

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI**

**MAGTYMGULY ADYNDAKY TÜRKMEN  
DÖWLET UNIWERSITETI**

**MYRAT ALLAKOW**

**AEROKOSMOS SURATLARYNY  
DEŞIFRIRLEMEK**

**AŞGABAT - 2010**

“Aerokosmos suratlaryny deşifirlemek” atly okuw gollanmasynyň mazmunyna aerokosmos şekilleriniň emele gelmegine, surata almak materiallaryna, deşifirlemegiň häsiýetlerine we ş.m. täsir edýän faktorlar degişlidir. Şeýle-de bu ýerde deşifirlemegiň usullaryny we tehnologiýalaryny, wizual we awtomatizirlenen kompýuter deşifirlemeginiň aýratynlyklary, dürli wagtda alnan suratlar boýunça hadysalaryň dinamikasyny kesgitlemek ýaly meselelere hem seredilip geçilýär.

Okuw kitaby Türkmenistanyň ýokary okuw mekdepleriniň kartografiýa, geodeziýa, geografiýa, meteorologiýa, ýer gurluşyk we ekologiýa hünärleriniň talyplary üçin niýetlenilýär. Şeýle-de, kartalary düzmek bilen meşgullanýan inžener-tehnikler peýdalanyp bilerler.

# GİRİŞ

## 1. Umumy düşünje

Bizi gurşap alýan hakykat (dünýä) kesgitlenen häsiýetlere (gurluşlara) eýe bolýan (geometriki, fiziki, himiki we ş.m.) köp sanly obýektler toplумы bilen gurşalandyr. Bu obýektler hem öz gezeginde beýleki köp sanly obýektler bilen özara arabaglanyşyklydyr. Biz şu obýektleriň tapawutlanyş aýratynlyklary boýunça hem ýer üstüni öwrenýäris. Öz gezeginde obýektleriň häsiýetleri dürli usullar bilen kesgitlenilýär. Şeýle-de, surata almagyň netijesi, alnan suratlar boýunça – iki ölçegli şekiller arkaly kesgitlenilýär. Bu suratlar öz gezeginde iki usul bilen, ýagny howadan ýa-da kosmosdan ýörite apparatlaryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.

Kartalara meňzeş bolan suratlar we beýleki geoşekiller hakykatyň gözýetimli (obzorly) modeli hökmünde seredilýär. Hakyky obýektler suratlarda, kiçeldilen görnüşinde berilýär. Ol bolsa, öz gezeginde anyklygy belli derejede ýitirmek bilen berilýär. Onuň netijesinde bolsa, suratlaryň esasy aýratynlygy – kartadaky obýektleriň generalizirlenen görnüşinde berilmegi bilen tapawutlanýar. Ol hem öz gezeginde, kartadaky obýektleriň gurluşynyň (ölçegleriniň, açyklygynyň) ýoýulmagyna sebäp bolýar. Aerokosmos suratlarynyň generalizasiýalaşdyrmak derejesi, ilki bilen surata almagyň tehniki parametrlerine (ilki bilen masştaba) we territoriýanyň tebigy aýratynlyklaryna baglydyr.

Edil şular ýaly faktorlar (masştaby we tebigy aýratynlyklar) bilen kartografiki generalizasiýa hem esaslandyrylýar. Kartografiki we aerokosmos şekillerinde generalizasiýalasdyrmak hadysalarynyň tapawudyny birinjiniň maksada laýyk, tejribeli (oýlanşykly), öňünden belli häsiýete eýedigini, emma ikinjisiniň kesgitlenen öňden görüjiliginin ýoklugy bilen esaslandyrmak bolýar. Aerokosmos şekillerinde emele gelmek teoriýasy häzire çenli belli däldir.

Aerokosmos suratlarynyň ilkinji häsiýeti, aerokosmos şekilleri boýunça geografiki obýektleri tanamak kyn meseleleriň biri hasaplanylýar. Obýektleri aerokosmos suratlaryndan tanamak, kesgitlenen tilsimleri we bilimleri talap edýär. Olardan:

- suratlarda obýektlerden serpiýän şöhleleriň ählisi suratlandyrylman, eýsem olaryň kesgitlenen gurluşlary berilýär. Obýektleriň käbir gurluşlary düýbünden ýitýär, beýlekileri bolsa bölekleyin ýoýulýar;

- obýekt suratda umumylaşdyrylan görbüşinde berilýär, ýagny köp sanly jikme - jikligi bolmaýar;

- suratlarda obýektiň kesgitlenen wagtdaky ýagdaýy görkezilýär, şol bir wagtyň özünde bolsa biz daşky gurşawy ösýän ýagdaýda duýýarys;

- suratda şol bir obýektiň şekili köp sanly faktorlara baglylykda üýtgeýär;

- suratdaky şekiller biziň adaty görşümize mahsus bolmadyk formada berilýär. Bu bolsa adaty bolmadyk rakurs (ýokardan) seretmek ukybyna mahsusdyr.

**Deşifrirmek** – bu aerokosmos suratlaryndan obýektleri tanamak, olaryň gurluşyny we arabaglanyşygyny öwrenmek prosessidir.

Suratlarda öz şöhlenenmesini tapan we obýektleri tanamakda ulanylan gurluşlara **deşifrleýji häsiýetler** (priznaklar) diýilýär.

Informasiýalaryň köplüğinden maglumatlary seçip almak usullary iki sany esasa birleşýär. Olardan:

- **wizual**, fotomateriallar, edil şolar ýaly monitoryň ýaýlymyndaky şekiller bilen işlände emeli döreýän;

- **awtomatizirlenen**, bu bolsa personal kompýuterlerde, has seýrek ýagdaýlarda bu usul üçin niýetlenen ýöriteleşen gurallarda geçirilýär.

artdyrylan görnüşlerde berilýär.

Aerokosmos usullaryndan peýdalanyňy tebigaty goramaga degişli dürli görnüşli meseleleri çözmek bolar. Bu usuly, aýratynda çölleriň tebigatyny goramak maksady bilen ulanylmagy tematiki kartalaşdyrmak bilen baglanyşdyrylmagy giň ýaýlymly mümkinçilikleri döredýär.

Dürli görnüşli aerokosmos usullarynda ulanylýan guraldyr - serişdeleriň tehniki mümkinçiligini bilmek bilen, çöleşmek hadysalaryň üstüni açmak we onuň garşysyna çäreleri amala aşyrmak adamzadyň gönüden-göni borjy hasaplanylýar.

Adamzadyň arid zonalarda täze ýerleri özleşdirmegi, şol ýerlerde zyýanly mör-möjekleriň köpelmegine ýa-da keselleriň ýaýramagyna käbir ýagdaýlarda sebäp bolýar. Şonuň bilen birlikde, ilki bilen zaýаланan ýa-da mör-möjekleriň emele gelen ýerlerini anyklanmak we olaryň ýaýramagynyň önüni almak has-da wajypdyr.

Häzirki wagtda täze zawotdyr – fabrikleriň döredilmegi, olaryň netijesinde adamyň saglygyna zyýanly bolan zäherli himikatlaryň emele gelmegi ýer şarynyň ekologiki ýagdaýynyň erbetleşmegine sebäp bolýar. Bu hadysalary öwrenmekde we hadysalaryň ýaýraýyş dinamikasyny we möçberini kesgitlemekde ýeriň emeli hemralarynyň, korabllarynyň, stansiýalarynyň, uçarlaryň, uçýan tejribehanalaryň döredilmegi ekologiki ýagdaýlary hasaba almakda we belli bir derejede azaltmakda wajyp bahalary alýar.

Aerokosmos usullary bilen ýeriň üstüni surata almakda, häzirki wagtda aýratynda kosmos serişdelerinden alnan sanly we beýleki suratlary, şeýle-de lazerli-lokasion usullary ulanmak bilen ýygňalan materiallar ýer üstüniň landşaft elementleri dogrusynda özünde baý maglumatlary saklaýar. Bu maglumatlar hem öz gezeginde sanly we lazerli – lokasion usullarynyň esasynda alnan geoinformasiýalary sanlaşdyrmak mümkinçiligini döredýär. Bu bolsa ýer üstüniň landshaftyny kompleksli öwrenmäge ýardam berýär.

## **2. Aerokosmos surata almagynyň gysgaça ösüş taryhy**

Howadan seretmegiň we fotografirlemegiň ilkinji gözbaşy XIX asyryň ikinji ýarymyna degişlidir. Fransuz harby serkerdesi Gaspar Turnaşan (Nadar) 1859-njy ýylda Pariž şäheriniň ýakynynda ýerleşýän obany howa şaryndan surata alýar. Rossýada bolsa howadan ilkinji gezek fotografirlemek, XIX asyryň ahýrlarynda harby guramanyň poruçigi M. Kowalenko tarapyndan geçirilýär.

Bu wakadan iki aý çemesi wagt geçenden soňra, rus tehnikijemgyýetiniň agzasy L. N. Zwerinsew Peterburg we Kotlin adasyny howa şaryndan fotografirleýär. Ol bu surata almagyny, deňiz derejesinden 2500 metr beýiklikden geçirýär.

Birinji jahan urşy howadan surata almak usulynyň ösmegine güýçli itergi berýär. Bu ýerde howadan surata almak maksady bilen

ilkinji gezek uçarlar ulanylyp başlanylýar. Şeýle-de, alnan ýeke-täk suratlardan aerosuratlaryň amaly ulanylmagy başlanylýar. 1916-njy ýylda rus goşunynyň ştabynda aýratyn aňtawly ýörite fotometriki bölümler döredilip başlanylýar. Bu bölümiň esasy maksady: aerosuratlary deşifrlemek, netijeleri karta geçirmek we mazmuny doldurylan kartalary gaýtadan çap etmek meseleleri goýlupdyr. Aerosuratlaryň ulanylmagynyň ýene-de bir ädimi hökmünde, podpolkownik M. B. Potteniň ilkinji gezek döreden awtomatiki fotoapparatydyr. Bu fotoapparat bilen surata almak, ýer üstüniň şekilleri ýagtylyk duýgur aýna plastinada döredilmän, eýsem fotoplýonkada geçirilipdir.

Birinji jahan urşunyň tamamlanmagy bilen 1920-nji ýylda Beýik Britaniýada, Fransiýada, ABŞ-da, biz soňrak Germaniýada harby serkerdeleriň ýygnan tejribeleri hojalyk işleriniň ýaýlymlaryna hem ýaýrap ugraýar.

Ikinji jahan urşy hem öz gezeginde howadan surata almak usulynyň täze impulslar bilen kämilleşmegine sebäp bolýar. Ilkinji gezek surata almak prosesinde spektrozonal plýonkalarynyň ulanylmagy amala aşyrylýar. Şu wagtlarda hem ilkinji gezek howadan ýeriň üstüni barlamak üçin radiolokatorlaryň ulanylmagy geçirilýär.

1941-1945-nji ýyllarda öňki SSSR-de uruşdan öň başlanan topografiki kartalary döretmek prosessi dowam etdirilýär. 1949-njy ýylda 1:1000000 masştably topografiki kartasy dolulykda düzülip gutarylýar.

XX asyryň ahylrlary we XXI asyryň başlary kosmos informasiýalarynyň alynmagy we ulanylmagy ýokary depginlere ýetmegi bilen başlanylýar. Bu ýerde Ýeriň üstüni surata almakda lazerli – lakasion usulynyň ulanylmagy aýratyn bellemäge mynasypdyr. Dürli ýurtlaryň birnäçe emeli hemralarynda ornaşdyrylan skanerleriň üsti bilen piksel ölçegden 15 metre çenli we önler kabul edilen 3-4 kanal boýunça maglumatlar geçirilmän, eýsem 7-15 kanala çenli artdyrylan görnüşlerde berilýär.

# I. AEROKOSMOS SURATLARYŇ FIZIKI ESASLARY

## 1.1. Umumy düşünje

Aerokosmos zondirlenmegi bir – biri bilen arabaglanyşykly bölümleri özüne goşýar. Olardan: **inženerli** – **tehniki** aerokosmos usullaryny we **tebigy** – **ylmy** aerokosmos barlaglaryny bellemek bolar. Bularyň birinjisi suratlary almak, emma ikinjisi bolsa olaryň ulanmagy bilen baglanyşyklydyr.

Kartograf we geograf hünärmeniniň aerokosmos suratlary bilen işlemek ukybynyň bolmagy we ondan özüne gerek bolan geoinformasiýany almagy wajyp bahany alýar. Ýokarda bellenen hünärmenlere amalyýetde (praktikada) gurluşy (häsiýetleri) birmeňzeş dürli aerokosmos suratlary ulanmak bilen işlemek zerurlygy hem ýüze çykýar.

Islemek üçin dürli tipdäki aerokosmos suratlaryny almak üçin, ilki bilen şöhlelenmegiň fiziki gurluşy (häsiýetleri), registrirleýji apparatlar we surata almagyň usullary barada bilimiň bolmalydyr.

Aerokosmos zondirlenmeginiň fiziki esaslary we elektromagnit şöhlelenmegini registrirlenmegi fundamental ylmlar hökmünde alynýar. Ol bolsa wagta görä az üýtgeýär. Emma anyk surata almak sistemalary we görnüşleri täze görnüşleri bilen çalşylyp kämilleşdirilýär. Şonuň üçin hem fotosuratlaryň alnyş tehnologiýasyny öwrenmekde, ilki bilen esasy surata alyş sistemalarynyň prinsipial gurluşyna (häsiýetlerine) we aerokosmos surata almagynyň prinsipial aýratynlyklaryna ünsi bermek zerur. Olaryň dogry saýlanyp alynmagy aerokosmos suratlarynyň şekillendiriş we ölçejlilik häsiýetlerine görnetin täsir edýär.

## 1.2. Aerokosmos usullaryň fiziki esaslary

Aerokosmos zondirlenmeginde barlanylýan obýekt baradaky informasiýa şöhlelenmegi registrasiýa etmegiň (hasaba almagyň) netijesine esaslanmak bilen alynýar. Elektromagnit şöhlelenmegi hem öz gezeginde *ultramelewşe*, *ýagtylyk*, *infrogyzyl*, *radio tolkunlar*

görnüşinde kabul edilýär. Bu şöhlelenmeler dürli tolkun uzynlyklaryny alýarlar. Emma olaryň atmosferada ýaýramagy birmeňzeş tizlik - ýagtylygyň tizligi bilen göni çyzykly baglanyşyklydyr. Olar öz garşysynda döreýän päsgelçilik bilen galtaşanda birmeňzeş fiziki kanuna boýun egýär.

### 1.2.1. Elektromagnit spektri

Tolkun uzynlyklary ýa-da ýygylgy (çastotasy) boýunça klaslara bölünen elektromagnit tolkunlarynyň yzygiderligine elektromagnit tolkunlarynyň **spektri** diýilýär (1.1-nji surat). Aerokosmos usullaryň köp sanlysy optiki we ultragysga *0.3 mkm-dan* (mikrometrde) *3 m-e* çenli uzynlykdaky radiotolkunlary ulanmaga esaslanýar.

Optiki tolkunlar *0.001 – 1000 mkm* uzynlykdaky, ultramelewşe *0.001 – 0.4 mkm*, görünýän *0.4 – 0.8 mkm* we infrogyzyl *0.8 – 1000 mkm* diapazondaky tolkunlary alýar. Adam gözünüň reňkleri tapawutlandyryan görünýän diapazony, ýedi reňkli zonalara bölünýär (1.1-nji tablisa).

