-de surata almagyň taslamany düzmeklik, uçuşdaky önümçilik işleriniň talabyna laýyklykda geçirilýär.

Tehniki işlere we olaryň arasyndaky baglanyşyga baglylykda, aerofotosurata almagy geçirmegiň tehniki taslamasy düzülýär. Aerofotosurata almagyň masшта-by kesgitlenilýär, AFA-yň görnüşi, onuň faks aralygyna baglylykda alynýar. Ondan daşary, ýörite gurallar(stataskop, radiobeyiklik ölçeýji we ş.m.) alynýar. Aerofotosurata almagyň senesiniň möhleti(kalendar wagty) we işleniljek sebitiň ýagdaýy öwrenilýär.

Tehniki tasalamasy şu aşakdaky esasy bölümleri: berlen maglumatlar, obýektiň kartogrammasy we katrada grafiki taslama, surata almagyň esasy element-lerini hasaplamak, düşündiriş ýazgysy ýaly bölekleri özünde jemleýär. Onda ykdysady görkezijileri görkezýän esasy resminalar hasaplanylýar we oňa şu aşakdaky görkezijiler: işleriň göwrümi, uçuşa wagtyň harçlanyşy, esasy materiallara bolan mätäçlik, aerofotoaurata almak işleriniň şertnama boýunça bahasy(gymmaty) degişlidir. Taslama işçi kartada düzülip, onuň masштаby şurata almagyň masштаbyndan 3-5 esse kiçi bolmalydyr.

Surata almagyň obýektleri, kartada surata almaly trapesiýalara we iň kiçi bö-leklere paýlaýarlar. 1:1000 we 1:500 masштаby surata almak maksadynda, bölekleriň ölçagleri 1 km<sup>2</sup>-den kiçi bolmaly dälidir. 1:2000 we 1:5000 masштаby surata almalary üçin, surata almagyň meýdany kiçi masштаby trapesiýanyň çäginde bolmalydyr. Iň kiçi surata almaly bölekler boýunça araçäkler, topogra-fiki kartanyň trapesiýasynyň çarçuwasy boýunça geçmelidir, şeýle hem olar ýeke-täk surata almaly böleklerere birleşdirilýär. Şular ýaly, haçan-da olaryň orta tekizlikdäki beýiklik bellikleriň tapawudy, tekiz



ýerlerde  $0,1 \cdot H$ ,  $0,2 \cdot H$  baha çenli daglyk ýerler üçin alynýar ( $H$ -surata almagyň uçastogynyň orta tekizlikden uçuşyň beýikligi). Surata almagyň böleklerine bölenden soňra, ähli gerek bolan elementler hasaplanylýar. Hasaplamalaryň esasynda ýörite tablisa düzülýär, onda her bir bölege, onuň tertibi ýazylýar, trapesiýanyň nomenklaturasy, bölegiň  $S_m$  meýdany, uzynlygy  $C$ , ini  $D$  ýazylýar. Kartadan tablisa esasynda bölegiň beýik-lik häsiýetleri,  $H_{max}$ ,  $H_{min}$  ýazylýar. Şu bahalar boýunça ortaça tekizligiň baýikligi, şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{orta} = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}.$$

Bu ýerde  $H_{max}$  we  $H_{min}$ -bölekde maksimal we minimal beýiklikli nokatlaryň beýiklik belgisi, metrde. Beýiklik häsiýetli nokatlary her bir bölek boýunça ýörite surata almak trapesiýalaryna ýa-da kartogrammalara geçirýärler.

Orta tekizlikden iň uly beýgelme( $h$ ) şu aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanýar:

$$h = \frac{H_{max} - H_{min}}{2}.$$

Bar bolan fotogrammetriki we stereofotogrammetriki gurallaryň ulanylyş koeffisiýantini saýlaýarys.  $K_t$ -düzülýän karta bilen aerosuratyň masştablarynyň gatnaşygy. Ol şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$K_t = \frac{1}{M_k} \div \frac{1}{m_{sur}} = \frac{m_{sur}}{M_k}.$$

Düzülýän kartanyň masştabyny bilmek arkaly, aerofotosurata almagyň masştabynyň bahasyny tapmak bolar. Adatça, masştabyň maýdalawjysyny şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$M_{sur} = M_k \cdot K_t$$

Kesgitlenen aerofotosurata almagyň maksadyna baglylykda aerofotoapparatyň fokus aralygyny almak bolar.

Fotoplany düzmek üçin niýetlenen aerofotosurata almakda, aerosuratlaryň relýefe baglylykda ýoýulmasynyň minimal bolar ýaly, uzyn fokusly aerofoto-apparatlary ulanylýar. Aerofotoapparatyň fokus aralygynyň takmyny bahasyny millimetrde, şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$f' = \frac{h_{max} \cdot r_{orta} \cdot 100}{\delta \cdot M_k}.$$

Bu yerde  $h_{max}$ -bölekde relýefiň beýgelmesiniň maksimal bahasy, metrde;  $\delta$ -düzülýän kartada sudurlaryň ýagdaýynyň ortaça ýalňyşlygy, mm;  $r_{orta}$ - aerosu-ratyň peýdaly meýdanynyň radiusynyň ortaça bahasy.

Fototransformirlmek we potoplany birleşdirmek(montažlamak) **5 sany** be-ýiklik zolagyndan köp bolmazlyk bilen alynýar. Fokus aralygy  $f$  gutarnykly, tablisadan alýarys.

Stereofotogrammetriki gurallarda relýefiň suratlandyrylyşyny, ýeterlik dere-jede üpjün etmek üçin gysga fokusly(giň burçly) aerofotoapparatlary ulanylma-lydyr. Bu ýagdaýda aerofotoapparatyň iň uly fokus aralygyny hasaplamak üçin, şu aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$f'' = \frac{1000 \cdot b \cdot h_{pes}}{3 \cdot m_{sur} \cdot m_{\Delta p}}.$$

Bu ýerde  $b$ -berlen aerosuratlarda uzaboýuna gaplamagyň ortaça bazisiniň ululygy, mm;  $h_{pes}$ -relýefiň saýlanyp alnan kesişme beýikligi, m;  $m_{sur}$ -aerosurat-laryň masştabynyň maýdalawjysy;  $m_{\Delta}$ -aerosuratlar boýunça beýgelmesini ste-reogurallar boýunça hasaplamakda, ortaça ýalňyşlyk(guralyň takyklygy).

Relýefi suratlandyrmagyň ortaça ýalňyşlygy, kartada 1/3 relýefiň kesişme beýikliginden geçmeýär. Relýefiň ýazylan beýiklikli ýerlerini şekillendirmekde fotoplanlary düzmek we relýefi surata almak üçin iki aerofotoapparatly, iki sany aerofotosurata almagy teswirlemek gerekdir.

Aerofotosurata almagyň masştabyny we aerofotoapparatyň fokus aralygyny hasaplardan soňra, suratyň orta tekizlikden beýikligini hasaplaýarys, ol şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$H = \frac{f \cdot m_{sur}}{1000}.$$

Soňra surata almagyň absolýut beýikligini(deňiz derejesinden beýikligini) hasaplaýarys:

$$H_{abs} = H + H_{orta}.$$

Şeýle hem aerodromyň üstünden uçuş beýikligini şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$H_A = H_{abs} - H_A.$$

Bu ýerde  $H_A$ -aerodromyň beýikligi, metrde.

Aerofotosurata almagyň elementlerini hasaplamakda we teswirlemekde olaryň bir-birini uzaboýuna gaplanmagy laýyk(standart) **60 %-e** deň diýip, emma keseligine gaplamagy, ýer üstüniň relýefine, surata almagyň beýikligine, masşta-byna baglylykda alynýar.

Aerosuratlaryň keseligine gaplanmagyny, eger-de aerofotosurata almagyň mas-ştaby **1:10000** masştabdan uly bolsa, onda şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$q\% = 40\% + 60 \cdot \frac{h}{H}.$$

**1:1000-1:25000** masştably surata almalar üçin şu aşakdaky formulany ulan-mak bolar:

$$q\% = 35\% + 65 \cdot \frac{h}{H}.$$

**1:25000** masştabdan kiçi bolan surata almalary üçin, şu aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$q\% = 30\% + 70 \cdot \frac{h}{H}.$$

Uzaboýuna gaplamak, eger-de **P %** berlen bolsa, aerosuratyň bazisi şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$b = \frac{l}{100} \cdot (100\% - P\%).$$

Bu ýerde  $l$  - aerosuratyň tarapyňyň uzynlygy, sm.

Surata almagyň howadaky bazisi(B), edil aerosuratyň bazisiniň surata almagynyň masştabynyň maýdalawjysyna köpeldilmegi ýaly hasaplanylýar:

$$B = b \cdot m_{sur}.$$

Masştabda aerofotosurata almagyň marşrutlarynyň arasyndaky aralygyny şu aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$d_y = \frac{l}{100} \cdot (100 - q\%).$$

Emma, marşrutlaryň arasyndaky aralygy  $D_y = d_y \cdot m_{sur}$  ýaly hasaplamak bolar.

Aerosuratlaryň marşrutdaky sanyny(L) şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$L = \frac{C}{B} + 3.$$

Bu ýerde  $C$  - marşrutyň, bölegiň ugry boýunça uzynlygy.

Marşrutyň uzynlygyny kilometrde,  $l$ -i bolsa santimetrde aňlatmak bilen aerosuratlaryň marşrutdaky sanyny( $L$ ) şu aşakdaky formula ulanylýar:

$$L = \frac{C \cdot 10^5}{l \cdot (100 - P\%) \cdot m_{sur}} + 3.$$

Üç sany aerosuraty marşrutyň araçäkden geçär ýaly goşýarlar, ýagny olaryň uzynlygy bir bazisden kiçi bolmaly däldir.

Marşrutlaryň sanyny( $K$ ),  $D$  inli bölek(uçastka) boýunça şu aşakdaky formu-lanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$K = \frac{D}{D_y} + 1.$$

Bir marşrutly, bölekleriň(uçastoryň) demirgazyk we günorta araçäklerini aerosuratlar bilen ýapmak maksadynda goşýarlar.

$D$ -ni kilometrde, emma  $l$  santimetre geçirmek bilen şu aşakdakyny alarys:

$$K = \frac{D \cdot 10^5}{l \cdot (100\% - q\%) \cdot m_{sur}} + 1$$

Surata almagyň bölekleri üçin aerosuratlaryň sanyny  $N = L \cdot K$  formula boýunça hasaplamak bolar. Onuň üçin aerosuratyň peýdaly meýdanyny tapmak gerekdir, ony edil fotografirlemegiň bazisini marşrutlaryň arasyndaky aralyga köpeltmek bilen hasaplamak bolar( $S = D_y \cdot B$ ). Emma, aerosuratlaryň sanyny  $S_{böl}$  bölek üçin şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$S = \frac{S_{bol}}{S}.$$

Bu ýagdaýda marşrutlaryň araçäklerini ýapýan aerosuratlaryň sany hasaba alynmaýar.

Surata alynýan bölegiň meýdany topografiki trapesiýanyň meýdany boýunça hasaplanylýar. Onu şu aşakdaky formula ýaly ýazmak bolar:

$$S_{böl} = P_{trap} \cdot n_{trap}.$$

Bu ýerde  $P_{trap}$ -surata alynýan trapesiýanyň meýdany;  $n_{trap}$ -surata alynýan trapesiýalaryň sany.

Aerofotosurata almagyň hasaplamalaryna aeroplýonkanyň pogonly metriniň sany hem degişlidir ( $l_{pm} = 0,19 \cdot N$ ). Bu ýerde **0,19**-kadryň ölçegi. Onuň hakyky ölçegi **18 santimetr** bolup, kadrlaryň arasyndaky aralyk(1 sm) bilen metrde aňladylmak arkaly alynýar. Aeroplýonkanyň her bir **4 metrinde** tehnologiýa galyndy göz önünde tutulandyr. Bir galtekdäki aeroplýonkanyň uzynlygyny bilip( $l_k$ ), gerek bolan galtekleriň sanyny bilmek bolar. Ony şu aşakdaky formula-nyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$n_k = \frac{l_{pm}}{l_k - 4}.$$

Bu ýerde  $l_k$  - metrde aňladylan. Adaty aeroplýonkalaryň 60 m. ýa-da 120 m. galtekleri ulanylýar.

Radiobeyiklik ölçeýjiniň görkezmesini hasaba almak üçin plýonkalaryň sanyny (M) almakda şu aşakdaky formulany ulanmak bolar (N - aerosuratlaryň sany):

$$l_{n. rb.} = 0,06 \cdot N.$$

Stataskopyň görkezmesini( $l_{n.st.}$ ) hasaba almakda plýonkanyň metrdäki uzynlygyny hasaplamak üçin, surata almagyň wagty ( $T_s$ ) sagatda we plýonkanyň çekiliş tizligini almaly bolýarys. Ol  $1,1$  metr/sek baha deň bolar.

$$l_{n.st.} = 1,1 \cdot T_s.$$

Radiobeyiklik fotohasaba alnyş galteginde plýonkalaryň artykmaç uzynlygy, radiobeyiklik ölçýjide-20 metr, stataskop üçin bolsa-22 mert baha deňdir.

Fotohimikatlaryň gerek mukdaryny hasaplamak üçin, fotoplýonkanyň  $1 \text{ m}^2$ -ni ýa-da  $2 \text{ m}^2$  fotokagyza, 1 litr ýüze çykaryjy(proýawitel) we 1 litr berkidiji (fiksaž) harçlanýar.

$18 \cdot 18 \text{ sm}^2$ -lyk fotosuratlaryň formatyny **ýüze çykarmak** üçin gerek bolan berkidijiniň litrdäki bahasyny( $Q_{yüz}$ ) şu aşkadaky formulalar boýunça hasapla-ýarys:

aeroplýonka üçin  $Q_{yüz.} = 0,19 \cdot l_k \cdot n_k$ .

kontaktly neşir üçin  $Q_{yüz.} = 0,02 \cdot N_{fk}$ .

Surata alynýan bölekdäki işiň wagtyny şu aşkadaky formula boýunça hasap-lamak bolar:

$$T_s = \frac{L_s}{W}.$$

Bu ýerde  $L_s = K \cdot (C + 3B)$  araçägini üpjün etmek bilen marşrutyň uzynlygy.

Uçuş we surata almagyň wagty tapawutlaýar. Uçuşyň wagtyna, surata almak wagtdan daşary, uçastokdan surata alynýan ýere çenli aralyk uçuşy, aerofoto-surata almak üçin sarp edilýän fotosurata almaly ölçegler, bölekden gaýdyp gelýän wagty, surata almagyň obýektini rekognessirovka etmegiň wagty we howany bahalamak wagty girýär.

Ortaça bir günň dowamynda surata almagyň dowamlylygy: **3 sagat-58°-lyk** demirgazyk giňlikden günortarakda tekiz sebitler üçin;

**3000 metre** çenli beýik daglyk sebiutler üçin-**2 sagat**; **3000 metrden** beýik daglyk sebitler üçin **1,5 sagat** bolmalydyr.

Surata almagyň interwalyna barmaly ýere uçandan soňra uçuşyň dowamynda kesgitleýärler. Takmynan interwaly(T) sekuntda şu aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$T = \frac{B}{W}.$$

Bu ýerde W-uçaryň ýoldaky tizligi, m/s; B-surata almagyň bezisi, m.

Eger-de, W-km/s aňladylýan bolsa, onda formula şu aşakdaky görnüşi alar:

$$T = 3,6 \cdot \frac{B}{W}.$$

Uçaryň tizligi saklamagyň(wyderžkanyň) maksimal goýberýän  $\tau$  ululygy, çy-zykly süýşmesiniň fotoplýonkada  $\Delta f$  **0,05 mm-den** geçmez ýaly alýarlar.

Çyzykly süýşmäniň ululygy şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\Delta f = \frac{f \cdot W \cdot \tau}{H}.$$

**0,05 mm-lik** maksimal saklanmada, ol şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\tau_{mak} = \frac{\Delta f \cdot H}{f \cdot W}.$$

Ýagny saklanyş(wyderžka) sanawjyda 1 drobly birlik bilen aňladylýar, onda maýdalawjyny tapmak aşakdaky ýaly geçirilýär:



$$\frac{1}{\tau_{\max}} = \frac{f \cdot W}{\Delta f \cdot H \cdot 3,6}.$$

Bu ýerde  $H$  mm-de, emma  $W$  km / sagatda alynýar.

## 2.2. Fototriangulýasiýa we fotopoligonometriýa

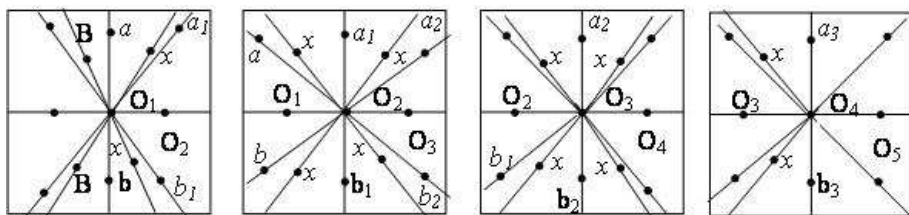
*Fototriangulýasiýa* diýende, ýerdäki kesgitlenen daýanç punktlary we onuň belgileri tapylan, planly koordinatlaryna esaslanyp, aerosuratlarda olary köpelt-meklige düşünilýär. Daýanç punktlary şular ýaly köpeldilmeginiň hil taýdan birnäçe usuly bar, olardan: elektronly hasaplaýyş maşynyny ulanyp ýerine ýeti-rilýän fazaly analitiki fototriangulýasiýa, ahli taraplaýyn(uniwersal) fotogram-metriki gurallaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýän fototriangulýasiýa, grafiki fo-totriangulýasiýa şularyň jümlelerindendir.

*Grafiki fototriangulýasiýa* aerosuratlarda grafiki usulda, burçlary ýazamakdan durýar. Burçuň depesi hökmünde, aerosuratyň esasy **merkezi** we **nadir** nokady alynýar. Emma, köplenç esasy we merkeze ýakyn nokatlardan peýdalanylýar. Merkezi nokatda  $f_k/60$ -dan uly bolmadyk radiusly tegelegiň içinde ýerleşen bolup, aerosuratda onuň ýagdaýyny takyk belgilemek mümkin. Meselem, aerofoto-apparatyň fokus aralygy  $190\text{ mm}$  bolan aerosuratda, merkezi nokatda ýerleşen tegelegiň radiusynyň uzynlygy takmynan  $3,2\text{ mm}$  barabar bolar.

Aerosuratda daýanç punktlary köpeltmekde şu aşakdaky işler geçirilýär:

- a) aerosuratlarda punktlaryň ýagdaýynyň tapylyşy we belgilenişi;
- b) merkezi ýörelgeleriň anyrsy-bärisi görüňän kagyzynda(woskosyndan) düzülüsi;
- ç) fototriangulýasiýa torunyň geçirlişi;
- d) torda bir görnüşli masştaba geçirlişi we derňelşi hökmanydyr.

**Aerosuratlarda daýanç** punktlaryny belgilemekde, orny ýerde aňsatlyk bilen tapylýan nokatlary(aýry baglary, ekerançylyk we şular ýaly sudurlaryň burçlary, ýaplaryň, haýatlaryň ýollaryň kesişen nokatlary we ş.m.) almak bolar. Aerosuratlarda birnäçe daýanç punktlary we belgileri, merkezi nokada her bir surat boýunça, **transformirlenýän** we **baglaýjy** nokatlaryň belgilenip goýulma-gy hökmanydyr. Merkezi nokady belgilemek üçin, anyrsy görünýän kagyзда, astrolan ýa-da başga materiallardan ýasalan paletka, aerosuratyň üstüne ýapylýar we paletkada aerosuratyň koordinata belgileri goýulýar, soňra bu belgiler çyzyklar bilen birleşdirip, esasy nokat tapylýar. Soňra merkezi, esasy nokatlarda bolan  $f_k/60$  radiusly tegelek çyzylýar. Tegelegiň içinde ýerleşen sudurly nokat suratyň merkezi bolýar. Aerosurata tuş bilen kiçi inedördül çyzyp, merkezi nokady belgileýäris. **Ýanma-ýan** ýerleşen aerosuratlarda hem merkezi nokatlar belgilenilýär. Aerosuratlar bir-birine boýuna 55 %-den köpräk gaplap dursa, merkezi nokat üç sany aerosuratda belgilenen bolýar. Her bir aerosuratda, merkezi nokatlary birleşdiriji çyzykda (2.1-nji surat)  $O_1O_2, O_2O_3, O_3O_4$  başlan-gyç ýörelge çyzyklary diýip atlandyrylýar.

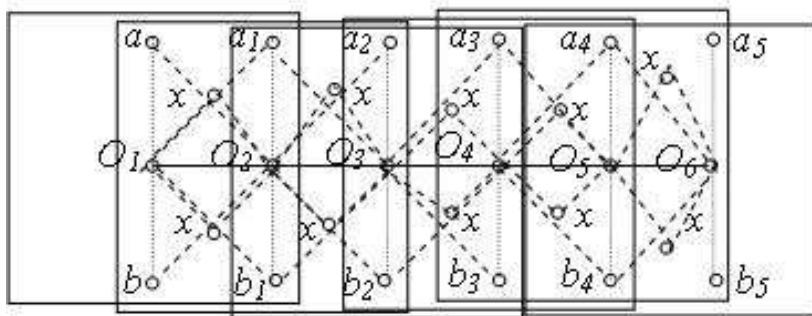


2.1-nji surat.

Baglaýjy nokatlar  $a$  we  $b$  suratyň gyrasyndan 1 santimetr içersinde, mümkinçilik bolsa, merkezi nokatdan uzagrakda alynýar. Baglaýjy nokatlar her bir marşrutda zygiderlikde belgilenilýär, negatiwli aerosuratlarda bolsa tegelege çyzyp belgilenip goýulýar.

**Transformasiýalamak** - bu ýeriň çägin, aerosuratda bir görnüşli masştaba getirmek we fotoplany düzmek üçin gerek, ol

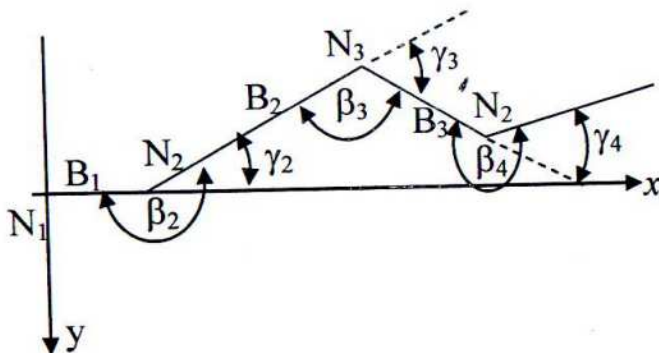
aerosuratyň bir-birini boýuna we keseligine gaplanýan ýerlerinde geçirilýär.



2.2-nji surat.

Ýeriň üstünde ýagdaýy kesgitlenýän punktlar we bellikler aerosuratlarda tuş bilen üçburçluk görnüşinde çyzylýar. Olar fototriangulýasiýa toruny oriýentir-lemek we bir görnüşli masştaba getirmek üçin gerek bolýarlar. Soňra, ýörelgäniň woskowkasy taýýarlanylýar. Munuň üçin her bir aeronegatywiň aşagyna woskowka goýulup, birnäçe nokatlar oňa iňne bilen deşilip düşürilýär we ady ýa-da tertibi ýazylýar. Merkezi nokatdan birnäçe nokatlara inçejik çyzyklar geçirilýär. Fototriangulýasiýa torunyň emele gelmegi üçin montaj edilyän stoluň aýnasy-nyň üstüne birinji woskowka, onuň üstüne bolsa başlangyç çyzyk we ýörelgeler ( $O_1O_2$ , we  $O_2O_3$ ) bir-birine dogry gelýän edip, ikinji woskowka goýulýar. Bu woskowkadaky  $O_1$  we  $O_2$  nokatlaryň aralygy birinji bazis bazis, aerosuratyň orta masştabyndan 1-2 sm uzynrak edilip alynýar. Bu iki woskowkany üstme-üst edip, olardaky çyzyklaryň kesişen nokatlary  $a_1-i$  we  $b_1-i$  tapýars. Üçünji woskowka başlangyç çyzygyny,  $O_2O_3$  çyzygyň üstüne dogry gelýän edip goýýars.  $O_3a_1$  çyzyklar oň belgilenen  $a_1$  we  $b_1$  nokatlaryň üstünden geçmegi gerekdir. Eger-de iş dogry ýerine ýetirilen bolsa, ýagny üçburçluk ýalňyşlygy ýolberilýän derejeden geçmese, üçünji woskowkany başlangyç çyzygyň boýuna özgerdip, üçburçlugyň ýalňyşlygyna laýyk gelýänça, baglaýjy nokatlara deň düzedişler girizilýär. Soňraky woskowkalar hem şu

görnüşde ýerleşdirilip, baglaýjy nokatlaryň ýagdaýy kesgitlenilýär. Birnäçe woskowkalar üstme-üst goýulyp, bazisleri  $O_1, O_2, O_3, O_4$  we başgalara deňleşdirilýän, dogry kesişdiriş usulynda transformasiýalanýan nokatlaryň( $x$ ) ýagdaýy kesgitlenilýär (2.2-nji surat).



2.3-nji surat. Torlary emele getirmegiň usuly.

Soňra, toruň nokatlaryny umumy woskowka göçürýärler. Netijede, bir **mas-ştaba getirilmedik** we **oriýentirlenmedik** fototriangulýasiýa tory emele gelýär. Tory bir masştaba getirmek we oriýentirmek, ýagny reduksiýalamak üçin toruň 2-3 sany belgileriniň bolmagy hökmanydyr. Fototriangulýasiýa toruny reduksiýalamakda **fotoreduktor** diýip atlandyrylýan **optiki-mehaniki** guraldan peýdalanylýar. Soňky wagtlarda, şu maksadynda **N. A. Popowyň** ýa-da **F. B. Drobysýewiň** fotoreduktorlary işledilýär.

Grafiki fototriangulýasiýa usuly tekiz we peslik-beýiklikli ýerlerde torlary emele getirmekde ulanylýar. Bu usulda emele gelen tor boýunça, aralygy ölçemegiň takyklygy **1:400-1:600-e** çenli cäkde bolýar.

Fotopoligonometriýa usulynda tory emele getirmekde, aerosuratlar poligono-metriýa ýoly bilen geçirilýär (2.3-nji surat). Bu usulda her bir aerosurat nadir nokadynyň proyeksiýaly ýa-da esasy nokady - fotopoligonometriýa ýörelgäniň depeleri, surata almagyň

bazisleriniň gorizontal proyeksiýalary bolsa, poligonyň taraplary bolup hasaplanylýar. Birinji aerosuratyň nadir nokady( $N_A$ ) koordinatlaryň başlangyjy, birinji surata almagyň **bazisi** ( $B_1$ ) ýörelgesi **absissa**(X) oky, bu onuň sag tarapyna perpendikulýar ugrugan çyzyk, **ordinata**(Y) oky bolup hyzmat edýär.

Fotopoligonometriýa ýörelgesini geçirmekden öň surata almagyň bazisleriniň uzynlyklary( $B_1, B_2, B_3, \dots$ ) we olaryň arasyndaky burçlar( $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots$ ) stereokomperatoryň kömeginde ölçenilýär. Ölçenen bazisleriň bahalary bir görnüşli masştaba getirilýär. Surata almagyň beýikligi radiobeýiklik ölçejýiniň kömeginde ölçenen bolýar.

Stereokomperatoryň kömeginde iki gezek ölçenen bazislere( $B_r$  we  $B_y$ ) düze-dişler girizilýär. Düzedişler aşakdaky formulalar boýunça hasapalanyp çykarylýar.

$$\delta \cdot B_r = \frac{B_r^2 \cdot \tau_r}{f_k \cdot \rho}; \quad \delta \cdot B_y = -\frac{B_y^2 \cdot \tau_y}{f_k \cdot \rho}.$$

Surata almagyň bazisi şu aşakdaky formulalaryň kömeginde hasaplanylýar:

$$B_i' = \frac{H_{yi}}{f_k \cdot H_{\zeta}} \cdot (B_{yi} + \delta \cdot B_{yi}); \quad B_i'' = \frac{H_{yi}}{f_k \cdot H_s} \cdot (B_{yi} + \delta \cdot B_{yi}).$$

Bu ýerde  $H_s$ -sag suratlaryň surata alnyş beýikligi, metrde;  $H_{\zeta}$ -çep suratyň su-rata alnyş beýikligi, metrde;  $f_k$ -aerofotoapparatyň fokus aralygy, mm-de;  $B_{yi}$ -ne-gatiwleriň(diapozitiwleriň) sistematiki deformesiýasyny deňleýän koeffisiýenti.

Surata almagyň bazisiniň ýakyn, takmynan netijesi hökmünde, iki gezek kesgitlenen bahalaryň orta arifmetiki bahasy alynýar. Ol şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$B_i = \frac{1}{2} \cdot (B_i' + B_i'').$$

Haçan-da  $\gamma$ -burç poligonyň taraplarynyň başlangyç ýörelgesine baglylykda, sag ýa-da çep tarapa öwürülen bolsa, onda, ol **ýönekeý** diýip kabul edilýär. Surata almagyň bazisleriniň direksion burçlarynyň bahasy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$\alpha_i = \alpha_0 + \sum \gamma.$$

Bu ýerde  $\alpha_0$ -başlangyç bazisiň direksion burçy, gradusda.

Koordinatlar artmalaryny we poligonyň depeleriniň koordinatlary şu aşakda-ky formulalaryň kömeginde hasaplanylýar:

$$\begin{aligned} \Delta x_i &= B_i \cdot \cos \alpha_i; \Delta y_i = B_i \cdot \sin \alpha_i; \\ X_i &= X_{i+1} + \Delta x_i; Y_i = Y_{i+1} + \Delta y_i. \end{aligned}$$

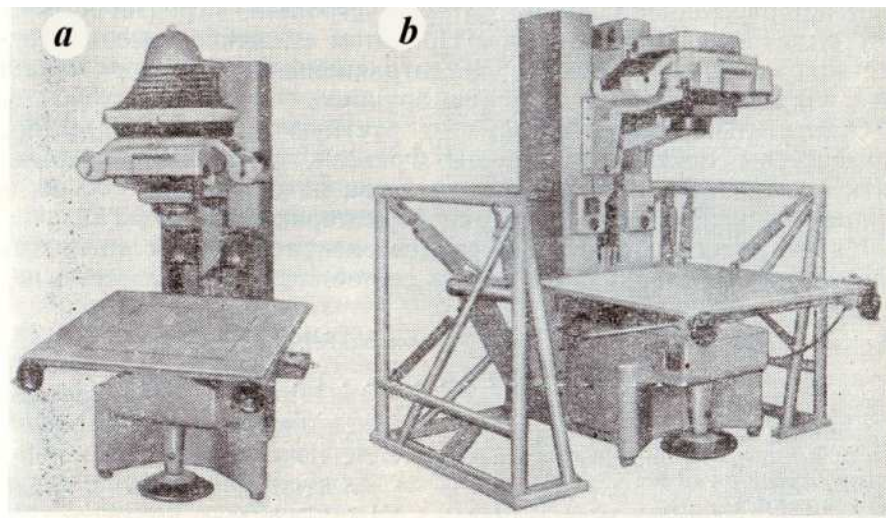
Fotopoligonometriýa ýörelgesi, burçuň depeleriniň hasaplanyp tapylan gönü-burçly kooordinatlary boýunça berlen masştabda planşete düşürilýär.

Aerosuratlar boýunça toruň punktlaryny köpeltmek üçin ugurlaryň woskowkasy fototriangulýasiýadaky ýaly düzülýär. Bu ýagdaýda aerosuratlar-daky başlangyç ýörelgelerinden peýdalanylýar. Ýörelgeleriň woskowkasy planşetiň üstüne goýulyp, başlangyç ýörelgeler boýunça oriýentirlenilýär we şonuň bilen bir wagtda woskowka bilen planşetdäki fotopoligonometriki burçuň depeleriniň degişli punktlary, bir-birine dogurlanylýar. Planşetde ýagdaýy kesgitlenmegi gerek bolan nokatlar, degişli merkezi çyzyklary kesişdirip tapylýar. Bu nokatlar iňne bilen deşilip planşete geçirilýär. Poligonometriýa usuly çylşyrymly relýefli ýerleriň aerosuratlarynda, daýanç punktlary emele getirmekde ulanylýar.

### **2.3. Fotoshema, fotoplan we aerosuratlary transformirmek**

Ýeriň üstüni surata almakda uçaryň beýikliginiň özgerdip, aerofotoapparatyň optiki oky wertikal ýagdaýdan gysarmagy we ýer üstüniň relýefiniň täsir etmegi netijesinde, aerosuratyň islendik nokadynda, masştab birmeňzeş bolmaýar. Şonuň üçin aerosuratlar

bir-birine üstme-üst goýup görlende, sudurlar bir-birine dogry gelmeýär. Muňa seretmezden, ýeriň çäginä ýüzleý derejede öwrenmek zerur bolanda, aerosuratlary bir-birine sepläplenilip(montaž), **fotoshema** taýýarlanylýar.



2.4-nji surat. Fototransformatorlar dürli görnüşleri.

Ýer üstüniň takyk sudurly planyny düzmekde aerosuratlary bir görnüşli masştaba getiril-megine **transformirmek** diýilýär. Emma relýefiň täsiri netijesinde emele gelen ýalňyşlygy transformasiýalamak ýoly bilen bitinleý ýok edip bolmaýar, bu ýagdaýda ýalňyşlyk bir azrak kemelýär.

Aerosuratlar **grafiki, fotomehaniki, optiki-grafiki** we **grafiki-mehaniki** usullarynda transformirlenmegi mümkindir. Köplenç fotomehaniki usul ulanyl-ýar. Bu usula **optiki-mehaniki** usul diýilip hem aýdylýar.

Aerosuratlary transformasiýalamak üçin her bir aerosuratda ýagdaýy tapylan *dört sany daýanç nokadynyň* bolmagy gerekdir. Aerosuratdaky daýanç nokatla-rynyň koordinatlary, ýerde geodeziki ölçeg işlerini ýerine ýetirmegiň netijesinde ýa-da fotogrammetriki usulda kärhanada kesgitlenýär.

Fotomehaniki usulda aerosuratlary transformasiýalaşdyrmakda *fototransformator* diýip atlandyrylýan gural ulanylýar. Fototransformator(7.14-njy surat) ekrandan(1), ýagtylandyryjy gurluşdan(4), obýektiwden(2), aeronegatiw ornaşdyrlan galtekden(kassetadan) we dolandyryş panaleinden ybaratdyr.

Aerosuratlary fototransformator bilen bir masştaba getirmek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär(gural elektrikleşdirilen görnüşde ulanylýar):

1) Aeronegatiwiň galtege ýerleşdirilip, onuň emulsiýaly tarapy aşak seret-dirilýär, esasy nokat geltegiň merkezine dogurlanylýar;

2) Galtek fototransformatorda ýerleşdirilende, desentrasiýa şkalasyndaky ha-sap nula dogry bolýança aýlandyrylýar. Soňra obýektiwiň diafragmasy açylýar;

3) Ekran yapgytlyk burçunyň hasaply bölegi boýunça, gorizontaly ýagdaýa getirilýär we oňa önünden taýýarlanylyp goýulan planşet, ekrana jebis degip durar ýaly ornaşdyrylýar;

4) Planşeti ekranyň üstünde hereketlendirip, çep şturwalyny aýlandyryp masştaby özgerdýäris. Soňra aeronegatiwiň merkezi we daýanç nokatlaryndan biriniň teswiri planşetdäki şu nokatlaryň üstüne dogry getirilýär;

5) Üç sany daýanç nokadyň teswirini, olaryň planşetdäki ýagdaýyna dogur-lamak ýoly bilen aeronegatiw bir masştaba getirilýär. Soňra planşet ekrandan alynýar, ornuna fotokagyz goýulýar, oňa aeronegatiwiň teswiri düşürilip, transformasiýalaşdyrylyp aerosurat emele gelýär.

Relýefi teswirlemekde emele gelýän ýalňyşlyk, belgilenen çäkden uly bolsa, aerosurat zonalar usulynda transformasiýalanýar. Bu usulda aerosuratyň bir ýagdaýda teswirlenen nokatlarynyň ýerleşen bölegi zonalara bölünip, her bir zona aýratynlykda transformasiýalanýar. Onuň üçin aerosuratda her bir zonanyň çäginä görkeziji gorizontallar çyzylan bolýar. Zonalaryň sany(n) aşakdaky for-mulanyň kömeginde kesgitlenilýär:

$$n = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{2 \cdot h}.$$



Bu ýerde  $H_{\max}$  we  $H_{\min}$ -aerosuratdaky iň uly we iň kiçi beýiklikli nokatlar, metrde;  $h$ -zonanyň beýgelmesi, metrde.

Zonanyň beýgelmesi şu aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanylýar:

$$2 \cdot h = \frac{2 \cdot \Delta h \cdot M \cdot f_k}{R}.$$

Bu ýerde  $\Delta h$ -relýefiň täsirinde kartada nokadyň ýagdaýynyň özgerişiniň çägi (0,5 millimetre deň);  $M$ -aerosuratyň transformasiýalamagyň maýdalawjysy;  $R$ -aerosuratyň peýdalanylýan böleginiň radiusy.

**1-nji mysal.** Eger-de  $H_{\max}=558,01 \text{ m}$ ;  $H_{\min}=441,00 \text{ m}$ ;  $M=10000$  we  $f_k=200 \text{ mm}$  diýeliň, onda zonanyň beýgelmesi şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$2 \cdot h = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10000 \cdot 200}{50} = 40000 \text{ mm} = 40,0 \text{ m}.$$

Şu ýagdaýda zonanyň sany şu aşakdaky baha deň bolar:

$$n = \frac{558,01 - 441,00}{40} = 3.$$

440-480 m beýikligi gorizontallar **1-nji zonada** 480-520 m beýiklikli, **2-nji zonada** 520-560 m beýiklikli gorizontallar, **3-nji zonada** ýerleşýär. 1-nji zona üçin transformasiýalanýan tekizligiň ortaça beýikligi şu aşakdaky ýaly hasap-lanylýar:

$$H_1 = \frac{558 + 480}{2} = 519 \text{ m}.$$

2-nji zona üçin  $H_2=500 \text{ m}$ , 3-nji zona üçin bolsa  $H_3=540 \text{ m}$  bolýar.

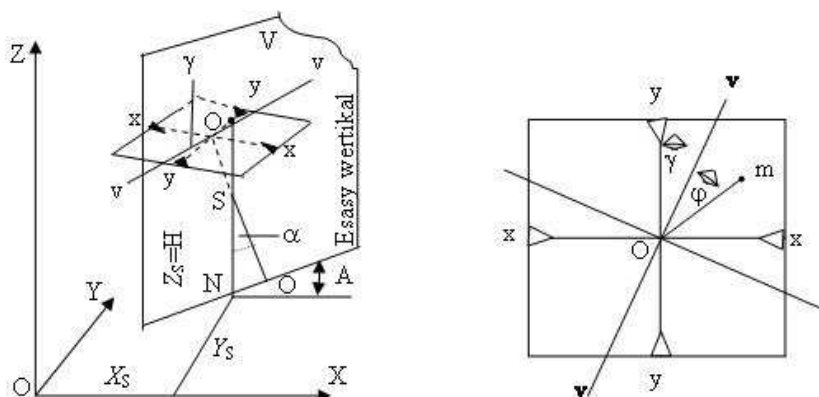
**Fotoplany almak** üçin bir görnüşli masştaba getirilen aerosuratlar üstme-üst goýulyp seplenmegi(montaž) gerekdir. Bu maksatda ak kagyz ýelmenen alýu-miniý materiala ýa-da foner tagtasyna trapesiýanyň çarçuwasy we koordinata tory çyzylýar. Çarçuwanyň burçlary we daýanç nokatlary, ölçenen koordinatlary boýunça kagyzga geçirilýär. Transformasiýalanan aerosuratlarda daýanç punkt-laryň ýagdaýy tegelek şekline meňzeş alynýar. Aerosuratlary marşrut boýunça seplemekde, suratdaky we planşetdäki daýanç punktlary bir-birine dogrula-makdaky ýalňyşlyk **0,5 mm-den** geçmeli däl. Iki aerosuratdaky standart meňzeş sudurlaryň bir-birine gabat gelenligini kesgitlep, aerosuratlary üstme-üst gaplanan çyzygyndan skalpel(ýörite pyçak) bilen kesilip, olaryň merkezi bölegi planşete ýelmeşdirilýär. Beýleki aerosuratlar hem şular ýaly görnüşde planşete ýelmeşdirilip, fotoplan alynýar. Fotoplanda daýanç punktlarynyň we birmeňzeş sudurlaryň bir-birine dogry gelýänligi barlanyp görülýär.

## 2.4. Aerosuratyň oriýentirleniş elementleri

Aerosuratyň ýere baglylykda tutýan ornuny görkezýän ululyklar esasy bir meseläni çözmekde gerek bolýar. Bu ululyklara **oriýentirleniş elementler** diýilýär (2.5-nji surat). Aerosuratyň içki we daşaky oriýentirleniş elementleri bardyr. Içki oriýentirleniş elementleri aerosuratyň tekizliginiň, proyeksiýanyň merkezine baglylykda tutýan ornuny görkezýän ululyklardyr, ýagny aerosuratyň esasy nokady we aerofotoapparatyň faksus(OS) aralygy aerofotoapparatyň pasportynda berlen bolýar. Häzirki wagtda aerofotoapparatyň fokus aralygy, ýer üstüni surata almak wagtynda, her bir surata awtomatiki ýagdaýynda ýazylýar.

Aerosuratyň esasy nokadyny kesgitlemek üçin surata düşen koordinata torunyň belgilerini(xx we yy oklarynyň ýerleşmegi), göni çyzyklar bilen birleş-dirmek gerekdir. Şu çyzyklaryň kesişen nokady esasy nokat bolýar. Bu nokada koordinatlaryň esasy nokady diýip, **XX we YY** çyzyklary bolsa **koordinata oklary** diýip kabul edip, aerosuratdaky her bir nokadyň rekiz **gönüburçly koordinatlaryny** kesgitlemek bolar.

Daşky oriýentirleniş elementleri  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ -aerofotoapparatyň obýektiwiniň surata almak wagtyndaky koordinatlary ( $Z$ -surata almagyň beýikligi, ol  $H$ -a deň-dir);  $\alpha$ -surata almagyň wagtynda aerofotoapparatyň optiki okunyň wertikaldan gyşarma burçy;  $\gamma$ -aerosuratyň esasy nokadynyň( $O$ ) töwereginde aýlanyş burçy;  $A$ -absissa oky( $X$ ) bilen esasy şöhle( $ON$ ) ýönelişiň proyeksiýasynyň esasy burçy.



2.5-nji surat.

Daşky oriýentirleniş elementleri ýeriniň üstüni surata almakda ýa-da ýerdäki geodeziki daýanç torunyň punktlaryndan peýdalanyp, fotogrammetriki ölçeg işlerini ýerine ýetirmek wagtynda kesgitlenilýär.

### III. AEROFOTOSURATLARY DEŞİFRIRLEMEK

#### 3.1. Deşifrirmegiň esasy teoriýasy

Fotosuratlary deşifrirmek - bu onda şekillendirilýän belli häsiýetdäki obýektleri ýüze çykarmak, tanamak we häsiýetlerini kesgitlemek hadysasydyr.

Suratlary(aerofotosuratlary, fotosuratlary, şekilleri) deşifrirmek kartany döretmekde iň bir çylşyrymly hadysalaryň biri bolmak bilen, onuň tehniki taýdan dogry geçirilmegi köp derejede düzülyän kartalaryň hilini kesgitleýär.