1.1-nji tablisa

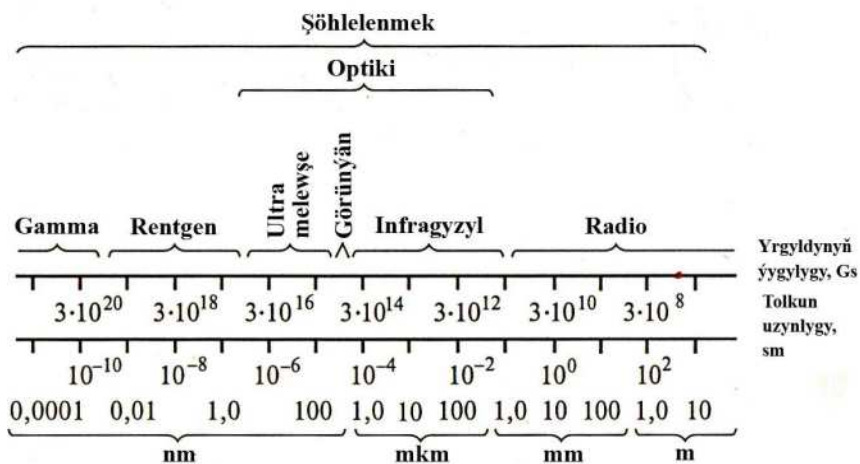
#### Reňkleriň dürli görnüşleriniň gradasiýalary

| № | Reňk                    | Uçastogyň serhedi, mkm | Uçastogyň ini, mkm |
|---|-------------------------|------------------------|--------------------|
| 1 | Melewşe (fioletowye)    | 390-450                | 60                 |
| 2 | Gök(siniý)              | 450-480                | 30                 |
| 3 | Garamtyl ýaşyl(goluboý) | 480-510                | 30                 |
| 4 | Ýaşyl                   | 510-550                | 40                 |
| 5 | Sary-ýaşyl              | 550-575                | 25                 |
| 6 | Sary                    | 575-585                | 10                 |
| 7 | Sarymtyl(oranžewoý)     | 585-620                | 35                 |
| 8 | Gyzyl                   | 620-800                | 180                |

Infragyzyl şöhlelenmeginiň diapazony aşakdaky diapazonlara bölünýär. Olardan: *ýakyn* (0.8 – 1.3 mkm), *ortaça* (1.3 – 3.0 mkm) we *uzyn* (3.0 – 1000 mkm) diapazonlaryny bellemek bolar.



Infragyzył şöhleleriň ýakyn we orta tolkun uzynlyklarynda Günden serpigen şöhleleri alynýar.

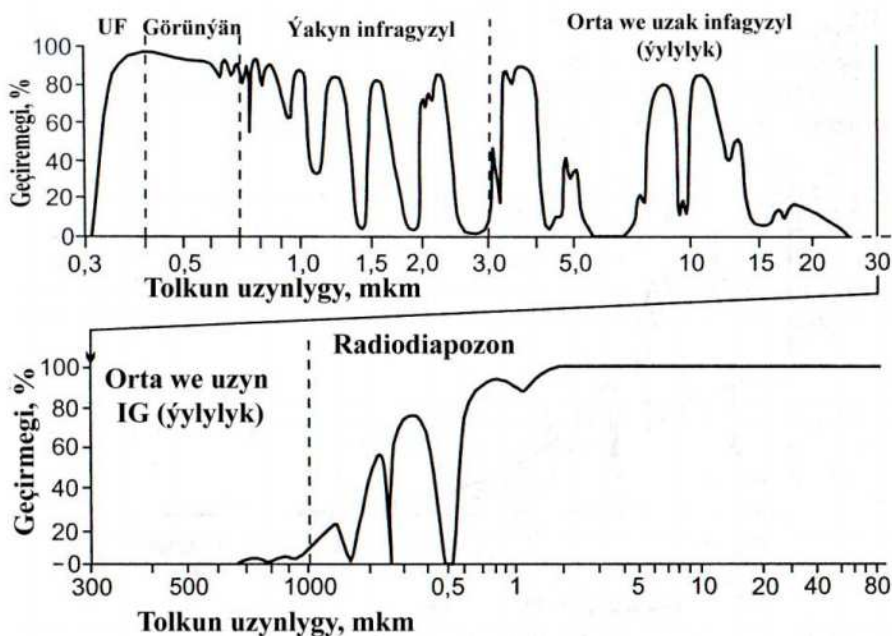


1.1-nji surat. Häzirki zaman aerokosmos usullarynda ulanylýan elektromagnit tolkunlarynyň spektral bölekleri.

Ultragysga radio tolkunlaryň (1 – 10000 mm) alýan spektriniň bölekleri *millimetr*, *santimetr*, *desimetr* we *metr* radio tolkunlara bölünýär. *Santimetr* we *desimetr* uzynlykly radio tolkunlary, köplenç has ýokary ýygylkly diapazondaky radio tolkunlaryna birleşdirilýär. Olarda bolsa, latyn harplary **K**, **X**, **C**, **S**, **L**, **P** bilen uçastoklar tapawutlandyrylýar. Ine şu ýaýlymda hem emeli hemralaryň radioelektron apparatlary işleýär. Bu apparatlaryň işlemegi Halkara ylalaşylan berk fiksirlenen tolkun uzynlygy esasynda geçirilýär. Meselem, Ýeriň üstündäki signaly kabul ediş punktyna hemralardan wideoinformasiýany goýbermek üçin **X** we **S** - diapazondaky 3 we 11 sm-lik tolkun uzynlykly radiokanallary berilýär. Emma, **L** – diapazony (22 sm tolkun uzynlygy) duran ýeriňi kesgitlemegiň halkara ГЛОБАСС (Global nawigation hemrally sistemasyna) we GPS (Global Positioning System) sistemalary üçin niýetlenilýär. Ýeriň üstünden serpigýän *millimetrlik*, *santimetrlik* we *desitimetrlik* radio tolkunlaryň diapazonyny **mikrotolkunlar** diýlip atlandyrylýar.

### 1.2.2. Gün şöhlenenmesi we onuň Ýeriň üstündäki obýektlerden serpikmegi

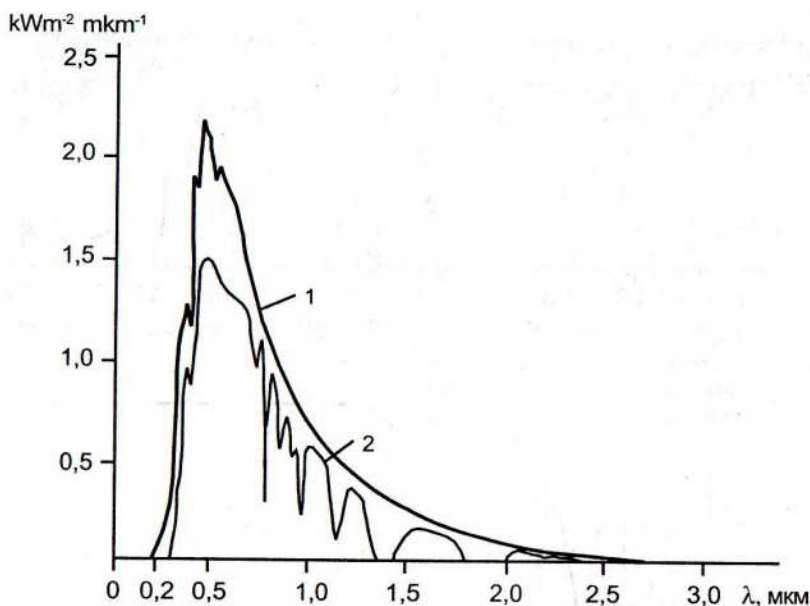
Ýeriň üstüni tebigy ýagtylandyrmagyň esasy çeşmesi Gün hasaplanylýar. Onda dürli görnüşli elektromagnit tolkunlary – ultramelewşeden radio tolkunlara çenli şöhlenenýär. Esasy energiýa  $0.3 - 3 \text{ mkm}$  aralykdaky şöhlenenýän uzynlygyna, maksimum energiýa takmynan  $0.5 \text{ mkm}$  uzynlykdaky tolkuna düşýär.



Atmosferanyň açyklygy.

Obýekt bilen şöhlenenmäniň özara täsirini mukdar taýdan häsiýetlendirmek üçin **absolýut** we **otnositel** ululyklar peýdalanylýar. Absolýut ölçeg üçin iki sistema: **ýagtylyk** ýa-da **fotometriki** (lýumenda) görnüşü ulanylýar. Sistemalaryň ikisi hem görünýän tolkun uzynlygynyň diapazonynda döreýär. Ol hem öz gezeginde energetiki ýa-da radiometriki (wattda) elektromagnit

spektriniň ähli diapazonynda geçirilýär. Otnositel ölçeglerde serpikmek, ýuwutmak, dargatmak we geçirmek koeffisiýentlere daýanmak bilen alynýar. Olaryň ählisiniň jemi elmydama bire deň bolýar, bu bolsa energiýanyň saklanmak kununyňa laýykdyr.



Gün radiasiýasynyň geçişi:

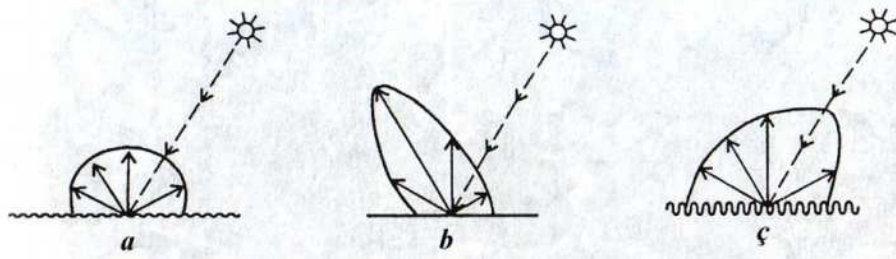
1-atmosferanyň ýokary araçäginde; 2-deňizleriň üstünde.

**Obýektleriň optiki häsiýetnamasy.** Obýektleriň birinji derejeli optiki serpikdiriji häsiýetnamasy, onuň açyklygy durýar. Oňa ilki bilen ýagtylandyryş täsir edýär. Bu bolsa, obýekte Gün şöhlesiniň gönüden göni düşmegi, asman giňişliginiň ýagtylygy serpikmegi, şeýle-de goňşy obýektlerden serpigen ýagtylyk bilen baglanyşyklydyr. Ýeriň üstündäki obýektler üçin integral we spektral açyklyk, açyklyk kontrasty hem-de serpikmegiň indikatrasi has wajyp hasaplanylýar.

### 1.2.3. Şöhlemenmäni elektriki hasaba almak

Aerokosmos barlaglarynda ulanylýan elektromagnit tolkunlarynyň ähli spektrini elektrik priýomnikleriň kömegi bilen hasaba almak bolar. Optiki şöhlemenmegi registrirlemekde esasy jogap elektrik signalyny ýüze çykýar ýa-da şöhlemenmäge gönüden göni priýomnigiň (fotoelektrik effýekti) duýdur elementine täsir etmek ýa-da onuň gyzmagynyň (termoelektrik effýekti) netijesinde geçirilýär. Şunuň bilen baglanyşykda, şöhlenmek priýomnikleri optiki diapazonda foto we termoelektriki ýalylara bölýär. Radiodiapazonda şöhlemenmegi hasaba almak, geçirijide radio şöhlenmesiniň täsir etmegi netijesinde (elektromagnit induksiýa) üýtgeýän elektrik togunyň döremegi bilen alnyp barylýar.

Fotoelektrik priýomnikleri ýa-da fotoelementleri daşky (elektrowakumly fotoelementler, fotoelektron köpeldijileri) we içki fotoelektrik effýekte (ýarym geçirijilere, fotogarşylyga, fotodiodlara we ş.m.) esaslanýar.



Dürli üstlerden serpikmegiň shematiki indikatrissy:  
birmeňzeş üstlerden: a – ortotroply; b – zerkal, birmeňzeş bolmadyk üstler; ç – giň ýaýlymly.

**Termoelektrik priýomnikler.** Ýylylyk infragyzyň şöhlemenmesini hasaba almakda duýgur elementi gyzdyrmak bilen ýuwudylyan şöhleleri reagirlenýän priýomnikler ulanylýar. Termoelektrik priýomnigi, bolometriň işleýiş prinsipi garaldylan metal falganyň gyzdyrylmagy bilen elektrik garşylygynyň üýtgedilmegine esaslanýar. Emma termoizolyatorlarda ýarym

geçirijiler ulanylýar. Olar bolsa, öz gezeginde diňe bir ýagtylyga duýgur bolman, eýsem gyzyrmaga (rtuty öz içine alýan germaniý) hem bagly bolýar. Termoelektrik priýomniginiň ynamly işlemegi, onuň has çuňlaşdyrylan sowadylmagy ( $-200^{\circ}\text{C}$ ) zerurdyr. Termopriýomnikler fotopriýomnikler bilen deňeşdirende pes duýgur we şöhlelenmäniň täsirini gowşak reagirleýär.

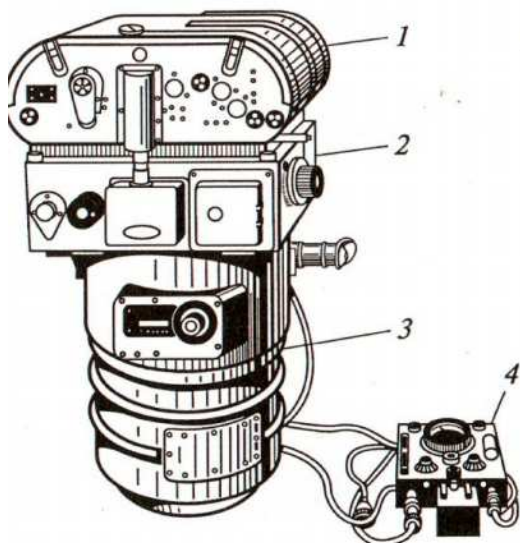
Elektrik priýomnikleriniň şöhlelenmegini ölçemek üçin duýgurlygynyň wajyp görkezijisi hökmünde içki galmagal (şumowoý) togy ulanylýar. Signal / galmagal gatnaşygy näçe oňat bolsa, şonça-da şöhlelenmegiň elektrik priýomnigi bilen üpjün edilen surata alyş sistemasy has ýokary rugsat berijiligini alýar.

**Antennalar.** Radiodiapazondaky elektromagnit tolkunlaryny kabul ediji we şöhlendiriji sadaja antenna hökmünde metal sterženi ulanylýar. Eger-de sterženi elektrik yrgyldysyny döredýän generator bilen birleşdirsek, onda ol daşky gurşawa elektromagnit tolkunlary goýberip başlar. Ýa-da tersine, gelýän elektromagnit tolkunlary kabul edip, olarda elektrik toguny indusirleýär. Antennanyň täsirli ugry, onuň konsruksiýasyna baglydyr. Eger-de biz antenna – sterženi paraboliki matel reflektorda ýerleşdirsek, onda has güýçli ýiti ugrukdyrylan şöhlelenmegini alarys. Reflektor kabul ediji antennanyň duýgurlygyny ýüz we mün esse ýokarlandyrýar. Reflektoryň ölçegleri näçe uly bolsa, şonça-da antennanyň täsir ediş ugry inçe (dar) bolýar.