Deşifrirmek hadysasy birnäçe tapgyra bölünmek bilen geçirilýär. Olardan: meýdan barlaglaryna taýýarlyk, meýdan barlaglary, deşifrirmek, suratlarda çyzmaklyk, öz-özünüň korrrektirmek, gaýtadan barlamak we taýýar önümi tabşyrmak ýaly işlerden durýar.

Topografiki kartalary düzmekde aerofotosuratda ýer üstüniň obýektleri kesgitlenilip, olary degişli şertli belgileri bilen belgilemek prosesine **topografiki deşifrirmegi** diýilýar.

Ýeriň üstündäki obýektleriň *gizleýjilik*(bukygylyk) *häsiýetleri diýip* şu obýektleri aerofotosuratlarda tanamak üçin aýratyn häsiýetlerine aýdylýar. Gizleýjilik häsiýeti göni we gytaklaýyn ýalylara bölünýär.

Göni bukygylyk häsiýetlere degişli bolup: *obýektleriň görnüşi, ölçegleri*, olaryň *suratlandyrylmagyndaky reňki*(öwüşgünü) degişlidir.

Gytaklaýyn häsiýetlere: *obýektlerden serpiýän kölegeler, obýektleriň özara ýerleşmegi, obýektlere barylýan yzlar* degişli bolup durýar.

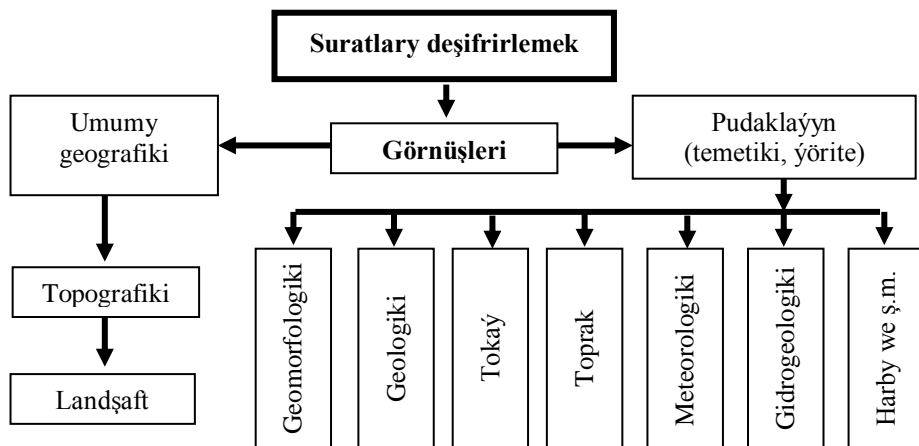
Obýektleriň fotoşekillerde **deşifrirleýji häsiýetleri** bolup aerofotosuratlarda olaryň suratlandyryşynda bukygylyk häsiýetine aýdylýar.

Aerofotosuratlarda deşifrirmegiň mysalyna baglylykda *topografiki, harby, geografiki, geologiki, toprak* we ş. m. ýaly görnüşli bolýar.

Topografiki deşifrirmegi ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak maksa-dynda geçirilýär. Harby deşifrirmegi duşmanyň

we harby maglumatlary almak üçin, söweş hereketi wagtynda ýa-da oňa taýýarlanmak ýagdaýynda ýeriň üstüni öwrenmek maksadynda geçirilýär. Aerofotosuratlaryň kömeginde nyşanlaryň ýerleşen ýerleri, aýratyn hem ýadroly söweş serişdeleriniň hem-de garşydaşyň işleriniň häsiýetlerini görmek bolar.

Topografiki we harby deşifrilemegi bir-biri bilen arabaglanyşyklydyr, ýagny goşunyň söweş tertipleri, adatça ýeriň üstüniň häsiýetlerini hasaba almak arkaly ýerleşýärler. Gerek bolan ýagdaýynda, aerosuratlar boýunça obýektleriň koordinatlaryny hem kesgitleýärler.



3.1-nji surat. Suratlary deşifrilemegiň görnüşleri

Deşifrilemek geçirilýän ýeriň häsiýetine baglylykda **otagly** we **meýdanly** ýalylara bölünýär.

Otagly deşifrilemegi aerofotosuratlardan obýektleri meýdana çyk-mazdan tanaýarlar. Onuň üçin deşifrilemegiň *albom etalonyny* ulanýarlar, ol bolsa ýeriň üstüniň otagly topografiki deşifrilemegini ýeňilleşdirýär. Ondan daşary topografiki kartalary döredenden soňra ýeriň üstüniň üýtgemegi ýeňil okalýar(4-nji surat).

Aerofotosuratlary meýdanly deşifrilemekde, serkerdeler göniden-göni ýeriň üstünde bolmak bilen, obýektleriň fotoşekilini, olar deňeşdirilýär we aerofotosuratlarda tanalan obýektleri deňişli şertli belgileri bilen belgilenýär.

Otagly we meýdanly deşifirlemekde aerofotosuratlarda ulaldyş we ölçeýji lupalardan peýdalanylýar, ýagny meýdanly ýa-da *linzaly-aýna-ly*(serpikdiriji) *steroskopdan* peýdalanmak has-da amatlydyr. Stereoskoplar jübüt aerofotosuratlary *steroskopiki(göwrümlü)* *seretmegi* üpjün edýär. Bu bolsa aerofotosuratlaryň uzaboýuna gaplanmagy bilen seredilip alynýar. Jübüt aerofotosuratlara stereoskopiki seretmekde ýeketäk aerofotosuratlaryň wizual deşifirlemegi bilen deňeşdirende iň doly we takyk maglumatlar alynýar.

Deşifirlemegiň dolulygy we anyklygy fotoşekilleriň masştabyna we hiline baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, şonçada şekiller takyk ýerleşýärler, ýeriň üstüniň topografiki elenementlerini we garşydaşyň obýektlerini doly we takyk aerofotosuratlarda ýüze çykarmak bolar(3.1-nji surat).

Tejribelerden belli bolşy ýaly aerofotosuratlardaky obýektleriň ölçegleri 0.3-0.4 mm bahalardan kiçi bolmasa tapawutlandyrmak mümkindir. Haýsy hem bolsa foroşekildäki 0.3 mm-den kiçi bolmadyk çyzykly obýekti tapmak bolar. Şulardan hem surata almagyň masştabyny saýlamakda peýdalanylýar.

Mysal hökmünde ýeriň üstündäki çyzykly obýektiň uzynlygynyň 3 m we ondan uly bolan ýagdaýynda aerofotosuratlaryň masştabynyň näçe bolmalydygyny hasaplalyň.

Kartany okap bilmeklik üçin ukybyň we tejribäniň gerek bolşy ýaly, aerosuratlary okamakda hem şular ýaly ukybyň we tejribäniň bolmagy hökma-nydyr. Topografiki karta bilen aerosuraty bir-birine goýanda göze üýtgeşik görünýär. Kartada ýerdäki esasy sudurlar görkezilýär, aerosuratda bolsa ýerdäki sudurlaryň ählisi düşen bolýar. Topografiki karta düzülende, ýerdäki bihasap sudurlaryň iň möhümelerini tanap, umumylaşdyryp görkezýärler. Aerosuratdan peýdalanyp gören ynsan, onda teswirlenen köpden-köp sudurlaryň arasyndan özüne gregini tanap almagy we umulaşdyrmagy gerekdir. Aerosuratda ýeriň üstüniň doly teswirleşişi, bir tarapdan ony okamagy kynlaşdyrýar, ikinji bir tarapdan bolsa, ondan dürli ylymda we halk hojalyk işlerinde giňden peýdalan-maga mümkinçilik döredýär.

Kartada ýer üstüniň sudurlary dürli görnüşindäki şertli belgiler bilen teswirlenilmegi, ony okamak aňsatdyr. Aerosuratda bolsa, bir sudur birnäçe gönüşinde teswirlenilýär, bu ýagdaý aerosuraty okamagy biraz kynlaşdyrýar. Topografiki karta ýol we kilometr görkezijileri, howly, köpri we şular ýaly elementler masştabdan daşary şertli belgileri bilen görkezilýär. Olardan daşary aerosuratlaryndan ýer üstüniň sudurlarynyň gürlügin, nokadyň absolýut beýikligi we ş.m. dogrusyndaky maglumatlary almak bolýar.

Sudurlaryň uçardan aerosurata alnyş sypaty, aerosuraty okamakda möhüm ähmiýete eýedir. Ol aerofotoapparatlaryň häsiýetlerine, aerofotoma-teriallara, aeroplýonka we aerofotokagzy, surata alnyşyň şertine(aerosuratyň ýylyň haýsy paslynda, günüň haýsy wagtynda, nähili howa şertlerinde alnandygyna) foto-tejribehanada aerosuratlaryň gaýtadan işleniş sypatyna we ş.m. baglydyr.

Hususy şertli belgileriň tablisasy, topografiki kartany okamagy ýeňilleşdirýär, ýaramaz aerosuratlar üçin tablisalar düzülmeyär.

Aerosuratyň üstünde işläp, ony ýeriň üsti bilen deňeşdirip gören adam tejribeli işläp, ony okap biler.

Goýlan maksada seredip, deşifrowka topografiki we hususy ýalylara bölünýär. Topografiki kartalary düzmeklik üçin aerosuratda ýer üstüniň sudurlaryny kesgitlep, dürli şertli belgiler bilen görkezilip goýulsa, onda **topografiki deşifirlemegi** bolýar. Aerosuraty ýeriň geologiki, geomorfologiki, geografiki, geobotaniki, harby we ş.m. kartalary düzmeklik maksadynda geçirilýän deşifirlenmegine - **hususy** diýilýär. Bu ýagdaýda hem ýeriň üstüniň topografiki elementlerini kesgitlemek maksada laýyk gelýär, çünki ýerdäki dürli obýektler we hadysalar topografiki elementleriň kömeginde dogry düşürilýär we tapylýar.

Aerosuratlary deşifrirowka etmek işi, ýerde ýa-da otagly(kameral şertlerinde) ýerine ýetirilýär. Otagda deşifrirowka edilýän wagtynda aerosuratdaky teswirler ýerdäki sudurlara deňeşdirilip, şertli belgiler bilen görkezilýär. Aerosuraty otag şertinde deşifrirowka etmek üçin ýerde tanalan in äýdýn elementler,

aerosuratlarda tanalyp alynýar, olardan **albomlar** düzülýär. Albomda her bir aerosurat iki nusgada berilýär, olaryň biri deşifrirowka edilen, beýlekisi bolsa hakyky alnan fotografiki teswirden ybarat bolýar. Aerosuratlary otagly şertlerinde deşifirlemekde şu albomlardan peýdalanylýar.

Aerosuratlary deşifirlemekde, olardaky sudurlaryň görnüşinden, şekiliň ölçeginiň, onuň ugrunyň we kölegesiniň teswirlenişinden we beýleki şertlerden peýdalanylýar. Aerosuratda obýektleriň kölegesine seredip onuň uly-kiçiligini bilmek bolar. Şular ýaly fotografiki teswiriň görnüşü hem aerosuratdaky sudurlaryň kölegesini bilmäge kömek berýär. Ýerdäki sudurlar özüne düşen ýörelgeli syzgyr gatlagy, bir tekizlikde seredilmeýär. Meselem, sudur, ýörelge şöhlesini näçe köp geçirse ýa-da suduryň yzy tekiz bolsa, ol aerosuratda şonça açyk görnüşinde teswirlenilýär. Aşakdaky esasy sudurlaryň aerosuratdaky hususyýetlerine seredip geçeliň:

1. Ilatly ýaşaýyş punktlar, beýleki sudurlardan jaýlarynyň, binalarynyň köp-lügi bilen tapawutlanýar. Jaýlar, binalar aerosuratda dürli ululykdaky dörtburçluklaryň görnüşinde düşýär. Şäherleriň we şäherçeleriň uly masştably topografiki kartalaryny we planlaryny düzmekde, **fotoplan** ýerde deşifrirowka edilýär. **1:5000** masştably plany almak maksadynda duran ýerler, jemgyýetçilik binalarynyň ählisi, olaryň näçe kuwwatlylygy hem-de nähili materiallardan gurlanlygy görkezilýär. **1:2000** masştably plany almakda, şu ýokarda agzalanlardan daşary, her bir jaýyň adam ýaşaýan we ýaşamaýan bölegi görkezilýär. Şahsy mellek ýerleriniň araçäkleri, içindäki baglar we ş.m. teswirlenilýär. Deşifir-lemek wagtynda jaýlaryň, binalaryň ölçegleri kesgitlenilip, hususy žurnalda ha-saba alynýar. Şäher we şäherçeleriň potoplanyny deşifirlemekde sudurlaryň tes-wirindäki ýalňyşlyk **0,3 mm-den** uly bolmazlygy hökmanydyr. Deşifirlemegiň netijesi ýerde barlanyp görülýär;

2. Aerosuratlarda ýollary bir-birinden tapawutlandyrmak aňsatdyr. Demir ýollar aerosuratda uly radiusly küljümek reňk çyzyklar görnüşinde düşýär. Ýaz pasly alnan aerosuratlarda şösseleriň teswiri gyalary gara çyzyk geçen zolaklara meňzeýär. Şosseniň gyrasyndaky ýaplary has aýdyň we oňat bildirýär. Ýollaryň



beýleki görnüşler, giňişlikde egrem-bugram ak zolaklaryň görnüşinde teswir-lenilýär;

3. Ekerançylyk ýerleri, dogry geometriki şekilliligi bilen beýleki sudurlardan tapawutlanýar. Adatça şüdgär ýerler, aerosuratda ak reňkde, çemenzarlyk bolsa, açyk kül reňkde düşýär. Çöl sebitleriniň aerosuratlaryny deşifrirmekde guýularyň barlygy, ýoluň derýa ýa-da ýap bilen kesişen ýerlerinde köprüleriň barlygyny bilmek bolar;

Aerosurata düşen ösümlük örtüginde deşifrilemegiň netijesinde, ýer üstüniň topragyny we relýefini bilmek bolar. Aerosuratda batgalyklary çemenzarlykdan tapawutlandyrmak üçin, ýer üstüniň relýefini we gidrografýasyny göz önünde tutmak ýeterlidir.

Aerosuratlary otag şertlerinde deşifrirowka etmekde, ýönekeý lupa, monokulýarly lupalar, dürli görnüşindäki stereoskoplar, stereogözäýnekleri, topografiki sereometri we başga fotogrammetriki gurallaryndan peýdalanmak bolar. Lupalaryň adaty **4-5 esse** ulaldyş derejesi bolanlary ulanylýar. Monokulýarly lupalarynyň, seteoskoplarynyň, stereogözäýnekleriniň we stereometrleriniň kömegi bilen aerosuratlary teswirlenen ýer üstüniň **fazaly modeli** döredilýär.

Obýektleri aerosuratlarda dogry tanamak maksadynda **gönüden-göni** we **gytaklaýyn** deşifrirmek usullary ulanylýar. Gönüden-göni deşifirlemege obýektiň formasy we ölçegleri, suratlandyrmagyň düzüni we reňki, şekillendirilen obýektleriň kölegeleri degişlidir. Gytaklaýyn deşifirlemek usulynda obýektleriň köp görnüşli özara arabaglanyşygyna esaslanýlar. Bu obýektler aerosuratlarda bölekleyin bellenen hasaplanýlar.

Topografiki deşifirlemegi ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak maksa-dynda geçirilýär. Harby deşifirlemegi duşmanyň we harby maglumatlary almak üçin, söweş hereketi wagtynda ýa-da oňa taýýarlanmak ýagdaýynda ýeriň üstüni öwrenmek maksadynda geçirilýär. Aerofotosuratlaryň kömegi bilen nyşanlaryň ýerleşen ýerleri, aýratyn hem ýadroly söweş serişdeleriniň hem-de garşydaşyň işleriniň häsiýetlerini görmek bolar.

Topografiki we harby deşifrilemegi bir-biri bilen arabaglanysyklydyr, ýagny goşunyň söweş tertipleri, adatça ýeriň üstüniň häsiýetlerini hasaba almak arkaly ýerleşýärler. Gerek bolan ýagdaýynda, aerosuratlar boýunça obýektleriň koordinatларыny hem kesgitleýärler.

Aerofotosuratlary meýdanly deşifrilemekde, gözegçi göniden-göni ýeriň üstünde bolmak bilen, obýektleriň fotoşekilini, olar deňeşdirilýär we aerofotosu-ratlarda tanalan obýektleri degişli şertli belgileri bilen belgilenýär.

Deşifrilemegiň dolulygy we anyklygy fotoşekilleriň masştabyna we hiline baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, şonçada şekiller takyk ýerleşýärler, ýeriň üstüniň topografiki elenementlerini we beýleki obýektlerini doly we takyk aerofotosuratlarda ýüze çykarmak bolar.

Tejribelerden belli bolşy ýaly aerofotosuratlardaky obýektleriň ölçegleri **0.3-0.4 mm** bahalardan kiçi bolmasa tapawutlandyrmak mümkindir. Haýsy hem bolsa foroşekildäki **0.3 mm-den** kiçi bolmadyk çyzykly obýekti tapmak bolar. Şulardan hem surata almagyň masştabyny saýlamakda peýdalanylýar.

### 3.2. Deşifrilemegiň görnüşleri

Topografiki kartalary düzmekde aerofotosuratda ýer üstüniň obýektleri kesgitlenilip, olaryň degişli şertli belgileri bilen belgilenmek prosessine **topografiki deşifrilenmegi** diýilýar.

Kartany okap bilmeklik üçin ukybyň we tejribäniň gerek bolşy ýaly, aerosuratlary okamakda hem şular ýaly ukybyň we tejribäniň bolmagy hökma-nydyr. Topografiki karta bilen aerosuraty bir-birine goýanda göze üýtgeşik görünýär. Kartada ýerdäki esasy sudurlar görkezilýär, aerosuratda bolsa ýerdäki sudurlaryň ählisi düşen bolýar. Topografiki karta düzülende, ýerdäki bihasap sudurlaryň iň möhümlerini tanap, umumylaşdyryp görkezýärler. Aerosuratdan peýdalanyňp gören ynsan, onda teswirlenen köpden-köp sudurlaryň arasyndan özüne gereğini tanap almagy we umulaşdyrmagy gerekdir. Aerosuratda ýeriň üstüniň doly teswirlenişi, bir tarapdan ony okamagy kynlaşdyrýar, ikinji bir

tarapdan bolsa, ondan dürli ylymda we halk hojalyk işlerinde giňden peýdalan-maga mümkinçilik döredýär.

Kartada ýer üstüniň sudurlary dürli görnüşindäki şertli belgiler bilen teswir-lenilmegi, ony okamak aňsatdyr. Aerosuratda bolsa, bir sudur birnäçe gönüşinde teswirilenilýär, bu ýagdaý aerosuraty okamagy biraz kynlaşdyrýar. Topografiki karta ýol we kilometr görkezijileri, howly, köpri we şular ýaly elementler masştabdan daşary şertli belgileri bilen görkezilýär. Olardan daşary aerosurat-laryndan ýer üstüniň sudurlarynyň gürlügin, nokadyň absolýut beýikligi we ş.m. dogrusyndaky maglumatlary almak bolýar.

Sudurlaryň uçardan aerosurata alnyş sypaty, aerosuraty okamakda möhüm ähmiýete eýedir. Ol aerofotoapparatlaryň häsiýetlerine, aerofotomateriallara, aeropýonka we aerofotokagyza, surata alnyşyň şertine(aerosuratyň ýylyň haýsy paslynda, günün haýsy wagtynda, nähili howa şertlerinde alnandygyna) foto-tejribehanada aerosuratlaryň gaýtadan işleniş sypatyna we ş.m. baglydyr.

Hususy şertli belgileriň tablisasy, topografiki kartany okamagy ýeňilleş-dirýär, ýaramaz aerosuratlar üçin tablisalar düzülmeyär.

Aerosuratyň üstünde işläp, ony ýeriň üsti bilen deňeşdirip gören adam tejribeli işläp, ony okap biler.

Goýlan maksada seredip, deşifrowka topografiki we hususy ýalylara bölün-ýär. Topografiki kartalary düzmeklik üçin aerosuratda ýer üstüniň sudurlaryny kesgitläp, dürli şertli belgiler bilen görkezilip goýulsa, onda **topografiki deşifirlemegi** bolýar. Aerosuraty ýeriň geologiki, geomorfologiki, geografiki, geo-botaniki, harby we ş.m. kartalary düzmeklik maksadynda geçirilýän deşifir-lenmegine-**hususy** diýilýär. Bu ýagdaýda hem ýeriň üstüniň topografiki elementlerini kesgitlemek maksada laýyk gelýär, çünki ýerdäki dürli obýektler we hadysalar topografiki elementleriň kömeginde dogry düşürilýär we tapylýar.

Aerosuratlary deşifrirowka etmek işi, ýerde ýa-da otagly(kameral şertlerinde) ýerine ýetirilýär. Otagda deşifrirowka edilýän wagtynda aerosuratdaky teswirler ýerdäki sudurlara

deñşdirilip, şertli belgiler bilen görkezilýär. Aerosuraty otag şertinde deşifrirowka etmek üçin ýerde tanalan in äýdyň elementler, aerosurat-larda tanalyp alynýar, olardan **albomlar** düzülýär. Albomda her bir aerosurat iki nusgada berilýär, olaryň biri deşifrirowka edilen, beýlekisi bolsa hakyky alnan fotografiki teswirden ybarat bolýar. Aerosuratlary otagly şertlerinde deşifirlemekde şu albomlardan peýdalanylýar.

Aerosuratlary deşifirlemekde, olardaky sudurlaryň görnüşinden, şekiliň ölçeginiň, onuň ugrunyň we kölegesiniň teswirlenişinden we beýleki şertlerden peýdalanylýar. Aerosuratda obýektleriň kölegesine seredip onuň uly-kiçiligini bilmek bolar. Şular ýaly fotografiki teswiriň görnüşi hem aerosuratdaky sudurlaryň kölegesini bilmäge kömek berýär. Ýerdäki sudurlar özüne düşen ýörelgeli syzgyr gatlagy, bir tekizlikde seredilmeýär. Meselem, sudur, ýörelge şöhlesini näçe köp geçirse ýa-da suduryň yzy tekiz bolsa, ol aerosuratda şonça açyk görnüşinde teswirlenilýär. Aşakdaky esasy sudurlaryň aerosuratdaky hususyýetlerine sere-dip geçeliň:

1. Ilatly ýaşayş punktlar, beýleki sudurlardan jaýlarynyň, binalarynyň köp-lügi bilen tapawutlanýar. Jaýlar, binalar aerosuratda dürli ululykdaky dörtburç-luklaryň görnüşinde düşýär. Şäherleriň we şäherçeleriň uly masştably topogra-fiki kartalaryny we planlaryny düzmekde, **fotoplan** ýerde deşifrirowka edilýär. **1:5000** masştably plany almak maksadynda duran ýerler, jemgyýetçilik binala-rynyň ählisi, olaryň näçe kuwwatlylygy hem-de nähili materiallardan gurlanlygy görkezilýär. **1:2000** masştably plany almakda, şu ýokarda agzalanlardan daşary, her bir jaýyň adam ýaşayan we ýaşamaýan bölegi görkezilýär. Şahsy mellek yerleriniň araçäkleri, içindäki baglar we ş.m. teswirlenilýär. Deşifir-lemek wagtynda jaýlaryň, binalaryň ölçegleri kesgitlenilip, hususy žurnalda ha-saba alynýar. Şäher we şäherçeleriň potoplanyny deşifirlemekde sudurlaryň tes-wirindäki ýalňyşlyk **0,3 mm-den** uly bolmazlygy hökmanydyr. Deşifirlemegiň netijesi ýerde barlanyp görülýär;

2. Aerosuratlarda ýollary bir-birinden tapawutlandyrmak aňsatdyr. Demir ýollar aerosuratda uly radiusly küljümek reňk çyzyklar görnüşinde düşýär. Ýaz pas-ly alnan aerosuratlarda şösseleriň teswiri gyalary gara çyzyk geçen zolaklara meňzeýär.

Şosseniň gyrasyndaky ýaplary has aýdyň we oňat bildirýär. Ýollaryň beýleki görnüşler, giňişlikde egrem-bugram ak zolaklaryň görnüşinde teswir-lenilýär;

3. Ekerançylyk ýerleri, dogry geometriki şekilliligi bilen beýleki sudurlardan tapawutlanýar. Adatça şüdgär ýerler, aerosuratda ak reňkde, çemenzarlyk bolsa, açyk kül reňkde düşýär. Çöl sebitleriniň aerosuratlaryny deşifirlemekde guýu-laryň barlygy, ýoluň derýa ýa-da ýap bilen kesişen ýerlerinde köprüleriň barlygyny bilmek bolar;

Aerosurata düşen ösümlik örtüğini deşifirlemegiň netijesinde, ýer üstüniň topragyny we felyefini bilmek bolar. Aerosuratda batgalyklary çemenzarlykdan tapawutlandyrmak üçin, ýer üstüniň relýefini we gidrografiýasyny göz önünde tutmak ýeterlikdir.

Aerosuratlary otag şertlerinde deşifrirowka etmekde, ýönekeý lupa, mono-kulýarly lupalar, dürli görnüşindäki stereoskoplar, stereogözäýnekleri, topog-rafiki sereometri we başga fotogrammetriki gurallaryndan peýdalanmak bolar. Lupalaryň adaty **4-5 esse** ulaldyş derejesi bolanlary ulanylýar. Monokulýarly lupalarynyň, seteoskoplarynyň, stereogözäýnekleriniň we stereometrleriniň kömeginde aerosuratlary teswirlenen ýer üstüniň **fazaly modeli** döredilýär.

Obýektleri aerosuratlarda dogry tanamak maksadynda **gönüden-göni** we **gy-taklaýyn** deşifirlemek usullary ulanylýar. Gönüden-göni deşifirlemege obýek-tiň formasy we ölçegleri, suratlandyrmagyň düzüni we reňki, şekillendirilen obýektleriň kölegeleri degişlidir. Gytaklaýyn deşifirlemek usulynda obýektleriň köp görnüşli özara arabaglanyşygyna esaslanýlar. Bu obýektler aerosuratlarda bölekleyin bellenen hasaplanýlar.

Topografiki deşifirlemegi ýeriň üstüni öwrenmek we bahalamak maksa-dynda geçirilýär. Harby deşifirlemegi duşmanyň we harby maglumatlary almak üçin, söweş hereketi wagtynda ýa-da oňa taýýarlanmak ýagdaýynda ýeriň üstüni öwrenmek maksadynda geçirilýär. Aerofotosuratlaryň kömeginde nyşanlaryň ýerleşen ýerleri, aýratyn hem ýadroly söweş serişdeleriniň hem-de garşydaşyň işleriniň häsiýetlerini görmek bolar.

Topografiki we harby deşifrilemegi bir-biri bilen arabaglanysykydyr, ýagny goşunyň söweş tertipleri, adatça ýeriň üstüniň häsiýetlerini hasaba almak arkaly ýerleşýärler. Gerek bolan ýagdaýynda, aerosuratlar boýunça obýektleriň koordinatларыny hem kesgitleýärler.

Aerofotosuratlary meýdanly deşifrilemekde, gözegçi göniden-göni ýeriň üstünde bolmak bilen, obýektleriň fotoşekilini, olar deňeşdirilýär we aerofotosu-ratlarda tanalan obýektleri degişli şertli belgileri bilen belgilenýär.

Deşifrilemegiň dolulygy we anyklygy fotoşekilleriň masştabyna we hiline baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, şonçada şekiller takyk ýerleşýärler, ýeriň üstüniň topografiki elenementlerini we beýleki obýektlerini doly we takyk aero-fotosuratlarda ýüze çykarmak bolar.

Tejribelerden belli bolşy ýaly aerofotosuratlardaky obýektleriň ölçegleri **0.3-0.4 mm** bahalardan kiçi bolmasa tapawutlandyrmak mümkindir. Haýsy hem bolsa foroşekildäki **0.3 mm-den** kiçi bolmadyk çyzykly obýekti tapmak bolar. Şulardan hem surata almagyň masştabyny saýlamakda peýdalanylýar.

### 3.3. Deşifrilemegiň alamatlary

Berlen ýeriň deşifrilemesine fotoşekiliň şekillendirilişiň alamatlary ýardam edýär we olar aýratyn göni we gytaklaýyn alamatlardan düzülýär ,öz gezeginde ol alamatlara deşifrilemegiň alamatlary diýilýär.

Göni deşifrilemegiň alamatlary berilen ýeriň hemme diýen ýaly obýektlerine mahsusdyr. Olara: obýektiň ton we struktura şekillendirilişi ,onuň sudury we ölçegi, şeýlede kölegesi (ýer üstünden ýokarda) degişlidir.

Şekiliň reňki – bu fotomaterialyň garalma derejesi. Şekiliň tonuny esasy şertlendirýän faktor, bu berilen ýer çäginäki obýektiň spektral serpikdirmesi bolup hyzmat edýär. Obýektiň şekiliniň tony şulara baglydyr:

- obýektiň serpikdirme ukybyna;
- obýektyň daşky gurluşy;

- obýektyň ýagtylyndyrylmasy;
- fotografik emmulsıyaň ýagtylyk duýgurlygy - şol bir obýekt fotoplýonkaň görnüşine görä dürli tonda şekillendirilýär;
- surata düşürmegiň geçirilen paslyna - tomus paslynda berilen ýerli çäk köpdürli tonlara eýe bolýar, güýz pasly bolsa ýeriň çig bolany üçin- suratlar garaňkyrak tonda bolýar.

Tejribede suratlar boýunça 7 ýa-da 10 tonlary saýgaryp bolýar, olaryň içinde ak, agymtyl-mele,mele, garamtyl-mele, gara tonlar saýlanýar. Köplenç suratlarda ýörite ýagtylyk şkalasy görkezilýär.

Obýektiň şekiliniň strukturasy iň deşifrirmegiň göni alamatlaryň içinde durnuklylaryň biridir (surata almagyň şertlerine bagly diýen ýaly). Bu alamatyň zerurlygy masştab näçe kiçeldigiçe şonçada ulalýar.Deşifrirmegi geçirende indiki strukturalaryň görnüşlerini hödürleýär.

Strukturaň birdürliligi fizionomik taýdan görkezilmedikdir mikrorelýefiň suduryňyň bir görnüşliliginden emele gelýär(düzlük,palçykly çöller, gar örtülen düzlükler, buz emele gelmeler,deňiz üstleri).

Dürli nokatlaryň, meýdanlaryň we inçe zolaklaryň utgaşdyrmasy indiki nokat-meňekli strukturalaryny emele getirýär.

Düwün-düwün struktura, arktik tundralar üçin häsiýetlidir.Olar beýikligi 10 metre ýetýän baýyrlaryň jemlenmeginde, şeýlede lişaynikleriň we mohlaryň jemlenmeginde emele gelýär.

Tokaý zonalaryň landşaftlary üçin häsiýetli, olar dürli ösümliklerden emele gelýär, şolaň içinde hem medeni(baglar). Uly masştably suratlarda ýagty we garaňky nokatlaryň gezekleşmesini aýdyň görkezmek bolýar.

Mozaýkaly – suratdaky dürli derejedäki, ölçegdäki, sudurdaky bitertip ýerleşdirilen uçastoklaryna häsiýetlidir.Ony dürli ösümlikli, dürli çiglykdaky toprak örtügi emele getirýär.

Meňekli – tundra sebitleri, karst sebitleri ,öýjüklü gumly çöllük zona we beýlekilere häsiýetlidir. Güberçek mikrorelýefden emele gelýär. Suratlarda uly we kiçi meýdanlaň utgaşmasy aýdyň görünýär.

Dürli sudurdaky, giňlikdäki we uzynlykdaky zolaklar çyzykly-zolakly strukturany emele getirýär.

Jähekli struktura tundra sebitinde haçanda ösümlik ýok bolanda şonda häsiýetlidir. Suratlarda dürli giňlikdäki we uzynlykdaky zolaklar aýdyň görünýär.

Ýelpewaç şekilli çykarmak konuslaryna häsiýetlidir, şeýlede tehniki binalary m.ü. suratlarda üçburçlyk sudurly zolaklar aýdyň şekillendirilýärler.

Agaç görnüşli – tuundra we dag–tundra sebitleri üçin we köp ýyllyk doňakly uçastoklara häsiýetlidir. Mydamalyk doňaklaryň ereýän gatlagynyň netijesinde emele gelyär. Suratlarda dürli giňlikdäki we uzynlykdaky zolaklary görmek bolýar we olar öz gezeginde agajyň sütünine gönükdirilen ýalydyr.

Dörtburçlyk – şäher görnüşli ilatly ýerlere mahsusdyr. Suratlarda dürli utgaşdyrmadaky uly we kiçi meýdanlaryň görnüşlerini görmek bolýar, olardaky ton bolsa birmeňzeşdir.

Pahnapisint(klinowidnaýa) – bütinleýin diýen ýaly ösümlik örtügi ýok (çägeli, çägesow) çöllük sebitlere häsiýetlidir. Olar ownuk barhanly ulgamlardan we berkidilmedik gumlaryň beýleki görnüşlerinden emele gelyärler. Suratlarda dürli uzynlykdaky we giňlikdäki kütäk görnüşli konusyň zolaklaryny görmek mümkin.

Zolakly struktura batgalyklara, çöllüklere we beýlekilere häsiýetlidir. Suratlarda ýagty we ýagty-çal ýa-da garaňky zolaklaryň dürli uzynlykdaky we giňlikdäki zolaklar aýdyň görünýär.

Ýelek görnüşli struktura – gurak klimatly çöl daglaryna häsiýetlidir. Bu struktura relýefiň ýönekeý sudurlarynyň gür torunyň we gowşak ösen ösümlikleriň hasabyndan emele gelyändir. Suratlarda dürli uzynlykly we giňlikli zolaklary görmek bolýar.

Akym görnüşindäki – tundra we daglyk taýga sebitlere mahsusdyr. Bu struktura topragyň eremegi we ösümlikleriň ösmegi netijesinde emele gelyär. Suratlarda inçe ýagty we garaňky zolaklary görmek bolar.

Şekiliň formasy – bu deşifrirlemegiň esasy alamatlarynyň biridir, şol boýunça obýektyň barlygy we onuň häsiýetleri kesgitlenilýär.



Surat deşifrilenende ilki bilen predmetyň şekili we formasy saýlanýar. Şekil geometrik taýdan kesgitlenen we kesgitlenmedik bolýar.

Kesgitli forma deşifrilemegiň ygtybarly alamatydyr. Bulara köplenç emeli desgalar (antropogen) degişlidir. M.ü. ýollar köp halatda göni uçastoklardan ybaratdyrlar. Hojalyk gurluşyklar, şitilhanalar, köprüler göniburçly sündürilen formalydyr. Oba ýerlerinde ýaşayyş jaýlary göniburçly ýa-da dörtburçlydyrlar we ş.m. Köplenç şular ýaly obýektleriň formalary ýoýulanok.

Kesgitli däl formalar tebigy meýdan görnüşli obýektler üçin häsiýetlidir we deşifrilemegiň ygtybarly alamaty bolup bilenok. Köplenç halatda bu obýektler egri çyzykly şekillidir. Olara: çeşmeler, köller we ş.m. tebigy emele gelişlidirler.

Obýektleriň formalary üýtgemeyän we ütgeyän bolup bilýar. Ütgemeyän formaly obýektlere köp wagtyň dowamynda özüniň konturyňy üýtgetmeyän obýektler degişlidir. Ütgeyän formaly obýektler özüniň konturlaryny möwsüme ýa-da wagtyň geçmegine görä ütgeyär (m.ü. derýalar, deňizler, buzluklar we b.).

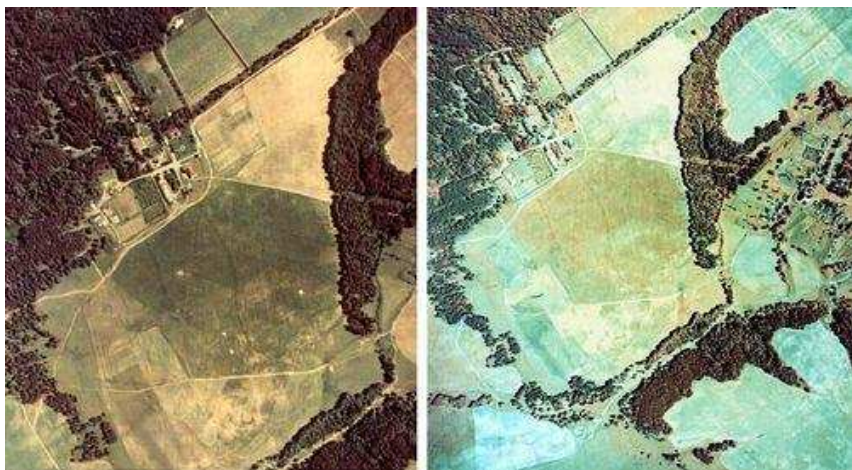
Obýektyň uzynlygyna baglylykda olar indiki görnüşlerde bolup bilýärler: kompakt, göni, ýelpewaç şekilli we meýdan formaly. Kompakt forma garanynda, göni we egrem-bugram formalar ownuk masştably suratlarda saýgarmak bolýar.

Berilen ýeriň relýefi(giňişlik ýagdaýy) ýalpak, güberçek we oýuk formalary emele getirýär. Şol formalary saýgarmak üçin stereoskopy ulanýarlar, onda güberçek forma dag, gurluşyklar we ş.m. oý-çukurlar, çöketlikler we başgalar degişlidir. Obýektyň giňişlik formasy deşifrilemegiň oňat alamat-larynyň biri bolup hyzmat edýär(2-nji surat).

Şeýle-de plandaky obýektyň proyeksiýasynyň formasy deşifrilemegiň esasy alamatlarynyň biridir.Obýektyň görnüşine baglylykda plandaky indiki pro-ýeksiýalaryň formalaryny tapawutlandyrmak bolar: diwar, burç, üçburçlyk, tra-pesiýa, göniburçlyk, köpburçlyk, basgançak, silindr, ellips, tegelek, gümmez, nädogry şekiller degişlidir.

Obýektiň ölçegleri – şekile seredeniňde deşifrilemegiň az kem kesgitle-nen alamatydyr. Obýektyň razmeryny hasaplamak üçin

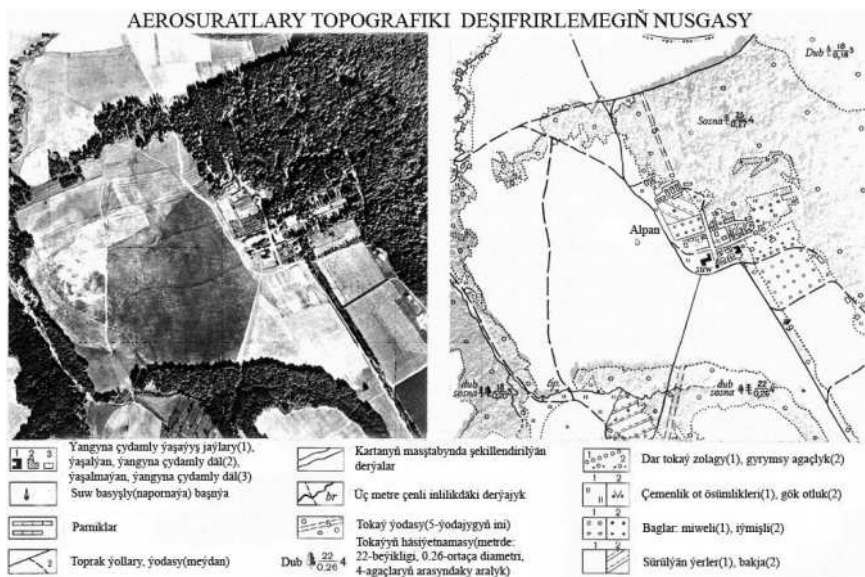
suratyň masştabyny bilmelidir ýa-da näbelli obýektiň ölçeglerini beýleki belli obýektyň razmeryny deňeşdirmek bilen kesgitlemek mümkin.



3.2-nji surat. Deşifrirlemegiň dürli spektrozonal fotosuratlarynda geçirilişi.

Çyzykly obýektyň ölçegleri boýunça onuň görnüşini aýan etmek üçin , onuň uzynlygyny, diametryny, beýikligini, uzynlygyň giňlige görä gatnaşygyny kesgitlemelidir. Kesgitlenen ululyklary berilen obýektyň hakyky razmerlary bilen deňeşdirmelidir.

Meýdan(kompakt) obýektyň razmerlary boýunça onuň görnüşini aýan etmek üçin, onuň meýdanyny, perimetrini, meýdanyň perimetre bolan gat-naşygy,meýdanyň perimetriň kwadrat derejesindäki gatnaşygy kesgitlemelidir. Kesgitlenen ululyklary berilen obýektyň hakyky razmerlary bilen deňeşdirmelidir.



### 3.3-nji surat. 1:25 000 masştably kartada ilatly punktlary şekillendirmegin

mysaly:: a – binalaryň kwartaly; b – daça görnüşli.

1:50000 masştably suratlar boýunça 5 metre çenli obýektleri kesgitläp bolýar, 1:25000 masştably suratlar 2.5. metre çenli(3-nji surat), 1:10000 bolsa 1 metre çenli aralyklarda alynýar.

Obýektleriň kölegeleri – bu deşifrirleme alamatlary boýunça obýektyň häsiýetini we obýektyň özüni aýan etmek bolýar, ýöne beýleki tarapdan kölegeler obýektleri we onuň elementlaryny ýapýarlar.

Görnüşine görä kölegeler hususy we düşýän bolup bilýär. Hususy kölege bu predmetyň özünde ýatan kölegedir, ýagny obýektiň Gün bilen ýagtylandyrylmadyk tarapydyr. Bu hili kölege obýekty göwrümlü görkezýär. Düşýän kölege – bu ýere ýa-da beýleki predmetlara serpidirilýän kölege. Bu hili kölege obýektyň formasyny göze öwrenişikli görnüşde berýär. Düşýän kölegäň razmerlary surata alynýan wagtyň, predmetyň beýikligine we Günüň beýiklik ýagdaýyna baglydyr. Näçe Gün aşakda ýerleşse, şonçada düşýän kölegäň uzynlygy artýar. Düşýän kölege köplenç ýanaşyk

obýektleri ýapýarlar we netijede olaryň deşifrirlemesini kynlaşdyrýar. Kölegäniň uzynlygy relýefe hem baglydyr (berilen ýerli çägiň ýapgytlylygynyň taraplylygyna baglylykda ýa-da uzalýar ýa-da keltelýär.

Kölegäň kömegi bilen obýektiň beýikligini hasaplap bolýar (berilen surat-daky belli uzynlykdaky kölegäniň uzynlygyny näbelli kölege bilen deňeşdirmek bilen we beýleki ş.m. hasaplamalara görä).

Kölegä baglylykda obýektyň görnüşini aýan etmek üçin kölegäniň formasy(konus, ellips, tegelek, gümmez, nädogry, nagyşly, trapesiýa, göniburçly, çylşyrymly) bilen berilen obýektyň arasyndaky aragatnaşygyny ulanmak gerek. Şular ýalyda stereoskopik gözegçilikleriň orny wajypdyr.

Deşifrirmegiň gytaklaýyn alamatlary – bu suratdaky obýektleriň we olaryň häsiýetleriniň üsti bilen suratda görünmeýän başga obýektleri öwrenmekilgine aýdylýar.

Berilen ýerli çäkdäki obýektleriň arabaglanşygy indiki ugurlar boýunça aýan edilýar:

Gabat getirmek – bu gytaklaýyn deşifrirmegiň esasy alamatydyr we şuň kömegi bilen suratda şekillendirilmedik obýektleri onda şekillendirilen obýekt-ler boýunça kesgitlemek mümkin. Şunlukda indiki aýan edilen maglumatlar esasy orunlary eýeleýär:

- ýollaryň, ýodalaryň, paromlaryň, köprüleriň we ş.m. gidrografiýa bag-lalykda ýerleşiş; ýollara görä jaýlaryň ýerleşiş, elektrowozlar demir ýolyň barlygyny görkezýär; demir ýol ambarlara görä yük çekmegiň häsiýetini anyklamak bolar; portdaky ambarlaryň häsiýetine görä şol portuň görnüşini bilmek bolýar;

- dürli klimatik guşaklyklarda ýerleşen obýektler bir ton bilen şekillendiri-len, meselem, bulutlary, gary, buzy, çägäni, şorluklary we ş.m. berilen ýerli çägiň giňligine görä tapawutlandyrmak bolar(günortada garyň we buzuň ýoklugyny, demirgazykda şorluklaryň ýoklugyny we ş.m.)