### 1.3. Surata alyş apparaturalar we olary göterijiler

Aerokosmos suratlaryny ýörite apparatlaryň kömegi bilen geçirilýär. Olar bolsa öz gezeginde köp gezek ulanylýan surata alyş sistemalary hasaplanylýar. Surata alyş sistemasynyň köp sanly görnüşleri bardyr. Olar bir – birinden: täsir ediş prinsipi, konstruksiýasy, maksady boýunça tapawutlanýarlar. Olaryň içinden esasy – fotografiki, optiko – mehaniki we radioelektron görnüşlerini bellemek bolar. Şonuň bilen birlikde bu sistemalaryň her biri öz gezeginde birnäçe gurallardan we gurluşlardan durýar. Gurallardan: fotokamerany, skanerleri we radiolokatorlary bellemek bolar, bu serişdeler hem öz gezeginde birnäçe görnüşli bolýar. Surata alyş

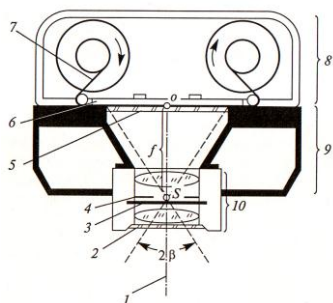
sistemasynyň bölünmez bölegi, bortdaky kompýuter serişdesidir. Bu kompýuteriň kömegi bilen geçirilýän surata almak işleri awtomatiki ýagdaýda alnyp barylýar. Surata alyş apparatlary uçuş döwründe wagta görä giňişlik koordinatlary we görterijiniň ýapgytlyk burçuny ölçemek üçin goşmaça enjamlar bilen üpjün edilýär. Goşmaça enjamlardan radiobeyikölçeýji, ГЛОНАСС / GPS priýomnikleri, inersial sistemalaryny bellemek mümkin.



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

1.2-nji surat.

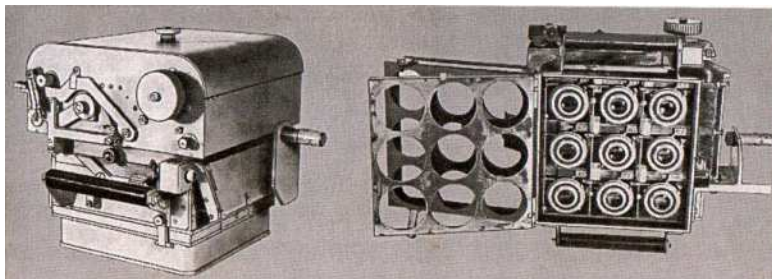
Ýer üstüniň her bir aerokosmos suraty sudurlardan (konturlardan) başga gulluk üçin niýetlenen informasiýalary: registrasion tertibi, senäni we surata almagyň takyk wagty, surata alyjy apparatyň parametrlerini, koordinatlar metkalaryny, kolibriwkaly berlenleri we beýleki häsiýetnamalary özünde saklaýar. Bu informasiýalar, aerokosmos suratyny soňraky işlemek we ulanmak üçin zerur bolýar.



1.3-nji surat. Aerofotokameranyň prinsipial shemasy:

1 - fotoapparatyň optiki oky; 2 – ýagtylyk filtri; 3 – fotozatwor; 4 – diafragma; 5 – koordinat metkaly deňleşdiriji aýna; 6 – surata almak wagtynda fotoplýonkany gysýan stol; 7 – fotopýonka; 8 – kasseta; 9 – kameraly bölek; 10 – obýektiw.

**Fotografiki apparatlar** (kadrly we panoramaly) – bu has giňden ýaýran we uniwersal surata alyş apparatlarydyr. Olar diňe uçarlardan surata almakda ulanylýar. Adaty surat alyjy fotoapparatlardan tapawutlylykda, olar aerokosmos surata almagy üçin niýetlenilýär. Olaryň agramy onlarça kilogramma barabardyr.



1.4-nji surat. Ilkinji kopzonally aerofotokamera. Bu kamera

Moskwanyň M. W. Lomonosow adyndaky döwlet uniwersitetinde

XX asyryň 60-njy ýyllarynda döredilýär. Bu fotokamera Aerofotosurata almagyny üç tipli plýonkada üç dürli ýagtylyk filtrleri bilen geçirmäge ukyplydyr.

**Aerofotoapparatlar.** Kadrly aerofotoapparatyň daşky görnüşi we onuň esasy böleginiň prinsipial shemasy – aerofotokamera 1.2-nji suratda berlen. Ýurdumyzyň territoriýasyny surata almakda ulanylýan kadrlaryň ölçegleri  $18 \times 18 \text{ sm}$ , emma kadrlary uly ölçegde bolan  $30 \times 30 \text{ sm-lik}$  aerofotoapparatlar hem ulanylýar. Aerofotoapparatlarda tükeniksizlige foksirlenen linzaly obýektivler goýulýar. Bu linzalaryň fokus aralygy  $35\text{-den } 1000 \text{ mm-e}$  (has köpräk  $70, 100, 200 \text{ mm-lik}$ ) çenli aralykda alynýar. Kadryň formaty we fokus aralygy aerofotoapparatyň görüş meýdanynyň burçuna ( $2\beta$ ) baglylykda kesgitlenilýär. Dar (inçe) burçly aerofotoapparatlarda  $2\beta < 40^\circ$ , giň burçlylarda bolsa bu ululyk  $2\beta < 140^\circ$  baha çenli alynýar. Surata almak gara – ak, reňkli ýa-da spektrozonal plýonkalarda geçirilýär. Ekspoziýanyň ön ýanynda plýonka has anyk (jikme - jik) ýörite gurluşyň kömegi bilen tekizlige öwrülýär. Fotoplýonkasy tekizlige öwürülen ýokary takykly obýektiv, fotosuraty fototejribehanada işlemekde onuň deformasiýasyny hasaba alýar. Kadrly aerofotoapparatyň kömegi bilen alnan surat Ýer üstüniň merkezi proyeksiýasy hasaplanylýar. Şular ýaly fotosuratlar fotogrammetriki ölçegler üçin az ýaramly bolýar.

1.3-nji suratda aerofotoapparat bilen kadrly surata almagyň geometriki shemasy getirilen. Bu ýerde  $S$  – suratyň proyektirleýji merkezi, ol obýektiviň merkezi bilen gabat gelýär;  $f$  – kameranyň fokus aralygy;  $o$  – suratyň esasy nokady;  $H$  – fotografirlemegiň (surata almagyň) beýikligi. Suratyň esasy nokadyny we proyektirlemegiň merkezini birleşdirýän göni çyzyk surata almagyň ugruny kesgitleýär we oňa kameranyň optiki oky diýilýär. Aerofotosuratda koordinatlar metkasy şekillendirilýär, ol hem öz gezeginde başlangyç we esasy nokatda tekiz koordinatlar sistemasyny kesgitleýär (fiksirleýär). Fokus aralygyň we suratyň (suraty içki oriýentirleniş elementleri) esasy nokadynyň tekiz koordinatlaryny fotogrammetriki kesgitlemek üçin zerurdyr (1.4-nji surat).



## 1.4. Ýeriň üstüni aerofotosurata almagyň görnüşleri

Uçarlardan, ÝEH-dan, wertalyotlardan we beýleki uçýan serişdelerden barlamagyň usullarynyň we kartalaşdyrmagyň mazmuny Ýerdäki tebigy serişdeleri aerokosmos usuly bilen analizlemäge we barlamaga esaslanýar.

Topragyň fiziki gurluşy we häsiýetleri hem-de oba hojalyk ekinleriniň ýagdaýy dürli görnüşli gurallar bilen dürli zonadaky elektromagnit spektriniň tolkun uzynlygynda hasaba lanyp bilner. Elektromagnit tolkunlarynyň görünýän 0.4-den 0.7-ä çenli mkm (mikrometr) uzynlykdaky tokunlary dürli görnüşdäki reňklere bölünýär. Çernil görnüşli reňkiň uçastogyndan soňra - ultraçernil zona, gyzyldan soňra bolsa – infragyzyly reňkler alynýar (1.2-nji tablisa).

1.2-nji tablisa

Elektromagnit yrgyldylarynyň görünýän spektriniň reňkleri

| Reňk                  | Tolkun<br>uzynlygy,<br>mkm | Reňk                    | Tolkun<br>uzynlygy,<br>mkm |
|-----------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Melewşe               | 0.40 - 0.44                | Sary - ýaşyl            | 0.55 – 0.57                |
| Gök – melewşe         | 0.44 – 0.47                | Sary                    | 0.57 – 0.58                |
| Gök                   | 0.47 – 0.485               | Açyk gyzyly –<br>sary   | 0.58 – 0.59                |
| Açyk ýaşyl            | 0.485 – 0.50               | Açyk gyzyly             | 0.59 – 0.60                |
| Ýaşyl – açyk<br>ýaşyl | 0.50 – 0.52                | Gyzyly – açyk<br>gyzyly | 0.60 – 0.62                |
| Ýaşyl                 | 0.52 – 0.55                | Gyzyly                  | 0.62 – 0.70                |

Ýer üstüniň topragyny we oba hojalyk resurslaryny öwrenmek fotografiki we fotoelektron ýaly görnüşlere bölünmek bilen geçirilýär. Soňky ýyllarda alymlary, ylmy barlagçylaryň we beýleki hünärmenleriň ünsüni tebigy serişdeleriň öwrenmegiň fotoelektron usuly giň gerim bilen ulanylýar. Bu usul häzirki döwrüň iň kämil tehnika we tehnologiýalaryna esaslanmak bilen, bu usul has giňden geologiki, meteorologiki, oba hojalyk, toprak öwreniş, geomorfologiki we ş.m. hadysalary öwrenmek maksady bilen ulanylýar.

Aerosurata almagy ýeriň üstünden birnäçe ýüz metrden 20 km-e çenli beýiklikden uçarlarlardan, wertalyotlardan dürli düşüriji gurallaryň kömegi bilen surata alynmagydyr. Ýeriň üstüni elektromagnit tolkunlary bilen surata almakda bolsa ýeriň üstüne dürli ýygylýkdaky (zonadaky) elektromagnit spektriniň tolkunlary goýberilýär we onuň yzyna gaýdyp gelşi boýunça hadysalar öwrenilýär. Häzirki döwürde aerofotosurata almagy elektromagnit surata almagyny hem öz içine alýar. Ýeriň üstüni kosmosdan surata almagyna 80 – 100 km beýiklikden dürli uçýan serişdelerinden: barlag raketalary, Ýeriň emeli hemrasyndan, awtomatiki orbital stansiýalaryndan, pilotirlenýän kosmos korabllarynda surata alynmagy ýa-da pegistrogrammirlenmegidir. Şu kosmos apparatlaryndan Ýeriň üsti baradaky informasiýalar wizual gözegçilikleriň netijesinde telewizion şekiller, fotografiki suratlar we fotoelektron apparatlaryň berlenleri görnüşinde alynmagy mümkindir.

1.3-nji tablisa

### **Aerofotoobýektiwleriň esasy häsiýetnamasy**

| Obýektiwleriň tipleri | Fokus aralygy, mm | Otnositel deşik, (1/n) | Şekillendiriş burçy (2β) | Rugsat berijilik mümkinçiligi, çzyk/mm |            |
|-----------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|--|------------|
|                       |                   |                        |                          | merkezde                               | gyralaryna |
| “Родина”              | 55                | 1/8.2                  | 133                      | 35                                     | 12         |
| “Руссар-29”           | 70                | 1/6.8                  | 122                      | 30                                     | 10         |
| “Руссар-44”           | 100               | 1/6.8                  | 105                      | 36                                     | 23         |
| “Руссар-43”           | 140               | 1/6.8                  | 85                       | 36                                     | 20         |
| “Руссар-35”           | 200               | 1/9                    | 65                       | 53                                     | 32         |
| “Тафа-3”              | 350               | 1/6                    | 40                       | 40                                     | 25         |
| “Ортониар-13”         | 500               | 1/7                    | 35                       | 40                                     | 25         |

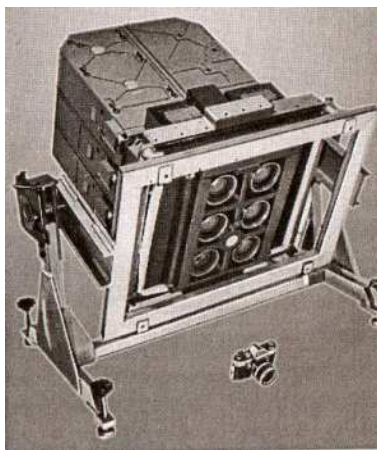
Aerofotosurata almagy ýeriň üstüni uçarlarda, wertalyotlarda ornaşdyrylan fotoapparatyň kömegi bilen surata alynmak prosessidir.

Has ownuk masştably surata almalarynda (1:100000 – 1:250000) dürli fokus aralagyndaky fotoapparatlaryň tipleri derňelip görüldi, bu bolsa tekiz, düzlük ýer üstüniň suratyny almakda fokus

aralyklary 50 we 75 mm bolan  $\text{A}\Phi\text{A}$  - ТЭС-50 we  $\text{A}\Phi\text{A}$  - 41/7.5 tipdäki fotoapparatlary gowy netijeleri berýändigi aýan edildi.

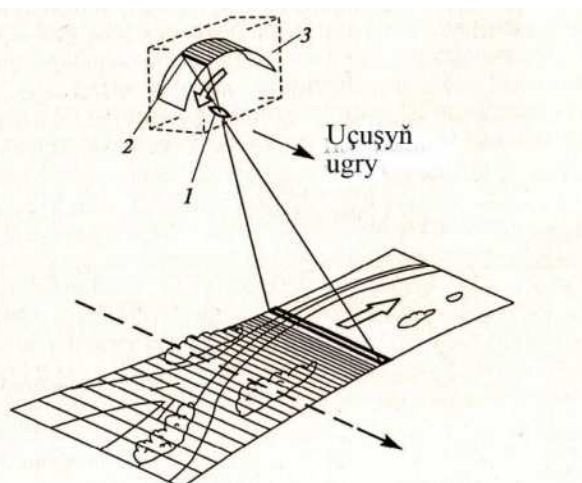
Häzirki zaman aerofotoapparatlary fokus aralygynyň uzynlygy, obýektiwiň görüş burçy we obýektiwleriň sany boýunça tapawutlanýarlar. Fokus aralygynyň uzynlygy boýunça gysga (150 mm çenli), orta fokusly (150 mm-den 300 mm-e çenli) we uzynfokusly (300 mm-den uly) ýalylara bölünýär. Otnositel beýgelmesi 150-200 metr bolan daglyk ýerlerini surata almak maksady bilen orta fokusly (200 mm) aerofotoapparatlaryny ulanmak amatlydyr (1.3-nji tablisa).

Uly masştably surata almalary üçin (takmynan 1:10000) AH-2 uçaryny we 100 mm fokus aralykly  $\text{A}\Phi\text{A}$  – 39 fotoapparatlaryny ulanmak maslahat berilýär. Bu  $\text{A}\Phi\text{A}$  işlemek üçin sada, işde ynamly we ýokary rugsat berijilikli suratlary almaga ýardam berýär.



1.5-nji surat. Köpzonally kosmos  $\text{MK}\Phi$  – 6 fotokamerasy.

Köpzonally aerofotokameranyň kömegi bilen birnäçe dar (inçe) spektral zonalarda suratlar alynýar. Köpzonally fotosuratlar ilki bilen deşifrirlämege niýetlenendir. Olar fotogrammetriki ölçegleri geçirmek üçin has seýrek ulanylýar.



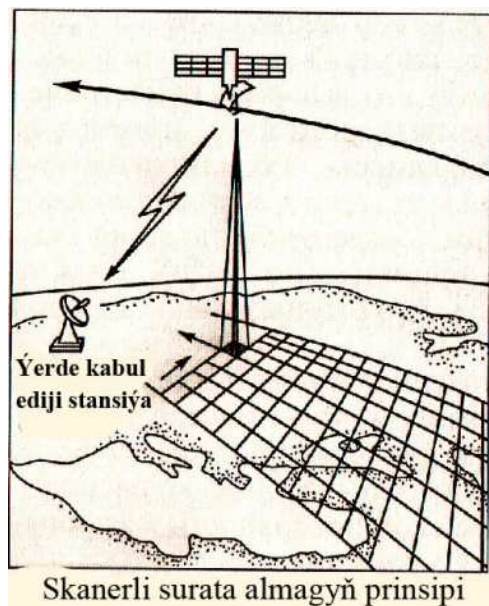
Panoramaly surata almakda fotosuratlary almagyň shemasy  
1-obýektiw; 2-eksponirleýji deşijek; 3-fotoplýonka.

1.6-njy surat.

**Kosmos apparatlary** (1.5-nji surat). Kosmos fotoapparatlary aerofotoapparatlaryň kämilleşdirilen modifikasiýasy hasaplanylýar. Öňki SSSR-de ilkinji kosmos surata almagy  $1:2000000 - 1:3000000$  masştablarda geçirilip, olar **KATƏ – 140** kosmos fotoapparatlarynda alynýar. Bu suratlaryň kadrlary  $18 \times 18 \text{ sm}$  ölçeglerde berilýär. Şu fotoapparat bilen alnan ýer üstüniň kosmos suratlarynyň rugsat berijiligi onlarça metre ýakyndyr. 2.5-nji suratda kopzonally kosmos fotometriki fotokamerasy görkezilen. Ol bir – birine meňzeş 6 obýektiwli bolup, fokus aralygy  $f = 125 \text{ mm}$ , kadrynyň uly bolmadyk ölçeglerini  $5.5 \times 8.0 \text{ mm}$  alýar.

**Optiko – elektron kadrlý** kameralarda şekiller fotografiki usulda hasaba alynman, eýsem ol elektron usul bilen hem geçirilýär. Elektron kameralarynyň gurluşy optiki fotosuratlara meňzeşdir. Ýagny, şekiller tekizlikde obýektiwiň kömegi bilen merkezi proyeksiýada gurulýar. Bu ýerde, fotoplýonkaly kassetanyň ýerine elektron sistema ulanylýar. Bu sistema gelýän optiki şekilleri elektrik signallaryna öwürýär (1.6-njy surat).

Kosmos barlaglarynyň ilkinji ýyllarynda ulanylan surata almak telewizion kameralarynyň esasyňa geçiriji elektron – şöhleleli trubkasy goýlandyr. Widikon (latyn *Video* – *seredýärin*, grek *eikon* – *şekil*) trubkasynyň ýaýramagynda ýagtylyga duýgur ýaýlym, ýarymgeçirijilerden (fotogarşylykdan) ýasalýar. Ol hem öz gezeginde, optiki şekili položitel zarýadlardan durýan elektrik toguna öwürýär. Şekil zzygiderlikde elektron şöhle bilen hasaplanylýar we çalt zarýadlanan ýaýlymy (ekrany) baýlaşdyrýar. Döredilen radio signal radiokanallar boýunça Ýeriň üstündäki stansiýalara geçirilýär.

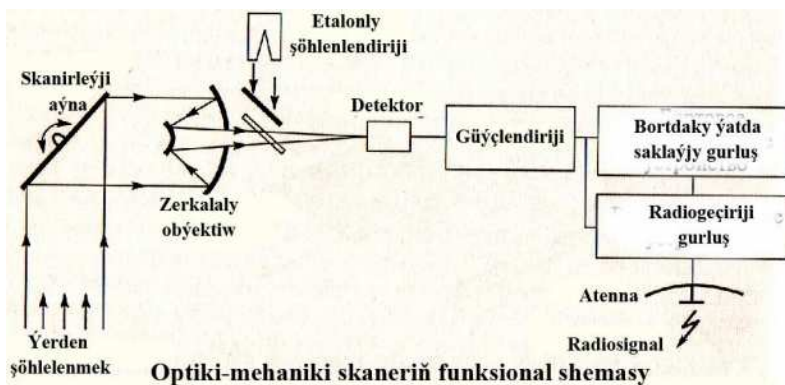


1.6-njy surat.

**Sanly elektron kameralarda** (adatça sanly fotokamera diýlip atlandyrylýar) Ýeriň üstündäki şekiller tekizlikde zarýad arabaglanyşykly gurallaryň köp elementli matrisalary bilen gurulýar. Gurallaryň zarýadly sistemasynyň geometriki ölçegleri ýa-da sanly suratyň kadrynyň ölçegleri häzirlilikçe uly däl. Ol birnäçe santimetrler çenli ýetýär.

**Panoramaly fotoapparatlary** uçuşyň ugruna keseligine Ýer üstüniň giň zolagyny, kähallatlarda gorizontdan gorizonta çenli çägi alýar. Bu ýerde suratlaryň hiliniň ýokary bolmagy bilen tapawutlanýar. Onuň üçin panoramaly apparatlarda plýonka gorizontalk tekizlikde ýerleşdirilmän, eýsem silindrik üstde alynýar. Şekiller yzygiderlikde kameranyň obýektiwiniň dar (inçe) zolak boýunça aýlanmagynyň netijesinde emele gelýär (1.6-njy surat). Emma, silindrik panoramaly suratlary, özüniň geometriki gurluşlary (häsiýetleri) boýunça tekiz kadrlar bilen deňeşdirende köp derejede yza galýar. Şonuň üçin hem olar ölçeg geçirmek üçin ulanylmaýar. Bu suratlary wizual deşifirlemegi geçirmekde ulanmak maksada laýykdyr. Meselem, **KBP – 1000** tipli kosmos panoramaly fokus aralygy  $f = 1000 \text{ mm}$  **fotoapparatyň** kömegi bilen uly ölçegdäki  $18 \times 72 \text{ sm}$  suratlar alynýar. Bu panoramaly suratlaryň rugsat berijiligi 2 metre deňdir. Olar ýeriň üstüni has anyk (jikme-jik) deşifirlemekde ulanylýar.

**Saknerler.** Skanirlemek prosesinde yzygider şekillendirilýän elementler döreyär we olar bolsa köpsanly aýratyn suratlardan ybarat bolýar. Skanirlemek, şekilleri almagyň esasy prinsipi bolup, ol diňe bir surata almakda ulanylman, eýsem kameral şertlerde hem peýdalanylýar. Muňa mysal hökmünde, fotografiki suratlaryň sanlaşdyrmak prosesinde ulanylmagyny getirmek mümkin.



1.7-nji surat.

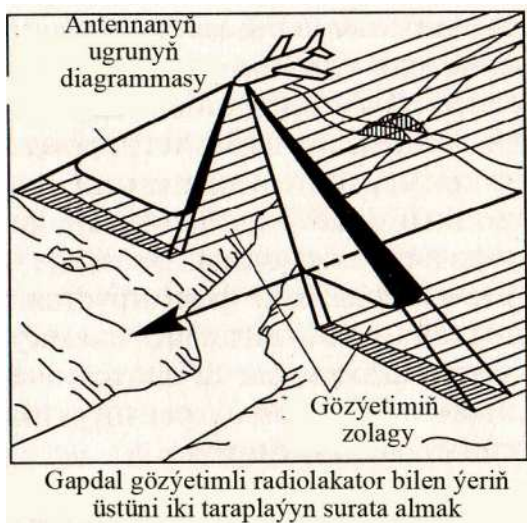
**Optiko – mehaniki skaner.** Skanerleýji serişde – bu çalt çaykanýan zerkola bolup, göterijiniň hereketiniň ugruna keseligine ýeriň üstüne seredýär we obýektiwe (adatça zerkala) tarap şöhle akymyny goýberýär, soňra göýberlen akym nokatly fotopriýomnige gelip düşýär. Ol hem öz gezeginde akymy elektrik signalyna öwürýär (1.7-nji surat). Ýeriň üstüni skanerli surata almakda, alynýan üst yzygider üzülmeyän zolak görnüşinde emele gelýär. Olar hem öz gezeginde hatarlar (skanlar) görnüşinde, aýratyn elementlerden (piksellerden) durýar. Şekillendirilýän elementleriň çäginde obýektleriň ortalaşdyrylan açyklygy bolup geçýär we olar jikme - jik tapawutlanmaýar. Skanerlenen ýeriň üstüni ulaltmak bilen seretsek, onda biz elmydama obýektleriň şekilini pikselleriň düzüminde görüp bileris. Bu bolsa fotografiki suratlara mahsus däldir.

Skaneriň wajyp **häsiýetnamasy** hökmünde – skanirlemek burçy (gözýetimi) we dessine (mgnowen) görüş burçy (bir elemente degişli) hasaplanylýar. Olar hem öz gezeginde surata almagyň inini we ýeriň üstünde giňişlik ýerleşmegini kesgitleýär. Has anyk skanerlerde skanirlemek burçy  $\pm 5^\circ$  çenli azalýar, emma tersine gözýetimli surata almakda  $\pm 50^\circ$  çenli artýar. Mgnowen görüş burçy sekuntadan birnäçe minut aralygynda geçirilýär. Skaneriň rugsat berijiligi näçe ýokary bolsa, şonça-da surata almagyň tutumy (ahwaty) köp bolýar. Şeýle-de radiokanallar boýunça wagt birliginde uly görümlü informasiýalary geçirmäge ukyply bolýar. Bu bolsa skaneriň ýokary tizliklidigini görkezýär. *100 metr* rugsat berijilikli we *200 km* tutumly (ohwatly) skanerlerde informasiýany geçirmegiň tizligi takmynan *1 Mbit / sekunt* ( $10^6$  bit) baha deňdir. Bu görkeziji skaneriň rugsat berijiliginiň ýokarlanmagy bilen artýar. Rugsat berijilik iki esse (50 metr) artanda eýýäm *5 Mbit / sekunt* derejä ýetýär. Agzalan informasion akymy geçirmäge ukyply bolan hemraly radiokanallar, köplenç alynýan suratlaryň hilini kesgitleýär. Radiokanallaryň geçirijilik ukyby Ýerdäki kompleksleýin antennanyň kabul ediş diametrine baglydyr. Meselem, kesgitlenen tehnologiýalary ulanmak bilen informasiýalaryň radiokanallardan geçirijiligini *10 Mbit-e* çenli ýokarlandyrmak, kabul ediş antennanyň diametrini *2 merte* çenli ulaldylmagy bilen alynýar. Eger-de biz kabul edilýän informasiýalaryň akymyny *100 Mbit / sekunda* çenli aljak

bolsak, onda antennanyň diametrini *10 metre* çenli artdyrmaly bolýarys (1.8-nji surat).

Käbir ýagdaýlarda uly göwrümlü wideoinformasiýalary almak maksady bilen önünden maglumatlary 2-3 esse gysmaly bolýar.

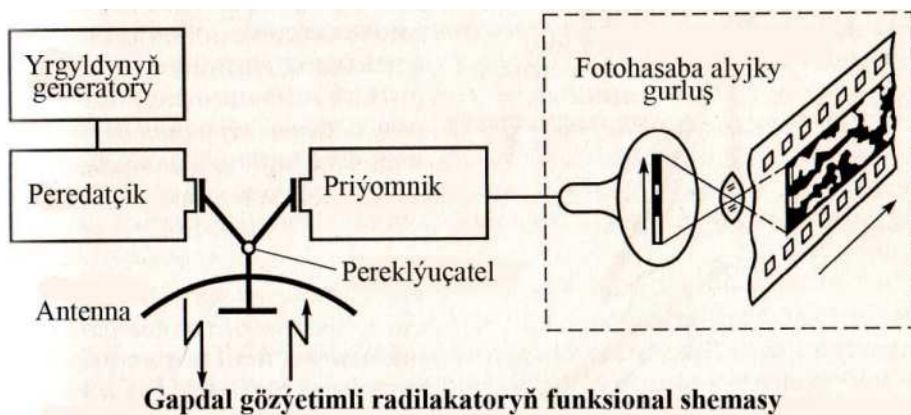
**Skanerleriň görnüşleri.** Skanirleýji sistemalaryň kömegi bilen diňe bir suratlary almak mümkin bolman, eýsem her bir pikseliň çäginde registrirlenen şöhlemenegiň intensiwligini hem ölçemek gerek bolýar. Şonuň üçin hem ,olara kä halatlarda **skanirleýji radiomerler** (fotometrler, wedeospektrometrler) hem diýilýär.



1.8-nji surat.

Skanerleýji şöhläniň hereketine baglylykda tekizlik ýa-da emele gelýän konus boýunça skanerler **çyzykly** we **konusly** ýalylara bölünýär. Konusly skanerlerde wizirlemek burçy, oňa baglylykda setiriň ugry boýunça rugsat berijilik üýtgeşsiz galýar, emma skanerlemegiň setiri, ýeriň üstünde töwregiň dugasy görnüşinde berilýär. Konus skanerleri bilen alnan suratlar has ýokary radiometriki takyklygy alýar.





1.9-njy surat.

Optiko – elektron skaneri şöhlelenmegi registrirlemek üçin zarýadly arabaglanşykly guralyny ulanýar. Bu zarýad sistemaly guraly (**ZSG**) – lineýka (çyzgyç), hemranyň hereketiniň ugruna keseligine goýulýar. Bu ýagdaýda setir boýunça skanirlemek **ZSG – liniýaly suratda** bir gezeklik proyektirlemek bilen döredilýär. Emma uçuşuň ugrunda (ýakasynda), göterijiniň gönüçyzykly hereketi boýunça setirler yzygiderli birleşdirilýär. Optiko – elektron saknerlerinde, onuň optiko – mehaniki görnüşi bilen deňeşdirende hereketli elementler ýokdur. Onuň ýerine yrgyldaýan zerkalalar ulanylýar.

**Gapdal gözyetimli radiolokatorlar.** Radiolokasion suratlarynyň alynmagy, pozisionirlemegiň iki umumy prinsiplerine esaslanýar. Olardan: *lokasiýany* we *gapdal gözyetim* görnüşleri bellemek bolar.

Lokasiýada zondirlenen signalyň (ýagtylygyň, radiotolkunlaryň, akustikanyň) tizligini bilmek bilen, goýberlen **eho** signalynyň Ýeriň üstüne ýetip (obýekte) yzyna gaýdan wagty, onuň esasynda goýberlen we gaýdyp gelen signallaryň wagt tapawudyny kesgitlemek bilen aralygy kesgitlemek mümkin. Gapdal gözyetim surata almagyň esasy prinsipi zondirlenen signallaryň, hereketiň göni çyzykly traýektoriasyna ýapgytlyk ( $20-60^\circ$ ) ugrunda alynmagyna esaslanýar (2.9-njy surat).