- beýleki obýektler bilen ýapylan obýektleri korrelýasiýa arabagalanşyk-lary boýunça suratda şekillendirilmedik obýektleri kesgitlemek mümkin. Ösümlikleriň görnüş, gidrografiýa we relýef

grunt suwlaryň ýatak çuňlugyny, topraklaryň görnüşlerini, geologik gurluşyny kesgitlemekde indikator bolup hyzmat edýär.

- surata alynýan döwri akmaýan suw obýektlerini aýan etmekde olaryň gury hanalaryň barlygy bilen kesgitlenilýär. Meselem, derýadaky gämiler şol derýaň gämi gatnawlydygyny subut edýär.

ilatly punktlaryň derýalara, jüljelere, düzlük meýdanlara laýyk getirmesi; senagat kärhanalaryň ýol ulgamyna, derýalara we beýlekileri; çägeleriň, howdanlaryň kenarlaryna, çölleriň gyralaryna, batgalyklaryň – tokaý zonaň demirgazyk tundra daglaryň eňňitlerine we beýleki ýerlerde alynýar.

Obýektleriň gaýtalanma we ýerleşiş häsiýetleri diňe bir emeli obýektleri däl, eýsem tebigy obýektleri kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Şunlukda, jaýlaryň gaýtalanmagy ilatly punktyň bardygyny subut edýär, uçarlaryň üşürilmegi aerodromyň bardygyny we ş.m.

Başga bir obýektyň täsiri netijesinde obýektyň alamatlarynyň ütgemeği – bu hem esasy gytaklaýyn alamatlarynyň biridir (göni deşifirleme alamatlary boýunça deşifirlenýän obýekte onuň alamatlarynyň ütgemekligine getirýär). Bular ýaly ütgemekligiň sebäpleri indikilerdir:

- beýleki obýektler bilen ýapylan obýektler (meselem, batgalygyň täsiri netijesinde tokaýyň meýdany kiçelýär, onuň reňk häsiýetleri üýtgeýär);

- adamyň hojalyk işiniň obýektleri (karýerler, gidrodüwmeler we b.);

- tebigatyň täsir eden obýektleri siliň, güýçli ýeliň, ýangynyň (bularyň barlygyny aýan etmek üçin meteomaglumatlary we öňki surat materiallary ulanamak zerurdyr);

- haýwanlaryň we mör-möjekleriň işjeňligi öri meýdanlaryň, agyllaryň, ekinleriň, ösümlükleriň biogen üýtgemelerine getirýär.

Käbir edebiyatlarda deşifirlemegiň gytaklaýyn alamatlary 2 topara bölünýär:

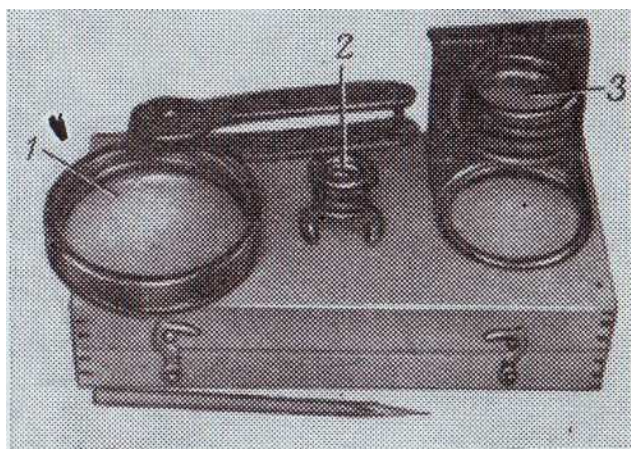
1) tebigatdaky baglanyşyklar – ösümlük we relýef, relýef we gidrografiýa, toprak we ösümlük, olara landşaft alamatlar diýilýär.

2) durmuş geografiki alamatlar geografiki sreda bilen baglanyşygyny görkezýär.

Gytaklaýyn deşifirlemede indikator diýen düşünje bar. Indikator – bu suratda görünmeýän obýektleri görkezýän obýektlerdir, olara ösümlik, relýef ,gidrografiýa degişlidir.

### 3.4. Deşifirlemekde ulanylýan fotogrammetriki gurallary

Aerofotosuratlarda otagly (kameral) deşifirlemegi fotoshemalarda we fotoplanlarda geçirýärler. Bitewi meýdanly deşifirlemek, wajyp hojalyk ähmiýetli bahalara eýe bolan (iri ilatly punktlarda senagat we gidrotehniki binalary we ş. m.) köp mukdardaky desgalaryň görkezilýän ýerlerinde geçirilýär. Iri ilatly punktlaryň we şäherleriň ýeriniň çägi deşifirlenende suratlar uly masştab ýa-da uly masştably surata düşürmekligiň maglumatlary esasynda alynýar.

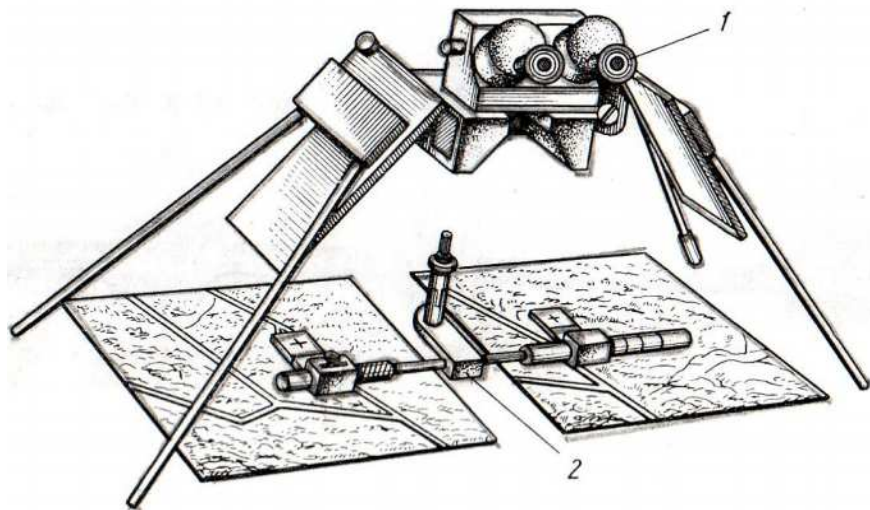


3.4-nji surat. Deşifirlemekde ulanylýan lupalar ýygyny.

Wajyp bahany almadyk sebitlerde meýdanly, ugurdaş deşifirlemegi geçirýärler, soňra bolsa otagly deşifirlemegi ulanýarlar. Kartalar, köplenç, köp wezipeli (uniwersal) stereoguralyny (3.4-nji surat), *G.W.Romanowski*niň stereoproýektoryny, *F.W.Drobyşewiň* stereografyny we ş.m. ulanmak bilen düzülýär.

Ähli taraplaýyn stereogurallarda sudurly desgalar geçirilýär, relýefi bolsa otagly deşifrirmek arkaly geçirýärler. Eger-de kartografirlenýän sebitlerde sudurly elementleriň sany köp bolsa, onda kartany düzmek üçin arassa esasyň (planşetiň) ýerine fotoplan ýa-da ofotofoplanlary ulanylýar.

Käbir ýagdaýlarda differensirlenen usul ulanylyp, kartalar düzülende *F.W.Drobyşewiň* stereometriwe fototransformator ýa-da proyektor ulanylýar. Topografiki kartalary düzmegiň tehnologiýasy olaryň masşabyna we ýerli şertlere (relýefiň häsiýetine, ýaşalyşyň gürlüğine, geodeziýa punktuň esaslarynyň barlygyna we ş.m.) baglydyr.



3.5-nji surat. Ölçeýji stereoskop.

Kombinirlenen usuly kartanyň sudurly bölegini otagly şertlerde fotosuratlary fotogrammetriki işlemegiň netijesinde alynýar, emma relýef menzulaly surata almagyň usuly boýunça geçirilýär (3.5-nji surat).

Häzirki wagtda bu usul diňe tekiz ýerleriň, az ýaşalýan ýerleriň kartalaryny düzmekde ulanylýarlar.

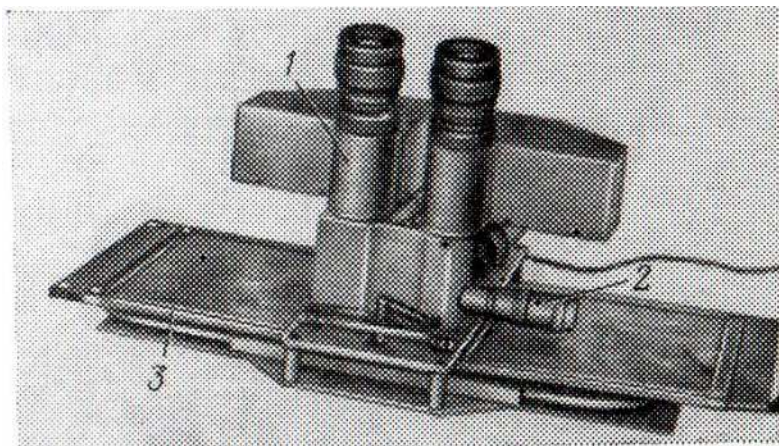


Relýefli surata düşürmek fotoplanyň reproduksiýasy boýunça ýerine ýetirilýär. Şonuň üçin fotoplany almak otagly ýagdaýda kartalary kombinirlenen usul bilen döretmegiň esasy durýar.

Kombinirlenen usul aşakdaky hadysalary öz içine alýar:

- 1) aerofoto surata düşürmegi geçirmek;
- 2) ýerde daýanç nokatlaryny kesgitlemek;
- 3) daýanç torlaryny fotogrammetriki köpeltmek;
- 4) suratlary transformirlmek we fotoplany düzmek;
- 5) relýefli surata almak we fotoplanda sudurlary deşifrirlmek.

Fotogrammetriki tory oriýentirlmek üçin daýanç nokatlary gerekdir. Bu bolsa olaryň koordinatlaryny geodeziki ýol bilen kesgitlemegi talap edýär. Daýanç nokatlary hökmünde suratlardaky aýdyň görüňän nokatlar saýlanylyp alynýar. Meýdanda bu nokatlaryň ýagdaýlary geodeziýa punktlaryna baglylykda kesgitlenilýär.



3.6-njy surat. Deşifrirléjji stereoskop:

- 1 – gözegçilik sistemasy; 2 – bazisli paralaktiki nurbat;  
3 – kasseta.

Daýanç punktlarynyň tory fotogrammetriki goýulandyrmak, analitik usul ýa-da ahli taraplaýyn (uniwersal) stereogurallarda, käbir



ýagdaýlarda fototrian-gulýasiýanyň kömegi bilen kesgitlenilýär. Goýulandyrmagyň netijesinde surat-lary transformirmek üçin nokatlar sistemasyny alýarys. Transformirlenen aerosuratlar arkaly fotoplanlary alýarys.

Ýer üstüniň relýefini surata almakda fotoplany (deşiflenen sudurlary bilen) reproduksiýalary menzulada berkidýäris. Ýeriň üstündäki desgalary tanamakda we gorizontallary geçirmekde stereoskopik seredilýän suratlar we ýörite gurallar ulanylýar (3.6-njy surat).

Gorizontallary geçirmegiň takyklygy esasy ýörelge, şeýle hem surata almaklygyň beýiklik ýörelgesiniň geçirilişine baglydyr. Ýagny nokatlar, trapesiýanyň çäginde endigan ýerleşdirilýär. Beýiklik ýörelgäniň nokatlarynyň (stansiýalaryň) ýagdaýy we piketli nokatlar, fotosuratlarda oňat tanalýan sudur nokatlar bolmalydyr. Olaryň arasyndaky aralyk fotoplardan alynýar.

Käbir ýagdaýlarda relýef surata düşürmegi we deşifirlemegi suratlarda ýa-da fotoshemalarda, meýdanly şertlerde fotosuratlary baglanyşdyrmak bilen bir wagtyň özünde, kameral şertlerde bolsa gorizontallar geçirilýär we deşifirlemegiň netijesi fotoplana ýa-da arassa planşete geçirýärler, emma bu usul kameral işleriniň göwrümini köp derejede artdyrýar.

Fotoplanlar üç sany reňkde deňişli şertli belgileri ulanmak arkaly çyzylýar. Ýer üstüniň sudurlary gara, relýef goňur, gidrografiýa bolsa gök reňk bilen çyzylýar. Taýýar fotoplanyň mazmuny deşifirlenen suratlar bilen deňeşdirilýär, soňra aklaýarlar, ýuwyýarlar, foksirleýärler we ýene-de ýuwyýarlar. Görkezilen işleriň netijesinde kartanyň düzülen nusgasyny alýarys.

Topografiki planlary we kartalary döretmekde esasy işleriň göwrümi häzirki wagtda stereotopografiýa usuly arkaly geçirilýär.

Aerofotosuratlarda ýerdäki desgalary topografiýa deşifirlemegi boýunça tapmakda suratlarda, fotoshemalarda ýa-da fotoplada binalaryň kabul edilen deňişli şertli belgileri bilen berkitmek arkaly tamamlanýar.

Aerofotosuratlarda saklanýan informasiýalaryň göwrümine, olaryň informasiýalar görerijiligi diýilýär. Bu informasiýalaryň dolulygy we hakykylygy suratyň öz gurluşyna (onuň masştabyna,

şekilleriň hiline), şeýle hem suratdan informasiýalaryň alnyş usulyna hem baglydyr.

### 3.5. Deşifirlemegi geçirmek

Topografiki deşifirlemegini geçirmekde, ýeriň üstüni surata almagyň birnäçe usullary ulanylýar. Bu işi amala aşyrmakda has sada geodeziki gurallary ulanylýar. Olardan: kompas, papka-planşet, ekker, eklimetr, gol niweliri, çelgi, elektron ruletkasy, GPS serişdesi ulanylýar. Suarata almagy aşakdaky sada usullar bilen geçirmek mümkin.

Surata almagy geçirmezden önürti, surata alynjak ýeriň üstü bilen tanyş bolmak we ony oňat öwrenmekden başlaýarys. Şu täsire **pekognossirowka diýilýär**. Bu işiň netijesinde shematik çyzgy, *rekognessirowkanyň shemasy* çyzylýar.

Rekogessirowkany şol ýeriň daşky araçäginden başlaýarlar. Onuň keşbi köplenç ýagdaýda egri çyzykly bolýar. Rekognessirowka wagtynda araçägiň egri çyzykly bölegi gönüçyzykly elementlere bölünýär, araçägiň häsiýetli öwürüm nokatlary saýlanyp alynýar. Surata alynýan ýeriň çäginin ölçegleri has uly bolanda, ony böleklere bölüp, poligonlar(ýapyk döwür çyzyklar) döredilýär. Şol bir wagtyň özünde araçägendäki nokatlardan, sudurlary surata almagyň usullaryny belleýärler. Eger-de şeýle nokatlardan poligonyň ähli ýerinde sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda daşky araçäkdan diagonal ýörelgäni belleýärler. Soňra, ýerde alnan nokatlary degişli belgiler bilen berkidip, olary kagyza çyzýarys. Netije-de, surata almak işine girisýäris. Surata almagy daşky araçäkdäki nokatlardan, oňa ýakyn yerleri surata almak bilen başlaýarys. Öňki alnan nokatlara otnositellikde islendik nokadyň ýagdaýyny kesgitlemek üçin kesişmeler, gönüburçly koordinatlar, polýar, öwürlip geçmek, gabatlaşmak, çelgiden-çelgä ölçemek, parallel çyzyklar ýa-da olaryň kombinasiýalary ýaly usullary ulanmak bolar.

Meýdan ölçegleriň önümçiliginde maglumatlaryň ýazgysy we surata alynýan sudurlaryň shematiki çyzygysy alynyp barylýar. Surata alynýan obýektleri we ähli ölçegleriň netijeleri görkezilýän çyzga *abris* diýilýär. „*Abris*“ sözi gelip çykyşy boýunça latyn sözi

bolup, türkmen diline „Ýeriň üstüni göçürilen çyzgysy“ diýen ýaly manyda terjime edilýär. *Kroki* sözi abrisiň bir manysy bolmak bilen ol fransuzça „*Crogius*“ sözidir we ol türkmen diline „Ýer üstüniň taslamasyny çyzmak“ diýen ýaly manyda terjime edilýär. Ol kameral şertlerinde plan düzmegiň esasy resminamasy bolup durýar. Abris galamda çyzylyp, ondaky göni çyzyklar çyzgyjyň kömegi bilen, egri çyzyklar bolsa elde çyzylýar. Abris, düzülýän planyň masştabyndan has uly masştablarda düzülýär. Şular ýaly surata almaga **gorizontal** ýa-da **sudur surata** almagy diýilýär. Meýdan ölçegleriniň materiallary(maglumatlary) boýunça ýer üstüniň plany düzülýär.

Göz çeni bilen geçirilýän surata almakda geçiş nokatlary surata almagyň esa-sy bolup hyzmat edýär. Olary iş geçirilýän wagtynda kesgitleýärler. Birinji nokatda surata almagy gutaryp, planşetde ikinji nokadyň ýagdaýyny tapýarys. Edil şu işler ýaly beýleki nokatlar boýunça hem geçirilýär. Bu ýagdaýda berlen nokada gelip, onuň planşetdäki ýagdaýyny başga ýerde alýarys, şol sebäpli planyň takyklygy örän peselýär.

Ýerli predmetleri nokatdan we poligonyň taraplaryndan surata almakgyň birnäçe usullary bardyr, olardan: *gönüburçly koordinatlar(perpendikulýarlar)*, *çyzykly we burçly kesişmeler*, *polýar*, *gabatlaşdyrmak*, *aýlanyp geçmek* ýalydyr.

**1. Gönüburçly koordinatlar usuly.** Bu usul daýanç çyzyga, perpendikulýar çyzyklary düşürmek bilen nokady anyklamakda goldanylýar. Şol sebäpli, oňa perpendikulýarlar usuly hem diýilýär. Bu usulda, iki daýanç nokady baglanyşdyrýan *çyzyga - sistemanyň absissa oky diýip alýarys* we daýanç nokatlaryň birini sistemanyň başlangyjy hökmünde alýarys. Haýsy hem bolsa nokadyň ýagdaýyny tekizlikde kesgitlemek üçin, kesgitleňýän nokatdan absissa okuna perpendikulýar inderip, başlangyç nokatdan absissa oky boýunça perpendikulýara çenli aralygy we perpendikulýaryň uzynlygyny ölçemek ýeterlikdir.

**1:5000** masştably surata almakda per-pendikulýarlaryň uzynlygy 50 metrden geçmeli däl. **1:10000** masştably surata almakda bolsa 100 metre çenli bol-malydyr.

**2. Burçlaryň kesişme usuly.** A nokadyň ýagdaýyny burçly kesişme usuly bilen kesgitlemek üçin ulanylýar. Bu nokady plana

geçirmekde degişli nokatlarda ölçenen burçlary transportirini kömegi bilen alyp goýmak bilen nokadyň ýagdaýyny tapyarsy.

**3. Çyzykly kesişme usuly.** Bu usul bilen haýsy hem bolsa çyzyk boýunça aralyklary alyp goýup, her nokatdan, nokada çenli kesimleri ölçäýäris. Edil şular ýaly hem *B* nokadyň ýagdaýyny tapmak bolar.

**4. Polýar usuly.** Bu usulda surata al-mak teodolidiň, menzulanyň kömegi bilen ýerine ýetirýärler. Onuň üçin wizir çyzgyjy nokada goýup, ony nokada seretdirýäris. Sudurly nokatlary surata almak üçin, şol nokatlarda reýkany goýup, aralagy ölçäýjiniň kömegi bilen radius-wektoryň uzynlygyny ölçäýäris we her bir degişli nokatlardan gorizonta tegelekden hasaplary alyarsy. Bu bolsa çyzyk bilen, **radius-wektorlaryň** arasyndaky gorizonta burçlary berer.

**5. Aýlanyp geçmek.** Bu usulda surata düşürilýän ýeriň çäginin daşyndan ýa-da onuň araçäğine ýakyn ýerlerden aýlanmak bilen geçirilär. Burçlary ekeriň (ýeriň üstünde göni burçlary gurmak üçin niýetlenen gural) kömegi bilen, çyzyklaryň uzynlygyny polat ölçeg lentalary

**6. Gabatlaşdyrmak usuly.** Bu usulda iliki bilen iki sany nokady alyarsy, bu nokatlara tarap ugurda ag-tarýan nokadymyzy almak bilen tapýarsy, soňra edil şular ýaly ugurlary beýleki tarapda alyarsy. Şu iki çyzgyň kesişmeginde agtarýan nokadymyzy taparsy.

**7. Ölçemek usuly.** Nokatlaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek bilen birlikde, şu çyzyklaryň ugrundaky häsiýetli obýektlere çenli aralyklary ölçemek bilen onuň plandaky ýagdaýyny tapýarsy.

**8. Parallel çyzyklar usuly.** Bu usulda surata alynýan ýeriň üstünde, kesgitlenen aralyklardan parallel çyzyklary geçirýärler. Soňra şu çyzyklardan berlen ýeriň üstüni surata düşürýärler. Ony ýeriň üstüni öýjüklere bölmekde, şeýle hem ýeriň üsti kiçi ownuk sudurlardan doly bolsa ulanýarlar.

*Topografiki deşifrllemek geçirilýän wagtynda aerosurat-larda* desgalary tanamagyň we olary kartada şekillendirmegiň gerekligi ony görkezmek üçin degişli şertli belgileri sýalap almakdan we ony suratda çyzmakdan durýar. Bu prosesi kartografiýanyň häsiýetlerine degişli bolup ol ýerine ýetirilýän wagty kartografiýa

generalizasiýasy geçirilýär, ol suratdan karta geçmek üçin gerekdir. Kartografiýa generalizasiýasynyň bolmagy topografiýa deşifirlemegi beýleki ýörite deşifirlemek prosesserinden tapawutlandyrýar.