1.9-njy suratda radiolokatoryň ýa-da gapdal gözyetimli radiolokasion stansiýanyň gysgaldylan shemasy görkezilendir. Göterijide ornaşdyrylan generator radiolokasion signallary (impulsy) işleýär. Bu bolsa, tekiz radiolokasion şöhleler bolup, ol hem öz gezeginde dar (inçe) diagrammaly otnositel ugrukdyrylan bolýar.

### 1.5. Surata alyş apparaturalary göterijiler

Surata almagy geçirmek üçin apparatlar göterijide ornaşdyrylýar. Ol bolsa surata almak serişdelerini gerek beýikligine göterýär we Ýeriň üstüne otnositellikde süýşürýär hem-de giňişlikde kesgitlenen oriýentirlemegini üpjün edýär. Surata almak apparatlaryny göterijileri iki esasy: ýagny **awiasion** we **kosmos** ýaly topara bölünýär.

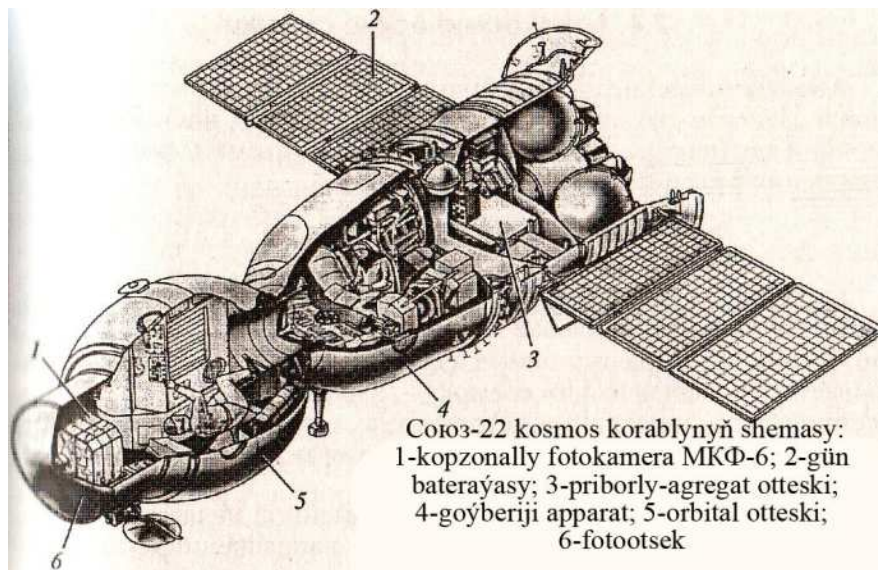


1.10-njy surat. Aerofotosurata almagy geçirmekde ulanylýan uçar.

**Awiasion göterijiler.** Aerofotosuraty almagy geçirmek üçin serýaly (tapgyrly) uçarlar ulanylýar. Olarda ýörite surata almak apparatlaryny ornaşdyrmak zerur bolýar. Uçaryň sürijileri (piloty, radisti we ş.m.), onuň ekipažyndan başga-da, uçaryň bortunda şturman – aerosurata alyjy we apparatura bilen gönüden göni işleýän bortoperator bardyr. Geografiki ekspedisiýalarda aerofotosurata

almak üçin ýeňil uçarlar we wertalyotlar ulanylyar. Ýeriň üstüni surata almak prosesinde kompleksli uçýan laboratoriýalaryň ulanylmagy uly mümkinçilikleri alýar. Bu laboratoriýa dürli **uçuş – tehniki** häsiýetnamaly uçarlarda döredilýär. Uçarlandan: **TY-134, AH-30, AH-12** we başgalary bellemek bolar. Bu uçarlar öz nobatynda surata almagyň ähli apparatlar: aerofotoapparatlar (AFA), saknerler, radiolokatorlar bilen üpjün edilýär (1.10-njy surat).

Ilkinji surata almak üçin niýetlenen uçar hökmünde ýöriteleşdirilen **AH-30** uçar – laboratoriýasy hasaplanylýar. Onuň kabinasy Ýer üstüniň giň gözyetimli görünýän burun (nosowoy) böleginde şturman – surata alyjynyň iş ýeri ýerleşdirilendir. Onda surata almak marşrutyny ýatymak üçin optiki wizir we beýleki kömekçi gurallar ulanylýar.



1.11-nji surat.

**Kosmos göterijiler.** XXI asyryň başlarynda ýere ýakyn orbitada, Ýeriň üstüni surata alýan birnäçe onlarça kosmos apparatlary bir wagtyň özünde işläp başlady (1.11-nji surat).

**Ýeriň emele hemralary** – bu, meteorologiki, okeanologiki, tebigy – resursly, kartografiki, aňtowly we beýleki fotografiki we häzirkî döwürde has giňden ýaýran elektron surata alyjy apparatlary bilen üpjün edilen ýeriň emeli hemralarydyr. Pilotsyz Ýeriň üstüni surata alýan kosmos hemralaryny miniatýurlaşdyrmak tehdsiýasyna eýermek bilen döredilýärler. Eger-de ilkinji Ýeriň emeli hemralarynyň massasy tonnalap häsiýetlendirilen bolsa, häzirkî günde olaryň agramy ilkinji ýüzlerçe we onlarça kilogramlara ýetirmek üstünde işler alnyp barylýar.

Kosmos giňişliginde uçup barýan ýeriň emeli hemrasy, ýuwaş hem bolsa erkin ýagdaýda aýlanýar. Surata almak üçin kesgitlenen ýagdaýda oripentirlenmek we stabilleşdirmek zerurdyr. Onuň üçin orbital oriýentirlenmegi ulanylýar. Bu ýagdaýda, hemranyň bir oky surata alyş sistemasynyň optiki oky bilen gabat getirilýär. Ol bolsa ýerli wertikal boýunça aşak ugrukdyrylýar, emma beýleki oky berlen ugra (kurs) görä ýerleşýär. Kosmos hemrasy – surata almagyň burçly oriýentirlenmeginiň ýalňyşlygy, adaty gradusyň ýüzden bir böleginden geçmeýär.

## **1.6. Aerokosmos surata almagy**

Aerokosmos suratlary birnäçe klaslara we usullara bölmek kabul edilendir. Bu bolsa aerokosmos surata almagynyň maksadyna, ulanylýan görüjisine, surata alyjy apparatyna, surata almagy geçirmegiň tehnologiýasyna, netijeleri geçirmegiň formasyna baglylykda alnyp barylýar.

**Aerosurata almak.** Uçarlardan surata almagyň birnäçe usullary: *aerofotografiki*, *ýyly infragyzyly*, *radiolokasion* we ş.m. ulanylýar. Ondan başga-da, döp bolan (tradisiýa öwürülen) aerousullary geofiziki surata almagyny geçirmekde ulanylýarlar. Olardan: *aeromagnit*, *aeroradiometriki*, *aerospektrometriki* ýalylary bellemek bolar. Bu surata almaklary geçirmegiň netijesinde Ýer üstüniň suratlary alynman, eýsem barlanylýan obýektler barada sanly informasiýalar hem alynýar.

Bu surata almalaryň arasyndan has giňden ýaýaramany, aerofototopografiki görnüşi alýar. Aerofotoapparatyň optiki okunyň

ugruna baglylykda planly we perspektiwaly aerofotosurata almaklary tapawutlanýar.

**Planly (wertikal) aerofotosurata almakda** aerofotoapparatyň optiki oky asma ýagdaýynda (agyrlyk güýjüniň ugruna) ýerleşýär. Bu ýagdaýda surat gorizontol bolýar. Emma uçuş prosessinde gönüçyzykly marşrut boýunça aerofotosurata almagy geçirýän uçar, periodiki gyşarma sezewar bolýar. Bu bolsa uçaryň tangaž burçy, kren we çekilmegi (snos) bilen häsiýetlendirilýär. Uçaryň yrgyldamagy netijesinde, aerofotoapparat hem gyşarýar we belli burça öwrülýär (aýlanýar). Planly fotosuratlara aerofotoapparatyň optiki okunyň  $3^{\circ}$ -dan köp gyşarmadyk görnüşlerini almak kabul edilendir.

**Perspektiwaly aerofotsurata almagy** aerofotoapparatyň optiki okuny wertikala görä kesgitlenen burça goýmak bilen geçirilýär. Planly aerofotosurat bilen deňeşdirende perspektiwaly uly meýdany almagy bilen tapawutlanýar. Emma şekiller adam gözüne mahsus rakursda berilýär.

Suratlaryň Ýeriň üstüni örtmek häsiýeti boýunça: **bir marşrutly** we **köp marşrutly** görnüşlere bölünýär.

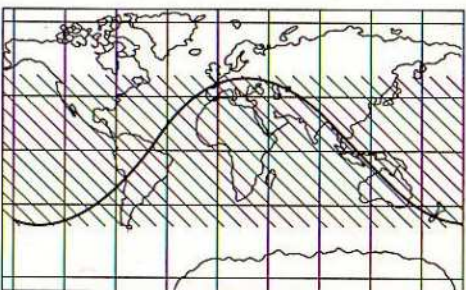
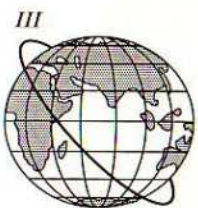
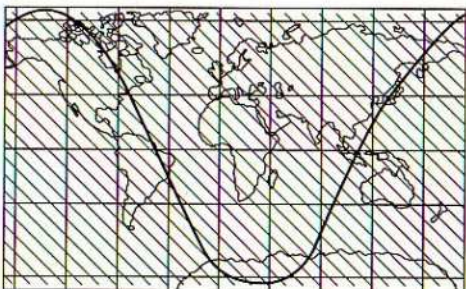
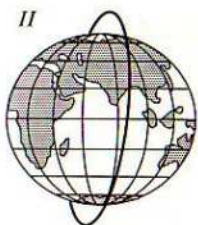
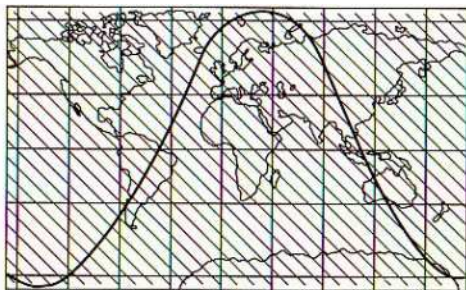
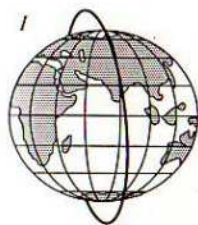
### 1.7. Kosmos surata almagy

Kosmos surata almagy 150 kilometrden ýokary bolan beýikliklerden, Ýeriň emeli hemralaryny ulanmak bilen geçirilýär. Bu ýerde Ýeriň emeli hemralary berk goýlan orbitada, asman mehanikasynyň kanunlaryna laýyklykda hereket edýär. Şonuň üçin hem, onuň kosmosda hereket etmegi (manýowrirlenmegi) uçarlar bilen deňeşdirende belli derejede çäklendirilendir. Islendik hemra – surata alyjy, elmydama hereket ediş orbitasynyň parametrlerine laýyklykda seredilmelidir.

**Hemralaryň orbitalary.** Ýeriň üstüni surata almak nukdaý nazaryndan seredende orbitalar: formasy, ýapgytlygy, beýikligi, Güne gatnaşykda ýerleşmegi, onuň tekizliginiň ýagdaýyndaky parametrlerini alýar.

Orbitanyň formasy, onuň dürli uçastoklarynda beýikligiň hemişelikligini kesgitleýär. Has giňden tegelekleyin orbitalar

ýaýrandyr. Olarda perigeýiň we apogeýiň beýiklikleri birmeňzeşdir. Şeýle-de, Ýeriň üstünden surata almagyň beýikligi we şol bir aerofotoapparatlaryň – birmeňzeş tutumy (ohwat), masştaby we suratlaryň rugsat berijiligi boýunça tapawutlanmagyna getirýär.



1.12-nji surat. Dürli ýapgytlyklarda giňlik guşaklyklaryň tutumy (ohваты): I – göni subpolýar orbita (meteorologiki hemralar); II – ters subpolýar orbita (resursly hemralar); III – göni ýapgyt orbita (kosmos pilotirlenýän korabllar, orbital stansiýalar).

**Ýapgytlyk** orbitanyň tekizligi bilen ekwator tekizliginiň arasynda  $i$  burçy bilen kesgitlenilýär. Ýapgytlygy boýunça orbitalar: *ekwatorial* ( $i = 0^\circ$ ), *polýar* ( $i = 90^\circ$ ) we *ýapgyt* ýaly tapawutlandyrylýar. Ýapgyt orbitalar topary **göni** ( $0 < i < 90^\circ$ ) we **ters** ( $90^\circ < i < 180^\circ$ ) görnüşli bolýar (1.12-nji surat).

**Orbitalaryň beýikligi.** Ýeriň emeli hemralary dürli beýiklerde işleýär. Pes orbitada surata almaga has ýeterlik derejede atmosferanyň garşylygy görnetin täsir edýär. *100 km-den* köp bolan beýiklikde, hemranyň tizligini peseltmekda (tormoz) tizlik progressiw artýar. Beýikligiň ýokary galmagy bilen aktiw hereket etmegiň wagty köpeliýär. Bu ýagdaýda, adaty suratlaryň rugsat berijiligi peseliýär. Ýeriň üstüni kosmosdan surata almagyň has köpräk ulanylýan beýiklikleriniň üç görnüşini tapawutlandyrmak bolar. Olardan: *150 – 500*, *500 – 2000* we *36000 km* beýiklikleri bellemek zerur. Birinji topara, pilotirlenýän korabllaryň, orbital stansiýalaryň, şeýle-de otnositel gysga wagtlaýyn funksionirlenýän fotosurata alyjy hemralaryň orbitalaryny goşmak bolar. Ikinji topara, elektron apparaturaly resursly we meteorologiki hemralaryň orbitalaryny almak bolýar. Ikinji toparyň emeli hemralaryna *600* we *900 km*, ikinji topar üçin *900 – 1400 km*, emma üçünji topar üçin geostasionar hemralaryň uçýan orbitalary alynýar. Bu hemralaryň hereketi durnukly *36000 km* beýiklikde, Ýeriň aýlanmak burç tizligine deňdir. Şonuň üçin hem hemra sinhronly, Ýer üstüniň hemra aşaky aýlanmagyna deň bolan tizlikde hereket edýär.