Her bir bina kesgitlenen häsiýetler degişlidir, bu bolsa suratlarda tanamaga mümkinçilik berýär.

Deşifirlemegiň iki sany esasy: *göni* we *gytaklaýyn* häsiýetleri bardyr. Göni häsiýetleri: binalaryň ölçegleri, formasy, *reňki* (*öwüşgüni*), *obyektyň ýaýraýyş araçäkleri*, *fotoşekiliň strukturasy*, *kölegeleri* (*özünüň we düşýän*) degişlidir.

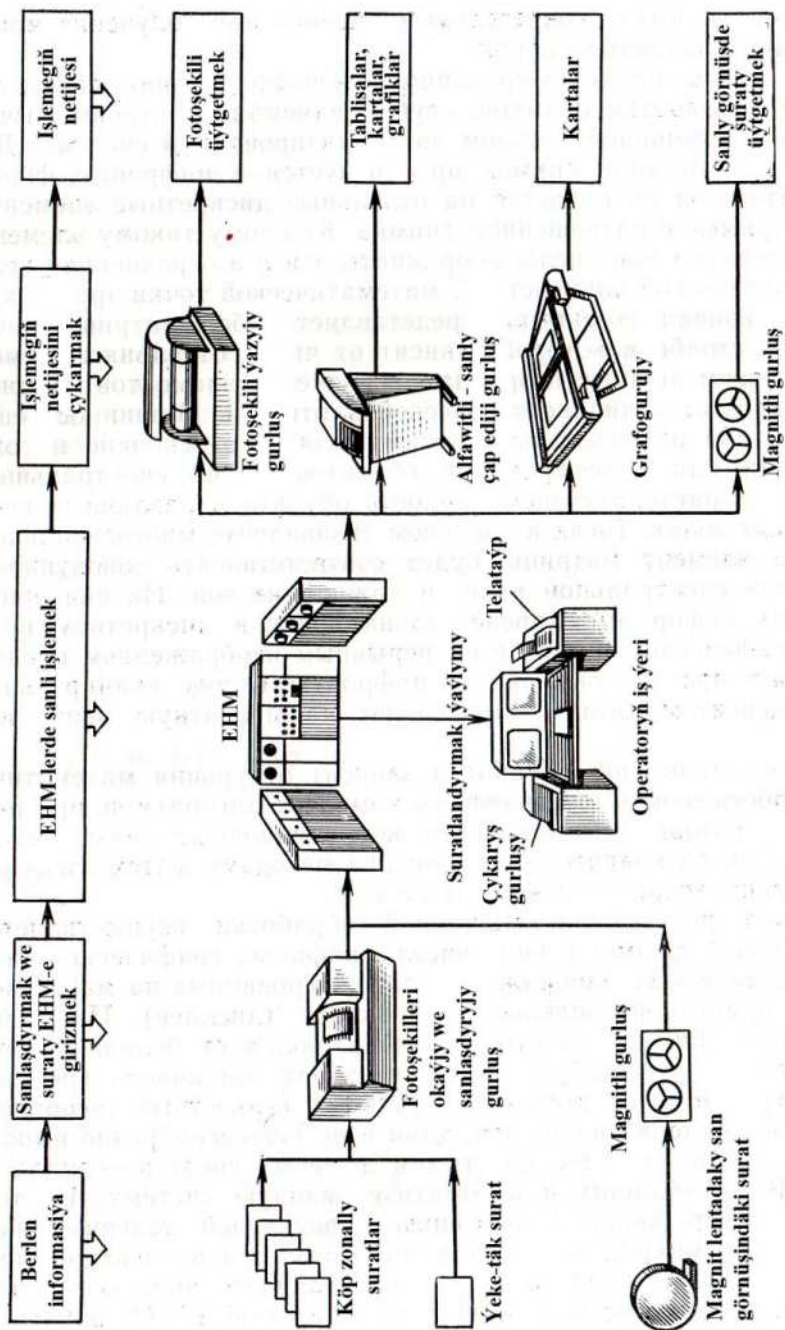
Desgalaryň ölçegleri esasy (baş) deşifirlemek elementidir we ol suratyň masşabyna baglydyr. Suratda hiç - hili serişdesiz, ýönekeý göz bilen wizual seretmek arkaly binasy tapmak bolar, onuň ululygy 0.1 mm bolsa, ony biz nokat hökmünde görüp bilýäris. Ýeriň üstünde şu ululykdaky aralyga 1:10000 masştably kartada 1 metr, 1:25000 masştably kartada 2.5 metr, 1:100000 masştably kartada bolsa 10 metr uzynlyk birligi düşýär.

Fotografiýa şekilleriň öwüşgini (reňkli suratsaky boýaglar) hem deşifirlemegiň iň bir wajyp elementleriň häsiýetleriniň biri bolup durýar. Öwüşgüniň güýjüni wizual seretmek arkaly kesgitleýäris. Bu bolsa ýagtylandyrmagyň şertlerine suratyň hiline we başga birnäçe sebäplere baglylykda üýtgeýär, şonuň üçin bu häsiýet (ýetmeýän häsiýet hökmünde) deşifirlemekde beýleki häsiýetler bilen bilelikde ulanylýar.

Beýleki obyekti ýa-da hadysany eger-de Ýer üstüniň uçastogy fotograflenen bolsa, bu uçastok birnäçe kiçi obyektlerden doly bolsa, şekillendirmek aýratyn düzümlü häsiýete geçýär, olarda käbir desgalar oňat tapawutlanýan bolsa ýa-da bitewi bir desga ýaly goşulýan bolsa, şeýle hem dürli öwüşgündäki aýratyn kiçi bölekler görnüşlerini (tokaýyň, çöllügiň fotosuraty) saklamak arkaly geçirilýär.

Dürli görnüşli ösümlik gatnaşyklary fotoşekillerde görkezmek üçin dürli düzümlü gurluşlary (batgalyk, çöllük we ş.m.) häsiýetlidir.

Deşifirlemek üçin fotoşekilleriň strukturasyň ulanylmagy, dürli geografiki komponentler bilen fotoşekilleriň arasyndaky arabaglanyşygyna baglydyr. Ony bolsa, düzülýän ýeri geografiki



3.7-nji surat.



*Käbir ýagdaýlarda gytaklaýyn deşifirlemek geçirilýär, ýagny binalary tanamakda ýeke-täk serişde bolmagyna galýar, şonuň üçin aerosuratda bir desganyň bolmagy, giňden ýüze çykarmagyna mümkinçilik berýär. Meselem, ýodajyklaryň bir nokada birleşýän ýeri boýunça, ol ýerde guýynyň barlygyny görkezýär.*

Gytaklaýyn häsiýetleri birmeňzeş bolan binalaryň ýerleşiş häsiýetlerini we gaýtalanýandygyny kesgitleýär. Meselem, agzalan häsiýet boýunça ot orulýan ýerlerde, desseleriň barlygyny kesgitlemek bolar. Bu häsiýet bilen ösümlik örtügi arkaly topragyň, ösümlik örtügi we relýefiň arabaglanyşygyny kesgitlep bolar. Ýagny, ösümlik örtügiň beýiklige baglylykda, ýa-da topragyň çyglylygyna baglydygy arkaly kesgitlenilýär.

Aerosuratlary deşifirlemekde hünärmenleriň görkezmelerinden we olaryň goşmaça serişdeli deşifirlemek etalonlaryndan peýdalanylýar. Emma aerosuratlaryň köp elementleri otag ýoly bilen tanalmaýar. Onda desgalaryň hil we mukdar häsiýetleri üçin, surata almak wagtyna çenli deşifirlenýän binalary meýdanly deşifirlemek arkaly doldurylýar (3.8-nji surat).

Deşifirlemek üçin wajyp bahany, kartanyň masştaby alýar. Eger-de deşifirlemegi kartanyň masştabyndan aerosuratyň masştaby uly bolan ýagdaýda geçirilse deşifirlenýän elementleri tanamak ýeňil bolýar, emma kartanyň masştabyna geçmek üçin elementleri saýlamak we umumylaşdyrmak hadysasyny geçirmek gerek bolýar. Bu bolsa düzülýän kartanyň agramanyň belli bolmazlygy işi çözmekligi kynlaşdyrýar. Eger-de düzülýän kartanyň masştaby aerosuratyň masştabyndan uly bolsa, onda elementleriň bir bölegi suratda tanalman galýar.

Ýer üstüniň elementlerini belgilemekde, hünärmenler haýsy hem bolsa degişli şertli belgileri bilen belgilemek meselesini çözmeli bolýarlar. Adaty şertlerde, şertli belgileri saýlamak kynçylyklary ýüze çykarýar. Ýagny olaryň bir suduryň içinde üçden köp bolmagy, onda goýlan mesele kynlaşýar.

Topografiýa deşifirlemegiň ahyrky netijesi, çyzmak we bezemekde şertli belgileriň ýerleşmegine, olaryň araçägindäki sudurlaryň şekiline uly ünsi bermekligi talap edýär.



Meýdan şertlerinde aerofotosuratlarda ýa-da fotoplanlarda çyzmagy tuşda, goýlan ölçegleri saklamak bilen, anyk geçirilýär. Gidrografiýanyň elementleri ýaşyl; relýef goňur; mazmunyň galan ähli elementleri gara tuş bilen çyzylýar.

Meýdan deşifrlmek hadysasy bilen elementleriň hil we mukdar häsiýetnamasy kesgitlenilip, olar bolsa kartada ýazylmalydyr. Maglumatlaryň käbiri merkezi we ýerli guramalardan ýygnaýar.

Ýygnaýan maglumatlara: käbir geografiki elementleriniň atlary, ilatly punktlaryň görnüşi, olardaky ilatyň sany, derýalarda gämili gatnawyň barlygy we ş.m.. Ýerli oba, etrap häkimlikleriniň barlygy, senagat kärhanalaryň önümçiliginiň häsiýetnamasy we oba hojalyk kärhanalaryň önümçilik pudaklarynyň görnüşleri, gurluşlaryň materiallary we ş.m. hökmany alynýar.

Häsiýetlendirmegiň beýleki bölegi bolup, deşifrlmek wagtynda, käbir hadysalaryň we elementleriň gelip çykyşy ilatdan soramak we özüni gözegçilik etmegiň netijesinde hem almak bolar. Bu häsiýetnamalara käbir geografiýa desgalarynyň atlary, derýanyň ini we çuňlугy, onuň akýş tizligi, köpriniň ini we uzynlygy, ýük göterijiligi, oba we şäher tipdäki ilatly punktlardaky ýaşaýjylaryň sany, ondaky öýleriň sany we ş.m. görkezmek bolar.

## IV. ÝER ÜSTÜNIŇ RELÝEFINI FOTOPLANDA SURATLANDYRMAK

### 4.1. Umumy düşünje

Fotoplanda ýer üstüniň relýefini suratlandyrmak üçin **tekiz ýerler** geometriki niwelirlemegi we **beýikli-peslikli** ýerlerde trigonometriki niwelirlemegi geçirip, beýiklik torlary döredilýär, olaryň beýiklikleri fotoplana düşürilýär. Soňra, her bir daýanç punktyna menzula, relýefiň häsiýetli nokatlaryna yzygiderlikde ornaşdyrylýar. Plany almakda, **KH** tipdäki kipregeli işledilse, ýapgytlyk burçy şu kiperegel bilen ölçenilýär, aralyk bolsa fotoplandan alynýar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we beýiklikleri kesgitlenilip piketleriň ýanyna nokadynyň sag tarapyndaky beýgelmäni **KH** kipregeli bilen kesgitlenende görüş turbanyň nomogrammasyny we menzula reýkasyny peýdalanmak bolar. Beýgelmäni kesgitlemekde piketlerde ornaşdyrylan reýkasyna, görüş turbasynyň sapakly torunyň gorizontalyny guralyň beýikligine seretdirmek zerurdyr.

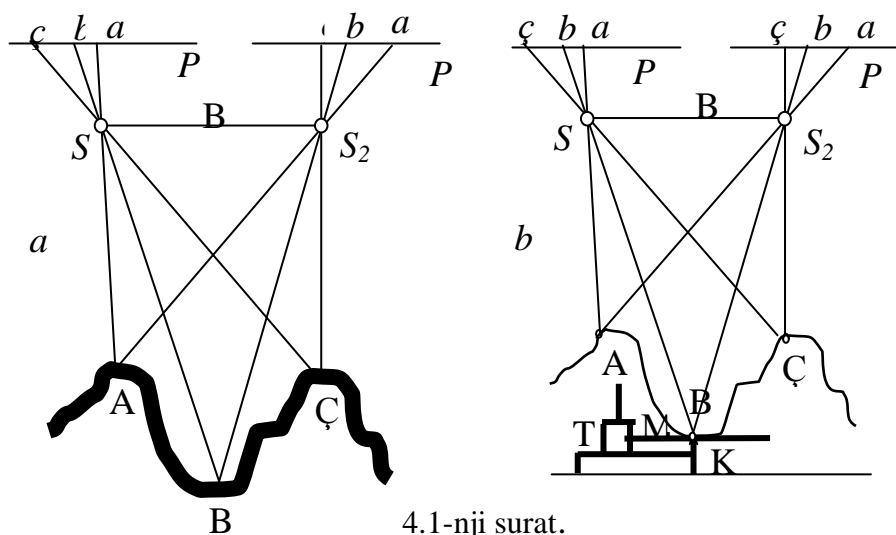
Fotoplanda relýef gorizontallar bilen görkezilýär, plana obýektler şertli belgileri bilen suratlandyrylýar, plana düşmedik obýektleriň(kilometr we ýol görkezijileri, elektrik we telefon çyzyklary, köpri, guýy we beýlekiler) ýagdaýy guralyň kömeginde kesgitlenilip, fotoplana düşürilýär. Fotoplana ilatly ýaşaýyş punkt-lary we beýleki obýektler öz atlary bilen ýazylýar. Fotoplanda relýefi suratlan-dyrmakda menzula bilen plany almakdaky talaplary göz önünde tutulýar. Her bir planşet üçin beýiklikler we sudurlar kalkasy düzülýär. Olara birnäçe daýanç punkt-lary düşürilýär hem-de olaryň tertibi we beýikligi ýazylýar. Fotoplan ýeriň özünde tuş bilen çyzylýar. Birnäçe obýektler kabul edilen şertli belgiler bilen tapawutlandyrylýar.Fotoplany barlap, tapylan kemçilikler şol ýeriň özünde düzedilýär.

Ýer üstüniň relýefini we sudurlaryny plana almakda işledilýän garyşdyrylan (kombinasiýalaşdyrylan) usulyň, menzula bilen plan almak usullaryndan tapawudy, ýerdäki sudurlar gural bilen ölçäp kagyza düşürilýär, bu ýagdaýda fotoplandaky sudurlar şertli belgiler

bilen görkezilýär. Bu usulda plan tiz alynýar we arzan düşýär, wagt sarp etmek iki esse diýen ýaly kemelýär. Garyşdyrylýan usul esasan tekiz ýeriň çägiň uly **1:10000**, **1:50000** we **1:200000** masştably topografiki kartalaryny düzmeklikde ulanylýar. Häzirki wagtda topografiki kartalary aýratyn stereotopografiki usulynda düzülýär.

## 4.2. Stereotopografiki plan almak

Stereotopografiki plany almak diýende, bir-birini belli bir derejede üstme-üst gaplap durýan goşa aerosuratlaryň kömeginde ýeriň üstüniň optiki(stereo) modeliniň emele gelşi we stereomodelde hususy fotogrammetriki gurallar bilen ölçeg işlerini geçirip topografiki karta düzmeklige düşünilýär.



Stereofotogrammetriki usul garyşdyrylan usulyň kämilleşdirilen görnüşidir. Bu usulda hem ýeriň üsti uçardan surata alynýar. Emma, aerosuratlary sudurly plana öwürmek we relýefi gorizontallar bilen teswirlemek, otagly şertlerinde, ýagny topografiki karta düzülýän kärhanada, hususy fotogrammetriki gurallaryň kömeginde ýerine ýetirilýär, ýerde bolsa birnäçe nokadyň ýagdaýy

we beýgel-mesi kesgitlenilýär. Sudurlar berleşdirilen usuldaky ýaly, şol ýeriň özünde ýazyl-ýar. Aerosuraty otagly ýagdaýynda sudurlary plana öwürmeklik we relýefi çyzmaklyk, topografiki kartany düzmeği biraz tizleşdirýär hem-de arzanlaşdyrýar.

Stereofototopografiki usulda her bir çägiň topografiki kartasyny uniwersal we differensial usullarda düzmek bolar. Differensial usulynda birnäçe fotogram-metriki gurallary ulanylýar we olaryň her biri belli hadysany ýerine ýetirýär. Meselem, aerosuratlarda daýanç punktlary köpeltmek maksadynda stereokom-peratordan, plany almagyň torlarynyň punktlaryny gürleşdirmek we relýefi gori-zontallar bilen teswirlemek üçin-stereometrden, aerosuratlardan sudury we rel-ýefi plana geçirmek üçin **projektor** ýa-da **fototransformatoryndan** peýda-lanylýar.

Uniwersal stereotopografiki usulynda topografiki kartany düzmekde aerosu-ratlary içki we daşky elementleri boýunça oriýentirlemek, planşetde relýef we sudurlary teswirlemek üçin hususy, **stereoplanigraf**, **sereoawtograf** we başgalar ulanylýar.

Sudurlary stereofotogrammetriki gurallaryň kömeginde plana düşürmekde, aerosuratlara esaslanyp stereofotogrammetriki gurallarynyň kömeginde ýeriň stereomodeli alynýar. Munuň üçin belli bazisiň(**B**) depelerinde durup alnan goşa aerosurat gerek bolýar. Meselem, **A**-da ýeriň üstünde (**ABC**) uzynlygy **B-e** deň bolan bazisiň depelerinden surata alnyp, goşa aerosuratlar(**P<sub>1</sub>** we **P<sub>2</sub>**) alnan (4.1-nji surat). Bu goşa aerosuratyň fokus aralygy aerofotoapparatyň fokus aralygyna deň, surata almak wagtynda aerofotoapparatyň oky nähili duran bol-sa, iki sany teswirleýji kameralar(**S<sub>1</sub>** we **S<sub>2</sub>**) hem şu ýagdaýda ýerleşdirilip, goşa kameralarda ýerleşdirilen diýip kabul edeliň. Eger-de, kameralar ýöredilse, olardaky aerosurat belli nokatlaryndan aşakda, ugrukdyryjy şöhleler kamerala-ryň obýektiwlerinden geçip özara kesişýär, netijede ýer üstüniň optiki (stereo) modeli emele gelýär. Stereomodeliň masştaby proyeksiýalaryň merkezleriniň aralygyna baglydyr. Stereomodelde ölçeg işlerini ýerine ýetirmek üçin teswirle-megiň kameralarynyň aşagynda ekran(**E**) ornaşdyrylýar. Ekranyň ýokarsyna hususy ölçeg markasy(**M**) bolan kömekçi gural(**T**) ornaşdyrylýar. Kömekçi guralyň markasyny stereomodeliň aýry nokadyna dogurlanda

galamly nokadyň ortogonal proyeksiýasyny ekranyň üstüne goýulan planşete ýa-da kagyza çy-zylýar. Şeýle marka stereomodeldäki aýry suduryň boýuna ýöredilende hem şu suduryň ortogonal proyeksiýasy kagyza çyzylýar. Netijede planda suduryň masştabda kiçeldilen teswiri emele gelýär. **Multipleks we goşa proyektorly fotogrammetriki** gurallarda geçirlen shemada düzülendir. **Stereoplanigraf we sterograf** hem degerli şu shemada düzülendir.

### 4.3. Relýefi stereofototopografiki usulda plana almaklyk

Ýer üstüniň stereomodelini emele getirmek we aerosuratlardaky sudurlary kagyza çyzmagyň wagtynda nähili gurallar işledilýän bolsa, relýefi gorizontallar bilen teswirlemekde hem şu gurallardan peýdalanylýar. Eger ekranyň üstüne ornaşdyrylan ölçeğ guralynyň markasyny, belli beýgelmä göterip goýup, guraly stereomodel boýunça ýöretsek, guralyň galamy belli beýgelmede gorizontaly çyzýar. Soňra, marka ýene-de beýgelmä göterip, ikinji gorizontaly çyzylýar. Ek-ranyň üstüne kagyzy goýup, şu ýagdaýda birnäçe gorizontallary geçirmek bolar.

Häzirki wagtda ählitaraplaýyn(uniwersal) usulda topografiki karta düzmekde *Ramanowskiniň stereoproýektory*, *Drobyşýewiň stereografy*, *multipleks* we beýleki fotogrammetriki gural-lary ulanylýar.

Aerosuratlardan peýda-lanyp nokatlaryň beýikligini differensial usulda kesgitlenişini aşakdaky ýaly düşündirmek bolar. Mysal hökmünde  $S_1$  we  $S_2$  no-katlardan surata almagyň netijesinde  $L$  we  $R$  suratlar alnan diýeliň (4.2-nji surat). Surata almagyň wagtynda aerofotoap-paratynyň oky wertikal ýagda-ýynda dur diýeliň, ýagny aero-suratlaryň ýapgytlyk burçy nula deň. Suratlara görä şu aşakda-kylary alarys:

$$\frac{B}{H-h} = \frac{aa''}{f_k} \quad \text{ýa-da} \quad \frac{B}{H-h} = \frac{x_a - x_a'}{f_k}; \quad \frac{B}{H} = \frac{O_1O_2'}{f_k}.$$

Bu ýerde  $x_a - x_a'$  we  $O_1 O_2^I - A$  we  $O$  nokatlaryň paralaksy;  $x_a - x_a' = P_a$  ;  $O_1 O_2^I = P_{o1} = b$  bolsa  $A$  we  $O$  nokatlaryň paralaksy aşakdakylara deň bolar:

$$\Delta P = P_a - P_{o1} = \frac{B \cdot f_k \cdot h}{(H - h) \cdot H}.$$

Bu ýerde  $B = b \cdot h / (H - h)$  bolanlygyndan, başlangyç nokada we beýikligi kesgitlenen nokatlaryň paralaksalarynyň tapawudy şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\Delta P = \frac{b \cdot h}{H - h}.$$

Beýikligi kesgitlenen başlangyç nokada baglylykda beýgelmeleri şu aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$h = \frac{\Delta P \cdot H}{(b + \Delta P)},$$

Bu ýerde  $H$  - başlangyç nokadyň surata almagyň beýikligi;  $b$  - bazisiň uzynlygy (ol jübüt aerosuratlarda esasy nokatlaryň aralygyna deň).

Tekiz ýerde paralaks tapawutlarynyň bahasy örän kiçi ( $0,3 - 0,4 \text{ mm}$ ) bolýar; şoňa görä bu ýerde beýgelmek aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanylýar:

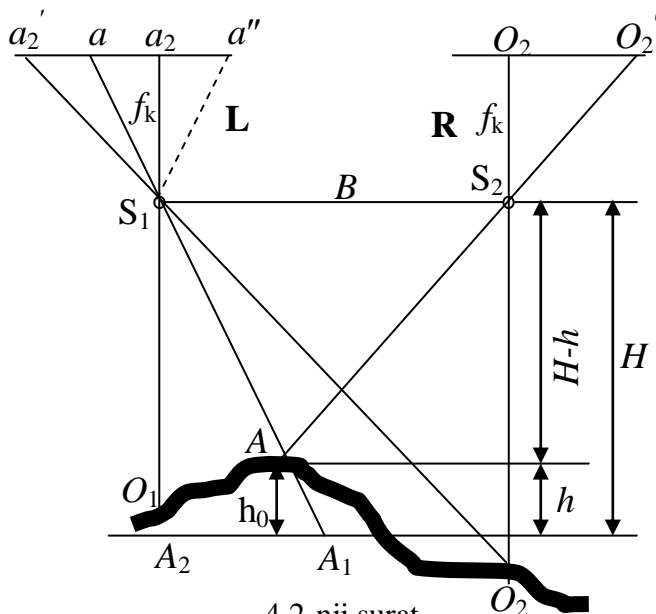
$$h = \frac{\Delta P \cdot H}{b}.$$

**1-nji mysal.** Eger-de  $H = 1100 \text{ m}$ ,  $b = 55 \text{ mm}$  we  $\Delta P = 18 \text{ mm}$  bolsa, onda beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

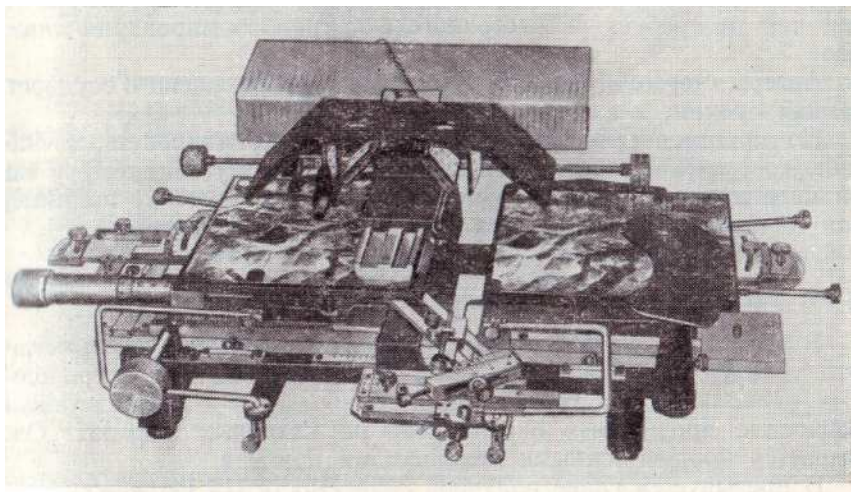
$$h = \frac{1,8 \cdot 1100}{55 + 1,8} = 34,4 \text{ m}.$$

**2-nji mysal.** Eger-de  $H=600\text{ m}$ ,  $b=55\text{ mm}$  we  $\Delta P=0,2\text{ mm}$  bolsa, onda beý-gelme şu aşakdaky baha deň bolar:

$$h = \frac{600 \cdot 0,2}{52} = 2,3\text{ m.}$$



Aerosuratlardaky nokatlaryň **boýlama paralaksynyň** tapawutlaryny ölçäp, bu nokatlaryň beýgelmesini tapmak bolar. Emme, ýokarda getirilen formulalardan aerofotoapparatyň gorizontaly ýagdaýynda ornaşdyrylyp alnan aerosuratlar üçin peýdalanmak bolar. Aerosuratlar belli ýapgytlyk burça eýe bolanlygyndan, ölçen boýlama paralaksynyň tapawutlaryna düzediş girizmek dogry gelýär. Aero-suratlaryň **boýlama** we **aýlanma** burçlary hem-de surata almagyň beýikliginiň özgerenligi üçin girizilýän düzedişler, aerosuratlaryň daşky oriýentirleniş elementlerini ölçäp düzedilen formulasyndan we grafikleriň kömegi bilen tapylýar.



4.3-nji surat. Stereometr.

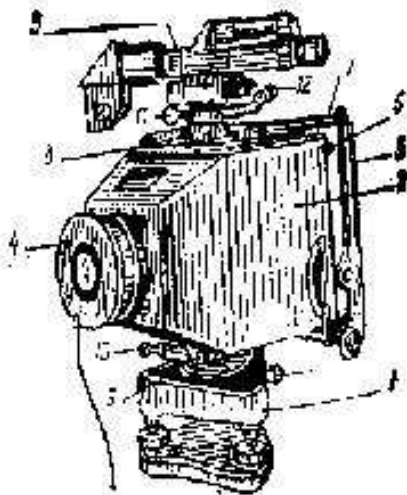
Stereoskopiki stereokomperator, paralaktiki çyzgyçly stereometriň kömeginde ölçenen paralaks tapawutlary aerosuratlaryň bahasyna aerosuratlaryň ýapgytlygy üçin düzedişi girizmekde analitiki usuly ulanylýar. Şonuň üçin şular ýaly gural-lar piketleriň beýikligini kesgitlemekde işledilýär.

Paralaksynyň tapawutlaryny ölçemek hadysasynda, düzedişi girizmegiň uly ähmiýeti bar. Şu maksatda **Drobyşýewiň** stereometrinden peýdalanylýar (4.3-nji surat). Bu gural boýlama paralaksynyň tapawudyny ölçemek bilen bir hatarda, olara aerosuratyň ýapgytlygy üçin awtomatiki düzedişi girizilýär. Ýer üstüniň stereomodelini emele getirmek üçin stereometr **dört aýnaly 2 esse ulaldyş koeffisiýentli** stereoskop bilen özgerdilýär. Bu stereoskop aerosuratlar ýerleşdirilen galtekleriň üstüne ornaşdyrylandyr. Ölçeğiň dowamynda jübüt aerosuratlaryň çep suraty, çep galtekde we sag suraty bolsa, sag galetege ýerleşdirilýär. Her bir galtegiň üstünden geçen sapak, markanyň hyzmatyny ýerine ýetirýär. Sapaklar galtekleriň üstüne mahsus nurbatlaryň kömeginde berkidilip goýulýar. Ölçeg guralynyň kömegi bilen boýlama paralaksynyň tapawudyny 0,01 mm takyklykda ölçemek bolar.



#### 4.4. Ýerde stereofototopografiki plany almagyň ähmiýeti

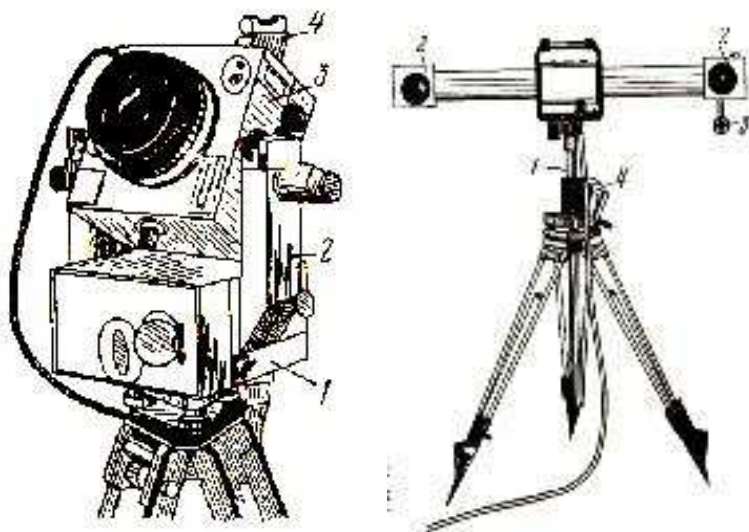
Ýer üstüniň stereofotogrammetriki planyny almaklyk, belli uzynlykdaky bazisiň iki uýyndaky nokatlarda durup, ýer üstüni fototeodolit bilen surata alynýar we bu suratlar fotogrammetriki gurallarda işlenilip nokatlaryň koor-dinatlary hasaplanylýar hem-de ýer üstüniň kartasy ýa-da plany düzülýär. Bu usul başgaça **fototeodolit bilen plany** almak usuly diýip hem atlandyrylýar. Dagly sebitleriň uly masştably planlaryny düzmekde, geologiki, geobotaniki, ýol gurluşyk, arhitektura we beýleki gurluşyk işlerinde inženerli binalarynyň defor-masiýasyny kesgitlemekde we şular ýaly beýleki işlerde stereofotogrammetriki usul giňden ulanylýar. Bu ýagdaýda hem işler *ýerde surata almak* we *kärhanada otagly* ýerine ýetirilýän ýaly toparlara bölünýär.



4.4-nji surat. “Geodeziýa” tipdäki fototeodolit.

Stereofototopografiki plany almakda işledilýän fototeodolitleri köp görnüşlidir. Olar alnan fotosuratlaryň ölçegi, fokus aralygy, obýektiwiň görüş tur-basynyň görüş burçy we beýleki häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawut-lanýarlar. Öňki SSSR-de

işlenilip çykarylan “**Geodeziýa**” tipindäki fototeodoli-diniň umumy görnüşi 4.4-nji suratda berlendir. Onuň esasy bölegi metal goýguç(1), kamera(2) hem-de oriýentirlemek üçin ulanylýan guraldan(3) ybarat. Kameranyň ön tarapynda obýektiw(4) yz tarapynda rama(5), üstüne bölek bahasy 20-30” bolan iki sany urowen(7 we 8) ornaşdyrylandyr. Ýer üstüni surata almakda rama fotoplastinkaly kasseta(6) ýerleşdirilýär. Kameranyň berkidiji nurbaty(9) we mikrometriki nurbaty(10) bardyr. Şular ýaly nurbatlar (11 we 12) oriýentirlenmek üçin ulanylýan guralda hem bardyr. Limbi we görüş turbasy hem-de hasaply mikroskopyndan ybarat bolan guralynyň kömeginde teodolidiň kamerasynyň optiki okuna we bazisli çyzygyna baglylykda, perpendikulýar ýag-daýa getirilýär we belli burça öwrülýär.



4.5-nji surat. Fototeodolit. **Foteo-19/1318(GFR)**

**Foteo-19/1318(GFR).** Bu fototeodolit metal goýguçdan, kameradan we ori-ýentirden ybaratdyr(4.5-nji surat). Kameranyň gutysy(korpusy) ýeňil ýasalan bolup, onuň aýlanma oky metal goýgujynyň wtulkasyna girizilip, metal goýguja ornaşdyrylýar.

Kameranyň ýokarsynda iki sany silindrik urowen we oriýen-tirleýji guraly, ol bolsa obýektiw, obýektiwiň gapma-garşylykly tarapyna bolsa rama ornaşdyrylandyr. Ramada iki sany jübüt koordinata belgileri bolup, ýer üstüni surata almakda şu belgiler surata düşýär. Ýer üstüni surata almakda rama  $13 \times 18$  sm ölçegli fotoplastinka ornaşdyrylan bolup, oky **30 mm** ýokara göterip we **45 mm** aşaga düşürilýär. Obýektiwiň göterilen ýa-da düşürilenligi hasaply bölekden bilip bolýar.

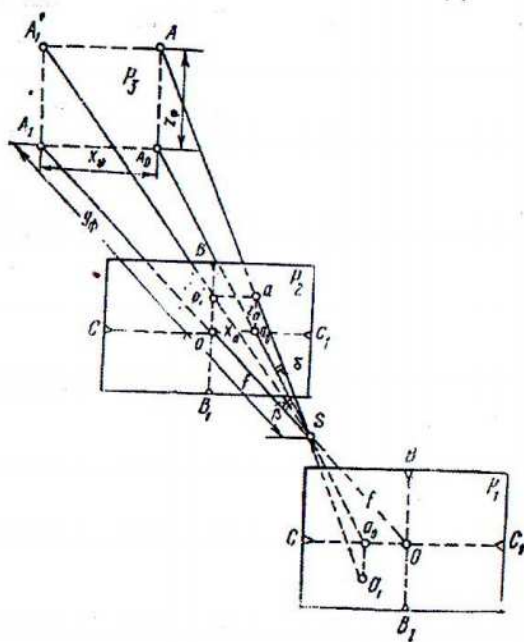
Ýer üstüniň suratyny almakda, obýektiw nähili ýagdaýda dursa, şu ýagdaýda negatiwde indeks-çyzygy görnüşinde teswirlenilýär. Kameranyň fokus aralygy **19 sm**; görüş meýdany gorizonta ýönelişde **50°**, wertikal ýönelişde bolsa **38°-a** deň bolýar. Kameranyň optiki oky, bazis çyzyga baglylykda perpendikulýar ýerleşdirmek hem-de belli burça öwürmeklik üçin kameranyň üstündäki oriýen-tirlemek guralyndan peýdalanylýar. Oriýentirlemek guraly limb, görüş turbasy we hasaply mikroskopyndan durýar. Kamera öz okunyň daşyndan aýlandy-rylanda, onuň bilen birlikde limb hem aýlanýar. **Foteo-19/1318** fototeodolidiniň kamerasynyň oriýentirleýji guralynyň gorizonta we wertikal limbleri bardyr. Wertikal limb bilen bazisiň ýapgytlyk burçy ölçenilýär, limbiň takyklygy  **$\pm 1'$ -a** deňdir. Bu fototeodolidiň toplumyndaky **Foteo-020** teodolidi bilen gorizonta we wertikal burçlary **6"** takyklykda ölçemek bolar. Bazisiň uzynlygy **2 m** bolan inwar reýkasy we teodolidiň kömeginde paralaktiki burçy ölçemegiň esasynda hasaplanyp çykarylýar.

Häzirki zaman fototeodolitlerinden şu aşakdakylary sanamak bolýar: fotoka-meralar **Photheo 19/1318**, **UMK 10/1318**, **SMK 5.5/0808** we ş.m.

#### 4.5. Suratda nokadyň fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek

Düşnükli bolmagy üçin 4.6-njy surata seredip geçeliň, *S*-fotokameranyň obýektiwiniň baglanyşdyryjy nokady, *P*<sub>1</sub>-negatiwiň tekizligi diýeliň. Obýektiwiň optiki okunyň, negatiwiň tekizligi bilen kesişen **O** nokady, ýer üstüniň suratynyň esasy nokady bolýar.

Suratda esasy nokadyň ýagdaýyny tapmak üçin fotoka-meranyň ramkasyndaky koordinata belgileriniň ( $B$  we  $B_1$ ,  $C$  we  $C_1$  nokatlary) suratdaky ýagdaýlary, göni çyzyk bilen birleşdirilýär, olaryň kesişen nokady suratyň esasy nokady bolup hasaplanylýar. Meselem, ýerdäki **A** nokada negatiwiň tekizliginde  $a_1$  nokat bilen teswirlenilýär. Ýer üstüniň negatiwli suratyny almak üçin, surata alynýan ýer (meselem, **A nokat**) bilen obýektiwiň baglanyş-dyryjy nokadynyň (**S**) aralygynda ýerleşdirilen diýip hasap edilýär. Eger-de, suratyň  $\mathbb{C}\mathbb{C}_1$  oky gorizontaly ýagdaýynda, esasy nokat kameranyň optiki oky (**SO**) dogrusynda hem-de baglanyşdyryjy nokatdan, kameranyň fokus aralygyna ( $f$ ) çenli bolsa, positiw surat (**P<sub>2</sub>**) ýer üstüniň merkezi proyeksiýadaky teswiri, obýektiwiň baglanyşdyryjy nokady proyeksiýanyň merkezi bolup hasaplanylýar.



4.6-njy surat. Berlen nokadyň fotogrammetriki koordinatlarynyň kesgitlenişi.

Nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek üçin esasy nokada baglylykda duran ýeriňi görkezýän sanlary tapmak gerekdir. Meselem, ýerdäki **A** nokadyň proyeksiýadaky ýagdaýy **P<sub>2</sub>** suratda *a* bilen belgilenen. Eger-de suratdaky **ÇÇ<sub>1</sub>** çyzygy **X** ok **BB<sub>1</sub>** çyzygy **Z** oky diýip kabul etsek, onda *a* nokadyň koordinatlary  $Oa_o=X_a$  we  $a_oa=Z_o$  bolýar. Bu ýerdäki punktyň surat-daky **tekiz fotogrammetriki** koordinatasydyr. Diýmek, suratdaky esasy nokadynyň(**O**) koordinatasy belli diýip kabul etsek, suratdaky her bir nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlaryny, şu nokatlaryň esasy nokada baglylykda ýag-daýyny bilmek bolar.

Suratda çyzyklaryň arasyndaky gorizonta we wertika burçlary polýar koordinatlar ulgamy usulynda tapmak bolar. Bu ýagdaýda, fotokameranyň obýektiwiniň merkezi(**S**) polýar nokady bolup, fotokameranyň optiki oky(**OS**) bolsa, polýar oky bolup hyzmat edýär. Meselem, suratdaky gorizonta  $\beta$  we wertikla  $\delta$  burçlary kesgitlemek üçin gerek diýeliň,  $SOa_o$  göni burçly üçburçlyga esaslanyp gorizonta burçy:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Oa_o}{SO}.$$

Bu ýerde  $Oa_o=X_a$ ;  $SO=f$  bolanlygyndan şu aşakdakyny alarys:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{X_a}{f}.$$

$Sa_oa$  göni burçly üçburçlyga esaslanyp, wertika burçy şu aşakdaky ýaly kes-gitlemek bolar:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a_oa}{Sa_o}.$$

Bu ýerde  $aa_o=Za$  we  $Sa_o$ -üçburçlugyň gipetenuzasy bolup, aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$Sa_o = \sqrt{X_a^2 + f^2} \quad \text{ýa-da} \quad Sa_o = \frac{f}{\cos\beta}.$$

Şu ýagdaýda wertikal burçy şu aşakdakylar ýaly hasaplanylýar:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{Z_a}{\sqrt{X_a^2 + f^2}} \quad \text{ýa-da} \quad \operatorname{tg} \delta = \frac{Z_a \cdot \cos\beta}{f}.$$

Diýmek, her bir gorizonta burçy, tekiz fotogrammetriki koordinatanyň bahalary  $X$  we  $Z$  hem-de fotokameranyň fokus aralygy  $f$  - in kömegi bilen ölçemeklik mümkindir.

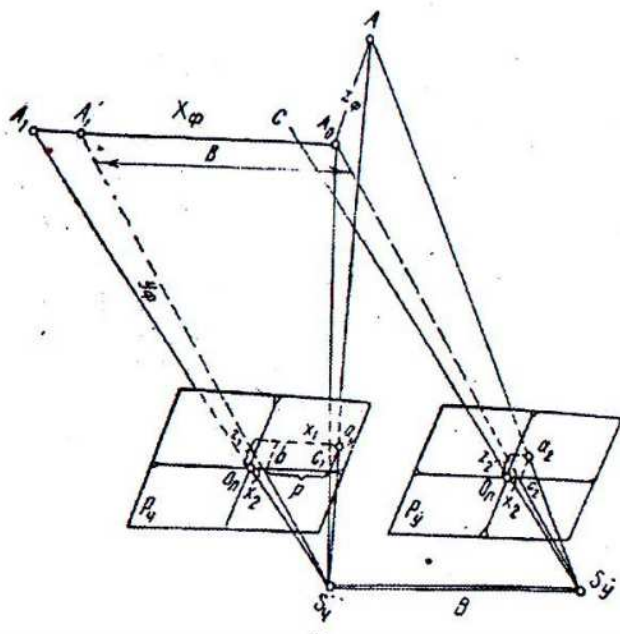
#### **4.6. Nokatlaryň fazaly fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek**

A nokadyň baglanyşdyryjy nokada ( $S$ ) baglylykda ýagdaýyny, onuň fazaly koordinatlary  $Y_F$ ,  $X_F$  we  $Z_F$  bilen kesgitlemek bolar (4.7-nji surat). Bagla-nyşdyryjy nokadyň koordinatasy boýunça plany düzmeklik, kabul edilen koordinata sistemasynda (bu nokadyň geodeziki daýanç punktlaryna baglanyş-dyrmak ýoly arkaly) kesgitlenilýär. Eger-de  $S$  nokadyň koordinatasy göni burçly koordinata ulgamynda kesgitlenilen bolsa, suratdaky  $A$  nokadyň bu nokada baglylykda göni burçly koordinatasy, onuň fazaly koordinatasy boýunça şu aşakdaky formulalar boýunça hasaplap çykarmak mümkindir:

$$X_F = \frac{Y_F}{f} \cdot X_a \quad \text{we} \quad Z_F = \frac{Y_F}{f} \cdot Z_a.$$

Bu ýerde  $f$  - kameranyň fokus aralygy;  $X_a = Oa_1'$  we  $X_a = Oa_1'$  deň (bu ululyklar suratdaky  $a$  nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatasydyr);  $Y_F$ -baglanyşdyryjy nokatdan ( $S$ -den) suratyň

tekizligi,  $P_3$ -e bolan  $A_1S$  aralyga deň bolup, belli uzynlykdaky bazisiň iki uýjndan bir-birine parallel edip alnan goşa suratlaryň kömeginde kesgitlenilýär; Meselem, fotokameranyň belli uzynlykdaky bazisiniň uçlarynda, onuň optiki okuny bolsa, bazise perpendikulýar ornaşdyryp surata alnan diýeliň;  $S_\varphi$ -bazisiň çepdäki baglanyşdyryjy nokady;  $S_s$ -bazisiň sagdaky baglanyşdyryjy nokady, bu nokatlardan çep  $P_\varphi$  we sag  $P_s$  suratlar alnan, suratdaky  $B=S_\varphi S_s$  - bazisiniň uzynlygy;  $S_\varphi A_1$  - optiki okuň fotokameradaky bazisiniň çep ujuna ornaşdyrylandaky ýagdaýy;  $S_\varphi C$  - fotokameranyň bazisiniň sag ujuna ornaşdyrylan ýagdaýy;  $a_1$ -ýerdäki **A** nokadyň çep suratdaky teswiri;  $a_2$  - şu nokadyň sag suratdaky teswiri;  $x_1$  we  $z_1$  -  $a_1$  nokadyň  $x_2$  we  $z_2$  bolsa,  $a_2$  nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatasydyr.