Ýeriň daşyndan hemralaryň aýlanmak wagtyna, Günüň dowamynda alnan şahalaryň sany we deňşililikde şahalaryň arasyndaky aralyklar hem täsir edýär. Ýere ýakyn tegelek orbitada hemranyň aýlanmak periody  $T_{hemra}$  (min) onuň beýikligine  $H$  (km) we aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$T_{aýlanma} = 84.4 + \frac{H}{50}.$$

Günüň dowamynda şahalaryň sany aşakdaky formula bilen kesgitlenilýär:



$$N = \frac{24 \cdot 60}{T_{\text{aýlanma}}}.$$

Emma burçly şaha ara aralyklar aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$N0 = \frac{360^0}{N}.$$

Meselem, eger-de hemra 280 kilometr beýiklikde, Ýeriň daşyndan

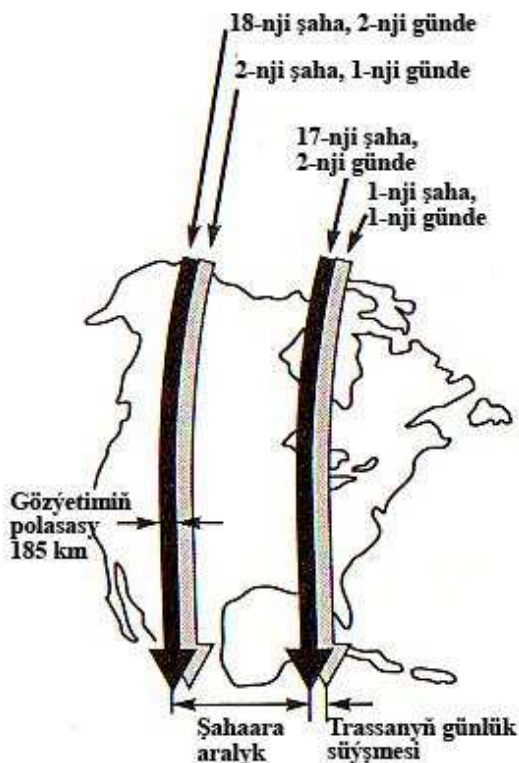
90 minutda bir gezek aýlanýan bolsa we günüň dowamynda 16 şahany döredýär diýsek, şaha ara aralyk  $22.5^\circ$  baha deň bolsa, onda onuň tizligi ekwatorda 2500 kilometr uzynlyk birligine deňdir.

**Global surata almagy.** Global surata almalary geostosionar we polýar orbitaly hemralardan geçirilýär.

Dört – baş geostosionar Ýeriň emele hemralary, ekwatorial orbitada bütewi ýer üstüniň yzygider gözyetimli, kiçi masştably (polýar guşaklygyny aradan aýyrmak bilen) surata almagyny (kosmos potulirlenmegini) geçirmäge ukyplydyr.

Has anyk, jikme – jik surata almagyny polýar – orbital hemralary geçirmäge niýetlenendir. Eger-de şular ýaly hemralary periodiki (geosinhon) orbitada goýbersek, onda hemra günüň dowamynda birnäçe bütewi şahalary ýatyrmaga we Ýeriň üstündäki trassanyň şol bir nokadynyň üstünden birnäçe gezek geçmek bilen surata alyp bilýär. Hemranyň orbitasy, surata almagyň ugruna kese - kesiligi almazdan surata düşürmekde trassanyň **günüň dowamyndaky süýşmesini** kanagatlandyrmaga ýaramly bolmalydyr. Bu ýerde hemranyň orbitasynyň periodyny hasaplanda, hemranyň hereketini orbitada doly bütewi aýlaw etmez ýaly derejede geçirmek zerurdyr. Ol bolsa hemranyň ekwatory günüň dowamynda uly bolmadyk gijä galmak ýa-da biraz irräk kesip geçmegine sebäp bolýar. Şu wagat aralygynda trassany gabatlaşdyrmak üçin Ýer şary belli bir burça öwrülýär. Bu orbita *kwaziperiodiki* (kwazigeosinhron) diýilýär.





1.13-nji surat. Landsat hemrasynyň surata alyş zolagy.

Ýere ýakyn orbitadaky emeli hemralar, üsti ýokary rugsat berijilikli global köp gezek surata almak üçin niýetlenilýär, Ol hem öz gezeginde, Ýeriň üstüni polýar kwaziperiodiki we Gün – sinhronly surata almagy geçirmäge esas döredýär. Meselem,  $98^{\circ}$ -lyk ýapgytlyk burçda we 705 kilometr beýiklikde, 99 minut periodly, şahalaryň arasyndaky aralygyň 2769 kilometr we marşrutlaryň arasyndaky örtügiň 8 % bolmagy bilen ekwatorda Amerikanyň resurs **Landsat-4, 5, 7** hemralary köp ýyllaryň dowamynda işleýär. Ýer şarynyň bütewi üstüni surata almak üçin niýetlenilýän hemralara Ýeriň daşyndan 233 aýlaw etmeli bolýar. Emma, 16 günden soňra, Ýeriň üstüni gaýtadan surata almaga başlaýar (1.13-nji surat).

**Kosmos surata almagynyň görnüşleri.** Surata almak üçin dürli maksatly Ýeriň emeli hemralary, dürli görnüşli surata alyş sistemalary bilen ulanylýar. Kosmosdan surata almaga niýetlenen sistemalardan gelejegi has uly bolan **optiko – elektron** köpzonally stereoskanerleri we sintezirlenen uzynlyk antennaly **radiolokatory** bellemek mümkin.

Surata almagyň tehnologiýasy we ulanylýan spektral diapazony hasaba almak bilen *fotografiki* (gara – ak, reňkli we spektrozonal) we *skanerli* (optiko – mehaniki we optiko - elektron) surata almalary tapawutlanýar. Olar hem öz gezeginde *görnüýän* we *ýakyn infragyzyl* diapazondaky, *ýylylyk infragyzyl*, *mikrotolkunly radiometriki* we *radiolokasion* surata almalary ýaly tapawutlanýar. Has köpräk ýaýran passiw surata almagynyň kömegi bilen Gün sistemasynyň tebigy we Ýer üstüniň öz şöhlelenmegi hasaba alynýar. Emma, aktiw usulynda Ýeriň üsti, göterijiden goýberlen emeli ýagtylygyň kömegi bilen şöhlelendirip surata almak geçirilýär.

### **1.8. Ýer üsti stereofotogrammetriki surata almagy we surata almagyň beýleki usullary**

Kartograflar we geograflar dürli görnüşli barlaglary geçirmekde uçardan ýa-da kosmosdan alnan fotosuratlary ulanýarlar. Emma ekspedision barlaglarynda olara özbaşdak Ýer üstüniň surata almagyny geçirmek ýa-da olara gatnaşmak zerur bolýar.

**Ýer stereofotogrammetriki** surata almagy häzirki zaman relýef emele gelme prosesslerini öwrenmek we beýik daglary uly masştably kartalaşdyrmak üçin ulanylýar. Stereo surata almagy fototeodolit bilen geçirilýär. Ol bolsa ölçeýji fotokameranyň örän gowy obýektiv bilen üpjün edilen görnüşidir (1.14-nji surat). Surata almak üçin pesdugur (azduýgur), emma ölçegleri *13 x 18 sm* bolan ownuk deneli (malozernistyý) fotoplýonkalar ulanylýar. Fototeodolitli surata almagy ýokary fotografiki hili bilen tapawutlanýar. Bu bolsa fotosuratlar boýunça has kiçi, ownuk jikme – jikleri (anyklygy) görmäge esas döredýär.

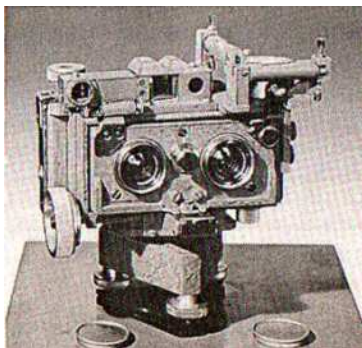
Ýeriň üstüni fototeodolit bilen, meselem, dag jülgesiniň gömülen bölegini surata almakda garşylykly eňňitde iki nokady

alýarys. Bu nokatlara fotostansiýalar (bazisler) diýilýär. Surata almagyň bazisini ýörite hasaplaýarlar. Olar, adatça surata alynýan uçastogyň iň uzak nokadyndan 10 - 20 esse kiçi alynýar. Bazisiň iki nokadynda hem geodeziki ştatiwler ornaşdyrylýar, soňra fototeodolit nobatma – nobat her nokatda goýulýar. Stereoparyň işlenmegi sada bolar ýaly, fototeodolidiň oklarynyň bir - birine berk parallel bolmagyny gazanmak üçin bazisiň nokatlarynda oriýentirlenilýär. Eger-de surata alynýan ýer uçastogy örän uly bolsa, surata almagyň dürli bazislerinden Ýeriň üstüni fotografirlemek bilen birnäçe stereoparlar alynýar. Fototeodolitli surata almagynyň meýdan işlerinde, diňe bir fotografirlemek we negatiwleri ýüze çykarmagy (proýaleniýe) geçirilmän, eýsem hemraly GPS priýomniklerden fotostansiýalaryň koordinatlaryny kesgitlemek üçin geodeziki ölçegleri geçirmek her zerur. Şeýle-de, surata alynýan bazis nokatlarynyň arasyndaky aralyklary kesgitlemek üçin lazer uzakölçeýjini ulanýarys.



1.14-nji surat. Fototeodolit.

**Ýörite surata almalar.** Dinamiki obýektleri we hadysalary öwrenmekde, meselem, opmalary, suw üstüniň tolkunmagyny, çöl ýerlerde çäge massiwleriniň göçmegini öwrenmekde sinhron stereo surata almagyny iki ýa-da iki obýektiwli fotokameralary ulanmak bilen surata almagy geçirilýär (2.15-nji surat).



1.15-nji surat. **I. G. Indiçenkonyň** ýakyn aralygy surata almak üçin döreden streofotogrammetriki kamerasy.



1.16-njy surat. ýagtylyga duýgur **ZSG-matrisaly** reňkli suratlary almaga niýetlenen 5 250 000 pikseli fotoapparaty.

Deňiz düýbünüň çäklenen uçastogyny öwrenmekde suwasty surata almagyny geçirýärler. Onuň üçin kiçi göwrümlü stereokameralar deşik bilen üpjün edilen goragly boksa ýerleşdirilýär

we trosyň kömegi bilen çuňluga goýberilýär hem-de deňiz düýbi surata alynýar.

**Stereoskopiki fotografirlemek.** Kartograf ýa-da geograf ekspedisiýada fotoappardan peýdalanýar. Öwrenilýän ýer üstüniň giňişlik sypatyny (formasyny) ýa-da aýratyn obýektleri fiksirlemek (hasaba almak) üçin bir däl-de iki bir – birini gaplaýan (ýapýan, örtýän) stereoskopiki suratlary ýerine ýetirmek zerur. Bu suratlar, adaty ýa-da sanly fotoapparatlar bilen geçirmek bolar (1.16-njy surat). Onuň üçin, şol bir obýekti iki nokatdan iki gezek surata alýarlar. Esasy mesele – surata almagy geçirilýän nokatlaryň arasyndaky aralygy dogry goýmakdyr. Surata almak bazisiniň optimal uzynlygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$B = \frac{Y(Y + \Delta y)}{\Delta y \cdot f} \cdot \Delta \cdot p_{\max}.$$

Bu ýerde  $Y$  – obýekte çenli aralyk;  $\Delta y$  – çuňluk boýunça obýektiň uzynlygy;  $f$  – kameranyň fokus aralygy;

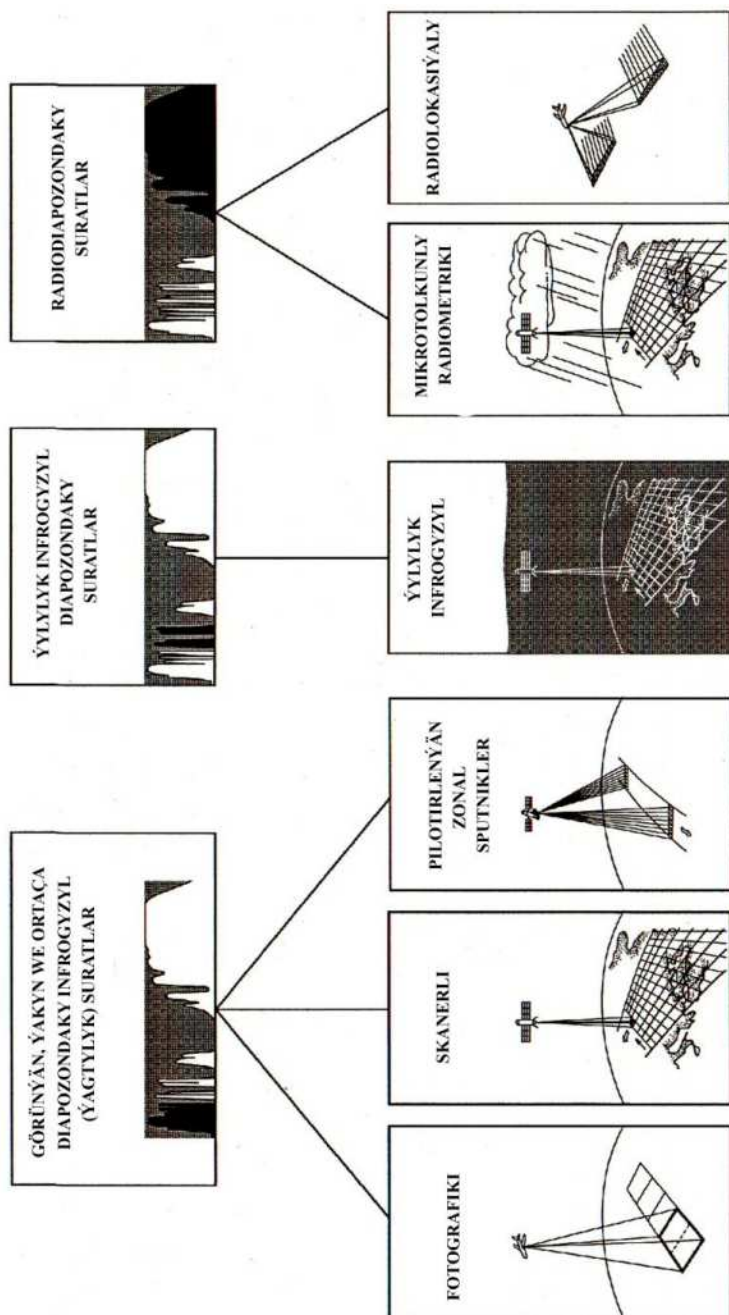


1.17-nji surat. Ýeriň üstüniň surata almakada ulanylýan lazerli – lokasion toplumy.

Stereoskopiki gözegçilikde fotografiki suratlaryň  $\nu$  ulalutmakda keseligine paralaksyň tapawudynyň maksimal bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$\Delta \cdot p_{\max} = \frac{7}{\nu}.$$

Elbet-de, bu ýerde hasaplamany öňünden geçirmek zerur, emma meýdan şertlerinde düzülen tablisalardan ýa-da nomogrammalardan peýdalanmak hem bolar.



SPEKTRAL DIAPOZONY WE SURATA ALMAGYŇ TEHNOLOGIÝASY BOÝUNÇA KOSMOS SURATLARNYŇ KLASSIFIKASIÝASY

1.18-nji surat.

Alnan stereoskopiki fotosuratlary kompýuteriň monitorynyň ýaýlymynda stereo gözäýnegini ulanmak bilen stereoskopýň aşagynda seretmek bolar. Uly bolmadyk türgenleşikden soňra, adaty göz bilen ýer üstüniň elementlerini tapawutlandyrmak mümkin.

### **1.9. Aerokosmos suratlarynyň görnüşi we olaryň klaslara bölünişi**

Aerokosmos surata almagyny geçirmegiň netijesinde fotosuratlaryň köp millionly fondy döredilendir. Olarda bolsa, fotosuratlaryň *100-den* gowrak görnüşleri tapawutlandyrylýar. Kartograflaryň, geograflaryň we beýleki hünärmenleriň aerokosmos suratlaryny netijeli peýdalanmaklary üçin, maksatly barlaglarda (geografiki, geofiziki, geohimiki we ş.m.) fotosuratlary ulanmak mümkinçiligine seredip tipleri boýunça toparlara bölünýär.

### **1.10. Kosmos suratlaryň klassifikasiýasy**

Islendik ugurly hünärmenler fotosuratlar bilen işlände, ilki bilen surata almagyň spektral diapazonyna uly üns berýärler. Ol hem öz gezeginde, geçirilýän fotosuratlarda obýektleriň biogeofiziki häsiýetlerini kesgitleýär. Bu hem şekilleriň alnyş tehnologiýasyna baglydyr. Oňa öz gezeginde, fotosuratlaryň şekillendiriş, radiometriki we geometriki häsiýetleri bagly bolýar. Bu iki häsiýetnama kosmos suratlaryny klaslara bölmekde esas hökmünde alynýar. Bu ýerde geografiki deşifrilemegi geçirmegiň mümkinçilikleri hem hasaba alynýar (1.17-nji surat).

Fotosuratlaryň spektral diapazonu, klaslara bölmegiň ilkinji fundamental derejesini kesgitleýär. Ol bolsa suratlarda görünýän obýektleriň serpikmek we şöhlelenmek häsiýetlerini görkezýär. Bu häsiýet boýunça suratlaryň esasy üç topary tapawutlandyrylýar. Olardan:

- a) *görünýän, ýakyn we ortaça* infragyzyly diapazondaky fotosuratlar, olar başgaça ýagtylyk fotosuratlar diýlip atlandyrylýar;
- b) *Ýylylyk* infragyzyly diapazondaky;
- ç) *radiodiapazondaky* suratlar ýaly bölünýär.

Suratlaryň ýagtylyk diapazonda alnys tehnologiýasyna baglylykda *fotografiki* we *skanerli* görnüşlere bölünýär. Olar hem öz gezeginde **optiko – mehaniki** we **optiko – elektron** çyzykly (liniýaly) *zaryad sistemaly gurallaryň* şöhlenenmek priýomniklerini ulanmaga baglylykda bölünýär. Gysgaltmak üçin olaryň birinjisi – *skanerli*, ikinjisi bolsa – *ZSG* (zaryad sistemaly gurallar) suratlar diýlip atlandyrylýar. Şonuň bilen birlikde, ýagtylyk diapazonda fotosuratlaryň üç tipi: *fotografiki*, *skanerli* we *ZSG* suratlary tapawutlandyrylýar (1.18-nji surat).

Kosmos suratlaryny klaslara bölmeklik aşakdaky tertipde geçirilýär:

#### **Gözyetimligi boýunça:**

- global (planeta, ýer şary möçberinde),  $S = n \cdot 10^8 \text{ km}^2$ ;  $\Theta = 10000 \text{ km}$ ;

- uly regional,  $S = n \cdot 10^6 \text{ km}^2$ ;  $\Theta = 500 - 3000 \text{ km}$ ;

- regional,  $S = n \cdot 10^4 \text{ km}^2$ ;  $\Theta = 50 - 500 \text{ km}$ ;

- lokal,  $S = n \cdot 10^2 \text{ km}^2$ ;  $\Theta = 10 - 50 \text{ km}$ .

#### **Masştaby boýunça:**

- ýokary kiçi masştably,  $1:10\,000\,000 - 1:100\,000\,000$ ;

- kiçi masştably,  $1:1\,000\,000 - 1:10\,000\,000$ ;

- orta masştably,  $1:100\,000 - 1:1\,000\,000$ ;

- uly masştably,  $1:10\,000 - 1:100\,000$ .

#### **Giňişlik tutumy boýunça:**

- pes rugsat berijilikli suratlar,  $L_R = n \cdot 1000 \text{ m}$ ;

- orta rugsat berijilikli suratlar,  $L_R = n \cdot 100 \text{ m}$ ;

- ýokary rugsat berijilikli suratlar,  $L_R = n \cdot 10 \text{ m}$ ;

a)  $L_R = 30 - 100 \text{ m}$ , otnositel ýokary;

b)  $L_R = 10 - 10 \text{ m}$ , ýokary;

- örän ýokary rugsat berijilikli suratlar,  $L_R = n \cdot 1 \text{ m}$ ;

- has ýokary rugsat berijilikli suratlar,  $L_R \leq 1 \text{ m}$ .

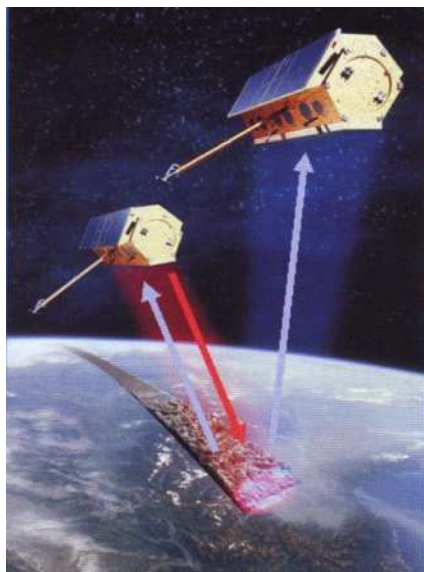
Bu ýerde  $S$  – suratyň tutýan meýdany;  $\Theta$  - tutum (ohwat) zolagynyň ini;  $L_R$  – Ýeriň üstüniň rugsat berijiligi;  $n = 1, 2, 3, \dots, 9$ .



## II. ÝERİŇ ÜSTÜNI LAZERLI – LOKASION USULY BİLEN SURATA ALMAK

### 2.1. Lazerli – lokasion usul bilen surata almaka barada düşünje

Soňky ýyllarda kartalary düzmekde distansion zondirlemeginiň materiallaryny peýdalanmak uly mümkinçilikleri döredýär. Aerokosmos usullary öz gezeginde toprak resurslary dogrusyndaky maglumatlary ýygnamagy awtomatizirleýji sistemasy hasaplanylýar. Häzirki döwürde bu usul distansion-aerokosmos monitoringi ady bilen belli bolup, ol tebigy sredany, şonuň bilen birlikde topragy hem öwrenmegi, kartalaşdyrmagy öz içine alýar. Bu usul has uly netijeliligi kyn baryp bolýan sebitleri öwrenmekde we özleşdirilen sebitleriň anyk toprak kartalaryny düzmekde berýär.



2.1-nji surat. Lazerli – lokasion usul bilen Ýer üstüni surata almak.

Häzirki döwürde tebigy resurslary inwentarizasiýa etmek sistemasy tebigy şertleri öwrenmegiň distansion usullaryna esaslanýar. Diňe şu usullar hem öz gezeginde öwrenmegiň we kartalaşdyrmagyň takyklygy ýokarlandyrmaga we gerek bolan informasiýalaryň çalt alynmagyny tizleşdirmäge ukyplydyr. Distansion usullarynyň esasynda demirgazyk-günbatar Türkmenistanyň landşaftlaryny dürli uzynlykly elektromagnit tolkunlarynyň kömegi bilen distansion priýomniklerinden öwrenilmegidir (2.1-nji surat).

Geografiki barlaglary amaly ulanylmagynyň ýaýlymlary (oblasty) bolup tematiki kartalaryny düzmek hasaplanylýar. Şonuň ýaly-da toprak kartalaryny düzmek hem şu ýaýlyma degişlidir. Distansion usullary toprak kartalaşdyrmagynda ýokary guramaçylygyny we takyklygy, az çykdaýjyly, minimal göwrümlü amaly işler bilen geçirmegi amal edýär.



2.2-nji surat. Lezerli – lokasion usuly bilen alnan Ýer üstüniň spektral suraty.

Bu meseläni çözmek üçin barlanylýan territoriýanyň tebigy aýratynlyklaryny, ýagny barlanylýan obýektleriň şöhleleniş ukyplylygyny, tebigy – territorial kompleksleriň deşifrirleýjilik häsiýetlerini öwrenmek zerurdyr. Bu ýagdaýda ýüze çykan meseläni çözmek üçin döwrebap serişde hökmünde geoinformasion tehnologiýalary (GIS) durýar. Kompýuterler katalaşdyrmagy, kartalary döretmek we berlenleriň giňişlikde ýaýaran bazalarynyň ulanmak Ýer baradaky ylmylar bilen işleýän hünärmenleriň professional işleri bolup galýar. Kartalaşdyrmakda ulanylýan programmalar öz gezeginde bilim almak, şeýle-de ylmy-barlag meselelerini çözmekde esasy usullar we instrument bolup durýar.

Kompýuter geoinformasion sistemasy toprak kartasynyň birinji (taýýarlaýyş) we ahyrky (kameral) tapgyrlaryny koorrektirmek prosessini belli derejede gysgaldýar. Ilkinji nobatda işleriň ýerine ýetiriliş tizligi ýokarlanýar, uly göwrümdäki informasiýalary ýygnamak we saklamak bilen baglanyşykly kyn işleriň göwrümi azalýar. Anyk meselelere degişli bolan informasiýalary ýygnamak we saklamak relevant agtarmagy (islegnamanyň degişli temasyna) Geoinformasion tehnologiýasynyň esasynda topragyň häsiýetleri (gurluşy) we iýmitliligine (plodrodiýasyna) uzak wagt aralygynda gözegçilik etmek bolar. Bu gözegçilikler topragyň ewolýusiýasy ýa-da antropogen täsirleriň netijesinde ýüze çykyp biler (2.2-nji surat).

## **2.2. QuickBird Ýeriň emeli hemrasy we onuň artykmaçlygy**

2001-nji ýylyň oktýabr aýynda DigitalGlobe inlis kompaniýasynyň QuickBird ýeriň emali hemrasy Ýeriň orbitasyna çykarylýar. Habar berliş ýaly QuickBird hemrasy Ýeriň üstini 60 sm rugsat berijilikli gara – ak ýagdaýda, 2.5 metr rugsat berijilikde bolsa reňkli surata almak üçin niýetlenilendir. QuickBird hemrasy 450 kilometr beýiklikdäki gün-sinhron orbitasyna çykarylandyr. Orbitanyň parametrleri günün dowamynda 16.5 kilometr inililikdäki zolagy ýokary rugsat berijilikde surata almaga mümkinçilik berýär. Bu suratlar DigitalGlobe kompaniýasynyň sanly arhiwinde

saklanylýar. Häzirki döwürde hemradan alnan suratlary bilen amaly ýeriň bütewi üsti global örtülendir (2.1-nji tablisa).

Sdaja gözleg sistemasynyň kömegi bilen region, stat, welaýat, şäher, etrap ýaly sebitleri aňsatlyk bilen tapmak bolar. Ondan daşary hem bu sistemanyň esasynda islendik ýeriň suratynyň hili we möhleti boýunça hem islegnama boýunça almak bolar.

2.1-nji tablisa

**Ýeriň üstündäki şol bir nokadyň üstünde emeli hemralaryň geçmegi**

| № | Hemralar           | Surata almagyň periodikligi, günde (24 sagadyň dowamynda) |
|---|--------------------|---|
| 1 | <b>WORLDVIEW-1</b> | 1.7-5.9   |
| 2 | <b>QUICKBIRD</b>   | 1-5   |
| 3 | <b>IKONOS</b>      | 1-5   |
| 4 | <b>OrbView-3</b>   | 1-5   |
| 5 | <b>SPOT</b>        | 26  |
| 6 | <b>IRS</b>         | 25  |
| 7 | <b>Radarsat-1</b>  | 2-7   |
| 8 | <b>Landsat-7</b>   | 16  |

QuickBird Ýeriň emeli hemrasy kesgitlenen senede, islendik sebitde 1-5 günüň dowamynda (geografiki giňlige baglylykda) surata almaga niýetlenendir.

QuickBird Ýeriň emele hemrasynyň esasy artykmaçlygy hökmünde giň zolakly sebiti (ssenanyň ölçegleri - 16.5 x 16.5 km) almagy, ýokary metriki takyklyk, çylşyrymly formadaky poligonlary, şonuň bilen birlikde 5 km-e çenli uzynlylykdaky obýektleri surata almaga mümkinçiliginiň bolmagydyr. QuickBird hemrasynyň orbitada bolmagynyň hasaplanan möhleti 7 ýyldyr.

QuickBird Ýeriň emeli hemrasyndan alnan distension zondirlenmeginiň berlenleriniň ulanylýan sebitleri aşakdaky ýaly berilýär:

- 1:2000 masştably topografiki we ýöriteleşdirilen kartalaryny döretmek we täzelemek;

- ulag infrastruktura gurluşyk obýektlerini, nebit we gaz çykarmagy inwenterizasiýa etmek we barlamak;

- tokay gurluşyk işlerini amala şyrmak, inwenterizasiýalamak we tokaýyň ýagdaýyny bahalamak;
- oba hojalyk ugodiýalarynyň inwenterizasiýa etmek, ýeri ulanyjylaryň planyny gurmak, takyk ekerançylyk;
- şäherleri ösdürmek maksady bilen general taslamalary, municipal etraplarda territorial planirlemegiň shemasyny işlemek üçin topografiki kiçi esaslary täzelemek;
- ulag, energetic, informasion kommunikasiýalaryň ýagdaýyny inwenterizasiýa etmek we monitoringini geçirmek;
- daşky gurşawy goramaka maksady bilen köp sanly meseleleri çözmek ýalylardan ybarat.

2.2-nji tablisa

**KA QuickBird Ýeriň emelei hemrasynyň esasy tehniki häsiýetnamasy**

| № | Ýagdaýlary (režimleri)             | Panhromatiki  | Multispektral  |
|---|------------------------------------|---|--|
| 1 | Spektral diapozony                 | 0.445-0.90  | Gök: 0.45 - 0.52<br>Ýaşyl: 0.52 – 0.60<br>Gyzyl: 0.63 – 0.69<br>Infrogyzyla ýakyn: 0.76 – 0.90 |
| 2 | Giňişlik rugsat berijiligi nadirde | 61 santimetr  | 2.44 metr  |
| 3 | Nadirden maksimal gyşarmasy        | 45°   |  |
| 4 | Surata almak zolagynyň ini         | 16.5 kilometr   |  |
| 5 | Metriki takyklyk                   | CE90 = 23 metr  |  |
| 6 | Radiometriki rugsat berijilik      | Pikselde 11 bit   |  |
| 7 | Fa[l]laryq formaty                 | GeoTIFF, NITF   |  |
| 8 | Işlemek                            | Radiometriki, sensorly we geometriki korreksiýa, Kartografiki proyeksiýa getirmek |  |
| 9 | Surata almagyň                     | 1-5 gün (surata alynýan ýaýlymyň  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    | periodikligi                           | giňligine baglylykda)  |
| 10 | Steroparyň alynmak mümkinçiligi        | Ýok  |
| 11 | Islegiň ýerine ýetirilmek mümkinçiligi | 3-14 gün (arhiwli berlenler üçin)<br>7-90 gün (isleglere görä surata almak)  |
| 12 | Islegiň minimal meýdany                | 25 km <sup>2</sup> arhiwli berlenler üçin,<br>poligonyň formasy erkin;<br>64 km <sup>2</sup> islegler üçin, poligonyň formasy erkin. |

QuickBird Ýeriň emelei hemrasynyň kop zonally suratlaryny işlemekde spektal usullarynyň ulanylmagy halk hojalygyň dürli pudaklaryna, Şonuň bilen birlikde oba we tokaý hojalyklarynda, munisipal dolandýrmakda we ekologiýa degişli bolan uly spektrli meseleleri çözmäge ýardam berýär (2.2-nji tablisa).