4.7-nji surat. Berlen nokadyň fazaly koordinatlarynyň kesgitlenişi.

$S_\varphi A_1 A_2$  we  $S_\varphi B C_1$  üçburçluklar bir-birine meňzeşdirler. Olaryň beýgelmesi  $S_\varphi A$  we  $a_4 b$  aralyklara deňdir. Çünki  $S_1 A_1$  çyzyk  $A_1 A_o$

göni çyzyga perpendir-kulýardyr. Şoňa göräde şu aşakdaky deňligi alarys:

$$\frac{A_c \cdot A_l}{S_c \cdot b} = \frac{A_o A_l}{b_{c1}}.$$

$S_c A_l = Y_F$ ;  $S_c b = f$ ;  $A_l A_o = B$ ;  $b_{c1} = x_1 - x_2 = P$  bolanlygyndan şu aşakdakylar gelip çykýar:

$$\frac{Y_F}{f} = \frac{B}{P} \text{ onda } Y_F = \frac{B}{P} \cdot f.$$

Diýmek,  $Y_F$ -yň bahasy kesgitlemek üçin fotokameranyň fokus( $f$ ) aralygyny, surata almagyň bazisiniň( $B$ ) uzynlygy hem-de koordinatasy kesgitlenýän noka-dyň çyzykly paralaksynyň( $P$ ) belli bolmagy gerekdir. Fotokameranyň fokus aralygy onuň pasportynda berlen bolýar, bazisiň uzynlygy ýerde gönüden-göni ölçenilýär. Çyzykly paralaksy sag we çep suratlarda nokadyň tekiz fotogrammetriki koordinatlarynyň tapawudyna deň bolup, ýer üstüniň jübüt suratlarynda ölçenilip tapylýar.

Ýokardaky formuladaky  $Y_F$ -yň ornuna, onuň bahalaryny goýsak, nokadyň fazaly gönüburçly koordinatlary aşakdaky bahalara deň bolar:

$$X_F = \frac{B}{P} \cdot a_1 \quad \text{we} \quad Z_F = \frac{B}{P} \cdot Z_1.$$

Bu ýerde  $B$ -surata almagyň bazisiniň uzynlygy;  $P$ -çyzykly paralaksy;  $X_1$  we  $Z_1$ -nokadyň çep suratdaky fotogrammetriki koordinatlary.

Fotokameranyň optiki okuny belli burça öwürüp alnan suratlarda şu aşakdaky formulalar boýunça kesgitlenilýär:

$$Y = \frac{B}{P} \cdot f \cdot (\cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi);$$



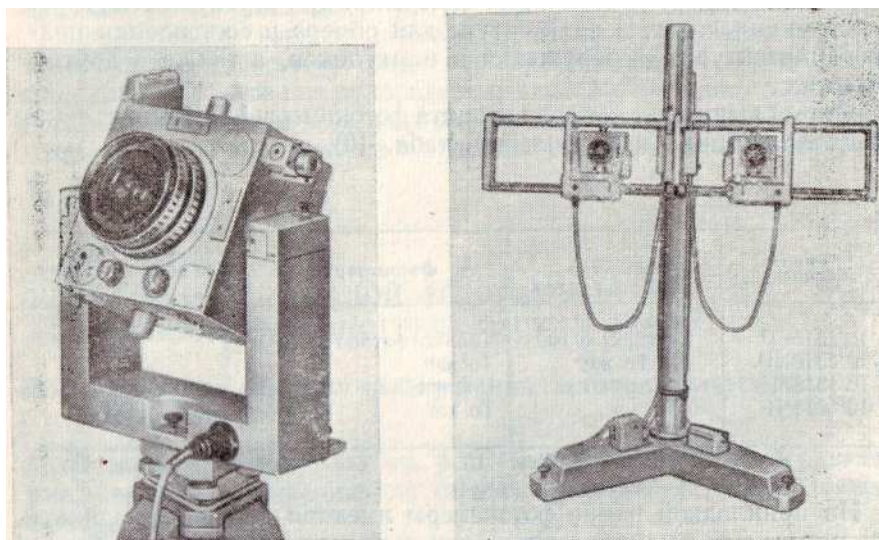
$$a = B \cdot \frac{X_{sag}}{P} \cdot (\cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi);$$

$$Z = B \cdot \frac{Z_{Cep}}{P} \cdot (\cos \varphi \pm \frac{X_{sag}}{f} \cdot \sin \varphi).$$

Fotokameranyň optiki oky çepe öwrülen bolsa, öwrüliş burç( $\varphi$ ) bahasy otrisatel, saga öwrülen bolsa poližitel bolýar.

#### 4.7. Fototeodolit bilen plan almakda ýerde edilýän işler

Teswiri (proýekti) düzmekde surata almagyň bazislerini saýlamak gerek bol-ýar. Bazis köplenç ýerdäki ýörelgä parallel edilip alynýar. Bazisleriň sany we uzynlygy planyň masştabyna we ýer üstüniň häsiýetine, çylşyrymlylygyna bag-lydyr. Meselem,  $1 \text{ km}^2$  ýeri  $1:1000$  masştabda plan almakda, bazisleriň sany 3-5,  $1:2000$  masştabda 2-4,  $1:5000$  masştabda 1-3 we  $1:10000$  masştabda bolsa 1-2 sany bolmagy hökmanydyr.



4.8-nji surat. Fototeodolidiň dürli tipleri.

Bazisler bilen birlikde, her bir jübüt suratda üç sany barlag nokatlary alynýar. Bu nokatlar planyň näçe takyk alynýanlygyny barlamak hem-de düzedişleri girizmek üçin gerek bolýar. Barlag nokatlarynyň sypatynda triangulýasiýanyň, poligonometriýanyň we analitiki torlarynyň punktlaryndan hem-de görünüp duran obýektlerden peýdalanylýar. Şular ýaly obýekt bolmadyk halatlarynda, barlag nokatlarynyň ýagdaýy çelgi, marka we beýleki belgiler bilen belgilenilýär (4.8-nji surat).

Ýeriň üstüni surata almakda şu aşakdaky işler ýerine ýetirilýär: bazisiň uçlaryna ştatiw, ştatiwe metal goýguç ornaşdyrylýar, bazisiň çep ujyna meral goýguçly **nyşanally marka**, sag ujundaky metal goýguja bolsa fotokamera ornaşdyrylýar; fotokamera galtek(kasseta) ýerleşdirilýär; kameranyň optiki oky, çep tarapy surata alar ýaly edilip dogurlanylýar, tertipleýji bölek belli stansiýa-nyň tertibi we **BL** indeksi goýulýar, kasseta açylýar, fotoplýonka rama gysylýar; obýektiwiň aşaky böleklerini surata düşer ýaly dogurlanylýar, kamera öwrülip, oriýentirleýji guraly nyşanalaýjy marka tarap seretdirilýär, uroweniň nul düwmesi nul punkta getirilýär we şu ýagdaýda surata alynýar. Kasseta ýapylýar, fotokamera täze kasseta goýulyp, AFA-nyň optiki oky adaty ýagdaýa getirilýär-de, ýeriň üsti surata alynýar. Optiki ok sag bazise baglylykda, belli burça öwrülüp, ýeriň üsti surata alynýar, bazisiň sag ujunda iş gutarýar, nyşanalaýjy marka bazisiň sag ujundaky ştatiwe, fotokamera bolsa çep ujundaky ştatiwe ornaşdyrylýar. Bu stansiýada hem ýeriň üsti ýokardaky ýaly üç gezek surata alynýar.

Ýeriň üstüni surata almakda, fotokameranyň optiki oklary bir-birine takyk, parallel bolmagy hökmanydyr, olarynyň parallelligi  $\pm 5''$ -dan geçmezligi, optiki oky bazise baglylykda öwürmekdäki ýalňyşlyk bolsa  $\pm 30''$ -dan uly bolmazlygy gerekdir, uroweniň düwmesiniň merkeze getirmeginiň takyklygy  $\pm 20''$  bolmagy şertdir.

Fototeodeolit bilen plan almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler aşakdakylardan ybaratdyr: bazisiň uzynlygynyň ýapgytlyk we direksion burçlaryny ölçemeklik; bazisiň çep ujunyň planly koordinatlaryny we beýikligini kesgitlemek; her bir jübüt suratda üç

sany barlag nokatlarynyň planly koordinatlaryny kesgitlemek ýaly işlerden durýar.

Bazisiň uzynlygy **1:2000** takyklykda uzaklyk ölçējileri bilen ýa-da paralak-tiki poligonometriýa usulynda ölçenilýär. Bazisiň uçlarynyň koordinatlary göni we ters kesişmeler usulynda, analitiki tor ýa-da ýagtylyk uzaklyk ölçējisi poligonometriýasyny geçirmek ýoly bilen tapylýar. Daglyk sebitlerde, bazisiň uçlarynyň beýikligi trigonometriki niwelirmek usulynda kesgitlenilýär. Barlag nokatlarynyň planly koordinatlary bazisiň uçlary ýa-da daýanç pynktlaryndan kesişdirmek ýoly bilen tapylýar. Ölçeg wagtynda barlag nokatlarynyň abrisi çyzylýar.

#### **4.8. Alnan suratlara esaslanyp plany düzmek**

Fototeodeolit bilen alnan suratlara esaslanyp plany düzmekde **analitiki, analitiki - grafiki we grafiki - mehaniki** usullaryndan peýdalanylýar.

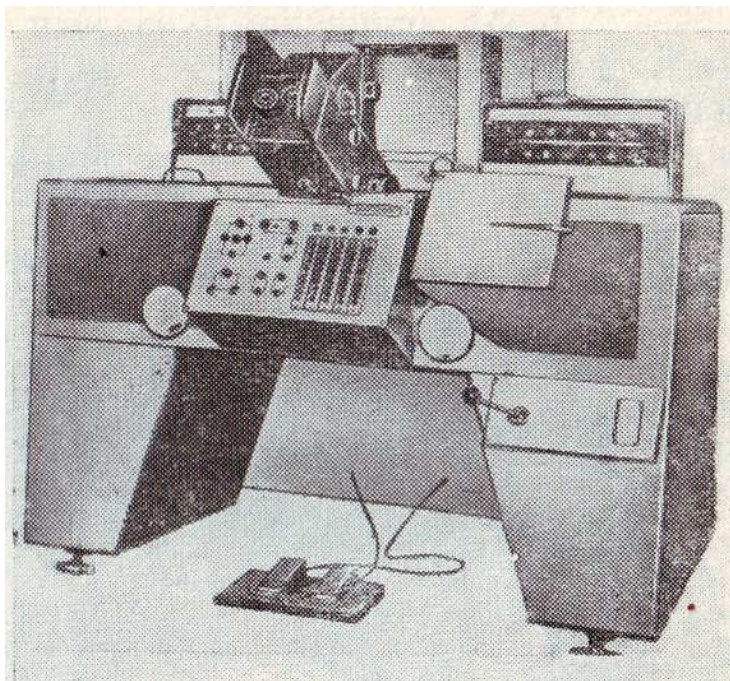
Analitiki usulda suratdaky häsiýetli nokatlaryň planly koordinatlary( $x$  we  $z$ ) hem-de boýlama paralaksynyň(**P**) bahalary stereokomperatoryň kömeginde kesgitlenilýär. Soňra bu nokatlaryň fazaly koordinatlary ýokardaky formulalar boýunça hasaplanyp çykarylýar. Nokatlaryň koordinatlary boýunça plana düşürilýär we beýiklikleri ýazylýar, gorizontallar çyzylýar. Ýerdäki barlag nokatlary, inženerli binaýatlar gurlanda ýerdäki häsiýetli nokatlary, geologiki, geografiki, geomorfologiki we ş.m. agtaryş işlerinde bellenen nokatlaryň koordinatlaryny şu usul bilen kesgitlenilýär.

Suratlardaky nokatlaryň  $x$  we  $P$  bahalaryny seterokomperatoryň (4.9-njy surat) kömegi bilen ölçemek üçin guralyň çep galtegi 1-a, çep surata, sag galtegi 2-ä sag surata goýulýar, soňra  $xx$  we  $zz$  çyzyklar stereokomperatoryň şular ýaly oklaryna parallel bolýança suratlar öwrülýär. Ölçeg markasy ilki bilen stereokomperatoryň nyşanalaýjy guralynyň sazlaýjysynyň kömeginde absissa  $x_0$  we  $z_0$  hem-de boýlama paralaksy  $P_0$  şekilleriň nul bahasyna dogurlanylýar. Soň-ra, stereokomperatoryň 3 we 4 şturwallary hem-de gorizont paralaksynyň kömeginde stereomodeldäki ýagdaýy kesgitlenýän nokada nyşanalanýar we her

bir nokat üçin deňişli hasaply böleklerden(şklalardan)  $x'$ ,  $z'$  we paralaks nurbatdan  $P'$  hasaplar alynýar we hususy žurnala ýazylýar. Žurnaldaky ýazuw-lardan, nokatlaryň fazaly koordinatlary  $x$ ,  $y$  we  $z$  kesgitlenilýär. Nokatlaryň beýikligi aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanylýp çykarylýar:

$$H = H_0 + z + r.$$

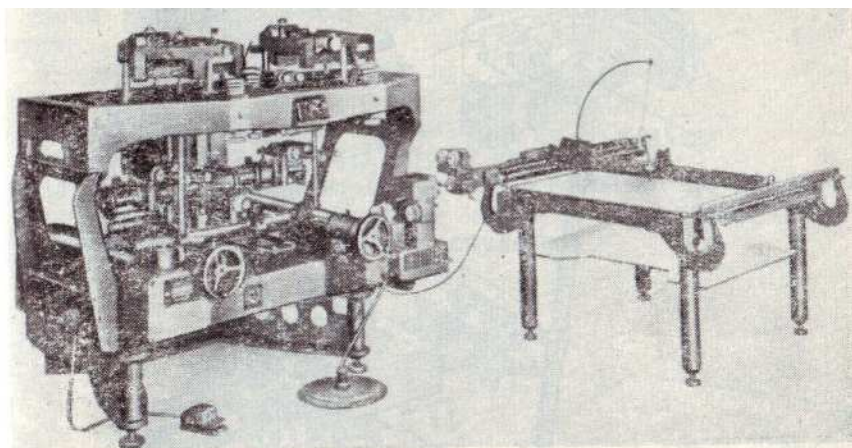
Bu ýerde  $H_0$ -fototeodeolidiň obýektiwini baglanyşdyryjy nokadyň beýikligi;  $r$ -ýeriň güberçekligi we refraksiýasy üçin girizilen düzediş. Bu düzediş deňişli formulalaryň kömeginde ýa-da deňişli tablisadan tapylýar.



4.9-njy surat. Stereokomperator.

Häzirki wagtda **GDA-nyň** ýurtlarynda işlenilip çykarylan **CK-3** we **Seýss** (GFR-da) **1818** markaly stereokomperatorlary ulanylýar. Stereokomperatoryň ornuna **F. B. Drobyşýewiň** tekli

eden **CM-3** we **CM-4** *prisizion stereometrleri* hem işledilýär. Soňky ýyllarda ölçeğiň netijelerini perfokarta, perfolenta, magnit diskiňe awtomatiki ýazylan ýa-da nokatlaryň taýýar koordinatlary kagyza awtomatiki ýazylyp barylýan stereokomperatorlar işlenilip çykaryldy. Şulara mysal edip **CKB-1** streokomperatory we Seýss firmasynyň (GFR) işläp çykaran stereometri olaryň biridir.



3.10-njy surat. Stereoawtograf.

Grafiki - mehaniki usulda plany düzmekde **F. N. Drobyşýewiň** döreden stereoawtografy işledilýär. Bu gurallar ýeriň kartasy ýa-da planyny, trassanyň uzabo-ýuna we keseligine profillerini we arhitektura ýadygärlikleriniň taslamalaryny awtomatiki ýagdaýda çyzýar. **F. B. Drobyşýewiň** stereoawtografynyň galteklerine jübüt suratlar ornaşdyrylyp şturwallary aýlandyrylanda galtekler herekete gelýär (4.10-njy surat). Goşmaça galrekleriň birine ornaşdyrylan galam, galtekleriň hereket ýönelşini kagyza çyzyp gidýär, ýagny, nokatlaryň planly koordinatlary ( $x$  we  $y$ ) emele gelýär. Nokatlaryň beýikligini hususy hasaba almak meselesinde, bir beýiklige dogrulanyp, planda belli uçastogyň beýgelmesinde gorizontallar bilen çyzmak bolar.

## EDEBIÝATLAR:

1. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
1. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
2. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Eserler ýygyny. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
3. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Döwlet adam üçindir. Aşgabat, 2008
4. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Aşgabat, 2008.
5. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Ahalateke bedewi – biziň buýsanjymyz we şöhratymyz. Aşgabat, 2008.
6. **Gurbanguly Berdimuhamedow.** Täze Galkynyş eýýamy. Aşgabat, 2008.
7. Beýik Saparmyrat Türkmenbaýy. Mukaddes Ruhnama - Aşgabat. 2004.
8. Beýik Saparmyrat Türkmenbaýy. Mukaddes Ruhnama(Ikinji kitap) - Aşgabat. 2004.
9. M. Allakow. Geodeziýanyň esaslary - Aşgabat “Gyzykly elektronika” neşirýaty. 1998. 367 sah.
10. M. Allakow. Geodeziýada we kartografiýada ulanylýan Halkara adal-galarynyň düşündirişli sözlügi - Aşgabat. “Ýlham” neşirýaty. 2002. 24 sah.
11. INTERNET ulagmyndan alnan maglumatlar.
12. Гелдыман Л. М. О назначении, содержании и особенностях изготовления фотокарт – Москва, “Геодезия и картография”. 1971.
13. Исаченко А. Г. Физико-географическое картирование – Санкт – Петербург, Изд-во Санкт-Петербургского университета. 1978.
14. Исследование природной среды космическими средствами. Методическое пособия по составлению карт – Москва. “Недра”. 1989.

15. Кравцова В. И. Космические картографирование – Москва. Изд-во Моск. ун-та. 1977.
16. Книжников Ю. И. Аэрофотометоды в географических исследованиях – Москва. Изд-во МГУ. 1972.
17. Киселёв В.В. Фотограмметрия – Москва. Изд-во “Недра”. 1989.
18. Лабанов А. Х. Фотограмметрия – Москва. Изд-во “Недра”. 1984.

## MAZMUNY:

<b>SÖZBAŞY.....</b>	<b>7</b>
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>9</b>
<b>I. AEROFOTOTOPOGRAFIKI SURATA ALMAK</b>	
1.1. Aerofototopografiki plan almagyň ähmiýeti .....	14
1.2. Ýeriň üstüni surata almakda işledilýän gurallar.....	15
1.3. Ýer üstüni uçardan surata almak.....	21
1.4. Fotolabaratoriýa işleri.....	26
1.5. Aerosuratlaryň geometriki gurluşy we masşaby.....	27
1.6. Aerofotosuratlary taýýarlamak we olar bilen işlemek.....	30
1.7. Perspektiwany we plany gurmak.....	34
1.8. Aerosuratlaryň masşabyny kesgitlemek.....	37
1.9. Planly aerosuratyň masşabyny kesgitlemek.....	38
1.10. Aerosuratlarda bellikleri (opoznaklary) belgilemek we olaryň koordinatlaryny geodeziki usulda kesgitlemek.....	40
<b>II. AEROFOTOSURATA ALMAGA TAÝÝARLYK</b>	
2.1. Howada surata almak üçin taslamany düzmek we ony hasaplamak.....	44
2.2. Fototriangulýasiýa we fotopoligonometriýa.....	53
2.3. Fotoshema, fotoplan we aerosuratlary transformirmek.....	58
2.4. Aerosuratyň oriýentirleniş elementleri.....	62
<b>III. AEROFOTOSURATLARY DEŞIFRIRLEMEK</b>	
3.1. Deşifirlemegiň esasy teoriýasy.....	64
3.2. Deşifirlemegiň görnüşleri.....	70
3.3. Deşifirlemegiň alamatlary.....	74
3.4. Deşifirlemekde ulanylýan fotogrammetriki gurallary.....	82
3.5. Deşifirlemegi geçirmek.....	86
<b>IV. ÝER ÜSTÜNİŇ RELÝEFINI FOTOPLANDA SURATLANDYRMAK</b>	
4.1. Umumy düşünje.....	94
4.2. Stereofototopografiki plan almak.....	95
4.3. Relýefi stereofototopografiki usulda plana almaklyk.....	97
4.4. Ýerde stereofototopografiki plany almagyň ähmiýeti.....	101
4.5. Suratda nokadyň fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek.....	103



4.6. Nokatlaryň fazaly fotogrammetriki koordinatlaryny kesgitlemek.....	106
4.7. Fototeodolit bilen plan almakda ýerde edilýän işler.....	109
4.8. Alnan suratlara esaslanyp plany düzmek.....	111
<b>EDEBIÝATLAR.....</b>	<b>114</b>