QuickBird kop zonally şekilleriniň tematiki işlenilmeginiň önümleri bolup: oba hojalyk ugodiýalarynyň kartalary, toprak kartalary, landşaft kartalar, tokaý ugodiýalarynyň kartalar, ekologiki kartalar, monitoringli kartalar, statistiki berlenleri durýar.

Ýeri üstüniň sanly modelini dropirlemek bilen QuickBird ortotransformirlenen şekilleriniň esasynda Ýer üstüniň giňişlikde üç ölçegli realistik Kabul edilmegini almak bolar. Alnan şekiller statistiki ýa-da wideorolikler görnüşinde berlip bilner (2.3-nji tablisa).

2.3-nji tablisa

### **Dürli ýeriň emeli hemralarynda şekiller üçin getirilen masştablar**

| № | Datçikler            | Pikseliň ölçegleri, Metrde | Mümkin bolan masştablar |
|---|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| 1 | Landsat-7 ETM+       | 15                         | 1:100000                |
| 2 | SPOT 1-4             | 10                         | 1:100000                |
| 3 | IRS – 1C we IRS – 1D | 6                          | 1:50000                 |
| 4 | SPOT – 5             | 5                          | 1:25000                 |
| 5 | EROS                 | 1.8                        | 1:10000                 |

|    |           |      |         |
|----|-----------|------|---------|
| 6  | OrbView-3 | 4    | 1:20000 |
| 7  | OrbView-3 | 1    | 1:5000  |
| 8  | IKONOS*   | 4    | 1:20000 |
| 9  | IKONOS*   | 1    | 1:5000  |
| 10 | QUICKBIRD | 2.44 | 1:12500 |
| 11 | QUICKBIRD | 0.61 | 1:2000  |

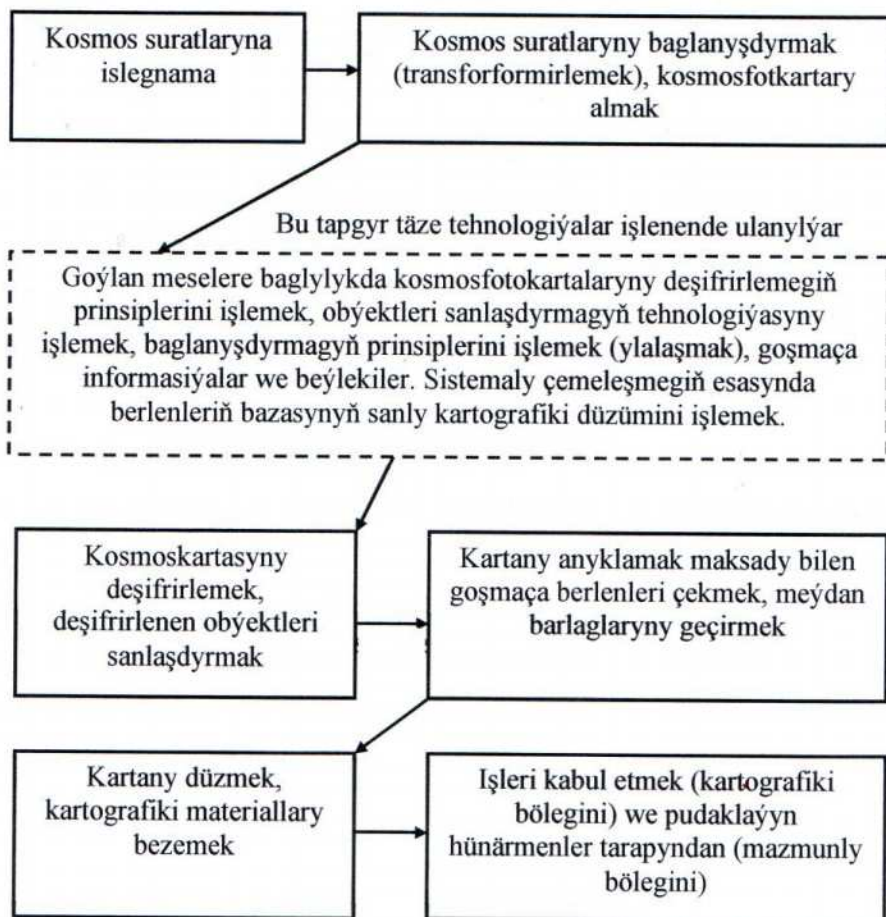
QuickBirdiň multispektral berlenleri panhromatiki şekiller üçin 2.4 metr we PSM berlenleri üçin 60 sm bahalary alýar.

QuickBirdiň Multispektral suratlary dört spectral kanalyňy alýar. Olardan: gyzyň, ýaşyň, gök (görüňýän) we ýakyn infrogyzyň ýalyly bellemek bolar. Bu kanallar bir-biri bilen garyşmagy mümkindir. Garyşmagyň netijesinde tebigy reňkleri we dürli görnüşli psewdoreňkleri almak bolar. Multispektral surat almagy käbir pes rugsat berijiligini hem alýar (2.4 metr).

Panhromatiki şekilleri – bu gara-ak suratlar bolup, olaryň rugsat berijiligi, takmynan 0.60 metr, PSM (Pan - Sharpened Multispectral) – reňkli ýa-da multispektral şekilleri 0.60 metr/piksel rugsat berijilikli panhrom gowulandy-rylan şekilleri bilen tapawutlanýar. Häzirki wagtda QuickBird hemrasynyň PSM suratlary ýokary rugsat berijiligini alýarlar.

Ýeriň emeli hemrasy bellenen gün-sinhron orbita boýunça Ýeriň daşyndan aýlanýar. Onuň aýlanma tizligi 7 km/sek baha deňdir. QuickBird Ýeriň emeli hemrasy diňe özüniň aşagynda ýerleşýän territoriýanyň surata almaga ukyplydyr (rewizit – 4 gün). Gün – sinhron orbita diýende hemra şol bir territoriýany şol bir wagtyň özünde surata alýar (meselem, 10 sagat 30 minutda).

QuickBird Ýeriň emeli hemrasy öz önümlerini GeoTIFF formatynda goýberýär. Bu format islendik geoinformasion programmasy bilen işlemäge elýeterli hasaplanylýar. GeoTIFF – 1 formaty TIFF 6.0 formaty bilen dolulykda diýen ýaly gabat gelýär. Emma bu formata geografiki informasiýalary saklamak tegler bilen doldurylandyr.



Kosmos suratlar boýunça işlemegiň shematiki çyzygysy.

QuicBird hemrasy 11 bitli sensor bilen ýeriň üstüni surata alýar. Emma soňy bilen bu sensor 16 bitli görnüşine iberijiler tarapyndan üýtgedilýär. Şular ýaly suratlar goşmaça maglumatlary (meselem, kölege bilen örtülen ýer uçastogy barada) almaga hem mümkinçilik berýär. Bu ýerde reňkleriň ýokary gradasiýasyny almak maksada laýykdyr.

Kartalaryň obýektli düzümini emele getirmegiň birnäçe usullary bardyr. Olardan: wizual deşifirlemegi, öwretmek bilen



awtomatiki deşifrirlmegi, indeksleri hasaplamak ýalyly bellemek bolar. Wizual deşifrirlmekde obýektleri tanamak ýörite resminamalaryň, deşifrirlýji atlasýň esasynda geçirilýär. Bu atlasda obýektleriň häsiýetleri, tapawutlanýan aýratynlyklary, kartaografiki materiallaryň geçiriliş usullary görkezilen bolýar. Wizual deşifrirlmegiň esasynda köp sanly tematiki we umumy ulanyşykda bolan kartalar döredilýär. Şu usuk bilen kartalary täzelemek, dürli çeşmelerden alynýan kartografiki informasiýalary ylalaşmak ýaly işler hem geçirilýär.

### III. AEROKOSMOS SURATLARY DEŞIFRIRLEMEK

#### 3.1. Umumy düşünje

Aerokosmos suratlarynyň üstünlikli ulanylmagy köp derejede suratlary işlemekde geçirilen professional derejä baglydyr. Suratlary tematiki (pudaklaýyn) işlemegi kartograf we geograf hünärmeni geçirýär. Bu işi geçirmek üçin, hünärmene aerokosmos suratlarynyň informasion mümkinçiligini we ondan gerek bolan maglumatlary almagy bilmeli bolýar. Häzirki wagtda aerokosmos suratlary işlemekde esasan hem iki: *analogly* we *sanly* görnüşleri ulanylýar. Öňki tejribelerden belli bolşy ýaly, ilkinji analogly suratlar fotografiki we elektron surata alyş sistemalary, emma sanly görnüşü elektron fotoapparatlaryň üsti bilen almak bolýardy. Emma fotografiki suratlary skanirlemek ýoly bilen (analogly – sanly öwürmek) sanly forma geçirmek hem mümkindir. Sanly fotosuratlary displeýiň ýaýlymynda (sanly – analogly üýtgetmek) ýa-da printerli çap etmek we ş.m. görnüşinde üýtgetmek bolýar. Bu ýagdaýda, sanly fotografiki suratlaryň häsiýetleri (gurluşy), sanly skanerli surat bilen deňeşdirende tapawutlanýar. Bu bolsa, skanirlenen fotosuratyň san gönüşinde ýazylmagy bilen düşündiriýär.

Ýokarda bellenişi ýaly obýektler barada predmet - mazmunly informasiýalar, onuň geografiki ýagdaýy, aerokosmos suraty boýunça geometriki häsiýetnamalary (gurluşlary) deşifrirmegiň we fotogrammetriki ölçegleri geçirmegiň netijesinde almak bolýar.

#### 3.2. Deşifrirmegiň teoretiki esaslary

**Fotosuratlary deşifrirmek** - bu fotosuratda şekillendirilýän belli häsiýetdäki obýektleri ýüze çykarmak, tanamak we häsiýetlerini kesgitlemek prosessidir.

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

Deşifirlemek hadysasy birnäçe tapgyra bölünmek bilen geçirilýär. Olardan: meýdan barlaglaryna taýýarlyk, meýdan barlaglary geçirmek, deşifirlemek, suratlarda çyzmak, öz - özüni korrektirlemek, gaýtadan barlamak we taýýar önümi tabşyrmak ýaly işleri bellemek bolar.

Topografiki kartalary düzmekde aerofotosuratda ýer üstüniň obýektleri kesgitlenilip, olary degişli şertli belgileri bilen belgilemek prosessi geçirilýär, Muňa **topografiki deşifirlemegi** diýilýär.

Ýeriň üstündäki obýektleriň *gizleýjilik* (bukyjylyk) *häsiýetleri diýip* şu obýektleri aerofotosuratlarda tanamak üçin aýratyn häsiýetlere aýdylýar. Bukujylyk (basyryjylyk) häsiýeti *göni* we *gytaklaýyn* görnüşli bolýar.

Göni bukyjylyk häsiýetlere: *obýektleriň görnüşi, ölçegleri, olaryň suratlandyrylmagyndaky reňkler* (öwüşgüni) degişlidir.

Gytaklaýyn häsiýetlere: *obýektlerden serpiýän kölegeler, obýektleriň özara ýerleşmegi, obýektlere barylýan yzlar* degişlidir.

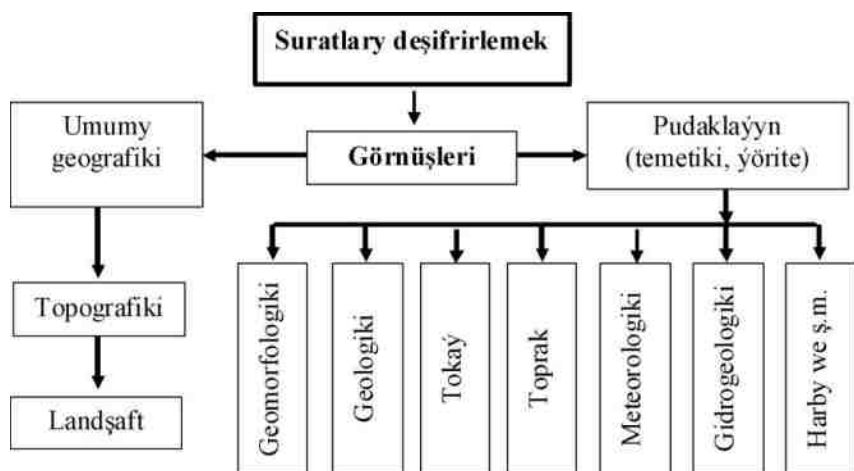
Obýektleriň fotoşekillerde **deşifirleýji häsiýetleri** hökmünde aerofoto suratlarda olaryň suratlandyryşynda bukyjylyk häsiýetine aýdylýar(3.1-nji surat).

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

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

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

Deşifirlemek geçirilýän ýeriň häsiýetine baglylykda **kameral** we **meýdan** ýalylara bölünýär.



3.1-nji surat. Suratlary deşifirlemegiň görnüşleri

Kameral deşifirlemegi aerofotosuratlardan obýektleri meýdana çyk-mazdan tanaýarlar. Onuň üçin deşifirlemegiň *albom etalonyny* ulanýarlar, ol bolsa ýeriň üstüniň kameral topografiki deşifirlemegini ýeňilleşdirýär. Ondan daşary topografiki kartalary döredenden soňra ýeriň üstüniň üýtgemegi ýeňil okalýar.

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

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

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

Mysal hökmünde ýeriň üstündäki çyzykly obýektiň uzynlygynyň  $3 \text{ m}$  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 düžulende, ýerdäki bihasap sudurlaryň iň möhümlerini tanap, umumylaşdyryp görkezýärler. Aerosuratdan peýdalanyňp gören ynsan, onda teswirlenen köpden-köp sudurlaryň arasyndan özüne gereginini 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 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 gürlüğini, 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 aerofotokagyza,

surata alnyşyň şertine(aerosuratyň ýylyň haýsy paslynda, gününň 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 bölünýär. Topografiki kartalary düzmeklik üçin aerosuratda ýer üstüniň sudurlaryny kesgitläp, 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 kameral ýerine ýetirilýär. Otagda deşifrirowka edilýän wagtynda aerosuratdaky teswirler ýerdäki sudurlara deňeşdirilip, şertli belgiler bilen görkezilýär. Aerosuraty otag şertinde deşifrirowka etmek üçin ýerde tanalan iň aýdyň 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 cameral 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 seredilmeyär. 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. Deşifrir-lemek wagtynda jaýlaryň, binalaryň ölçegleri kesgitlenilip, hususy žurnalda ha-saba alynýar. Şäher we şäherçeleriň potoplanyny deşifirlemekde sudurlaryň teswirindäki ýalňyşlyk **0,3 mm-den** uly bolmazlygy hökmanydyr. Deşifirlemegiň netijesi ýerde barlanyp görülýär;

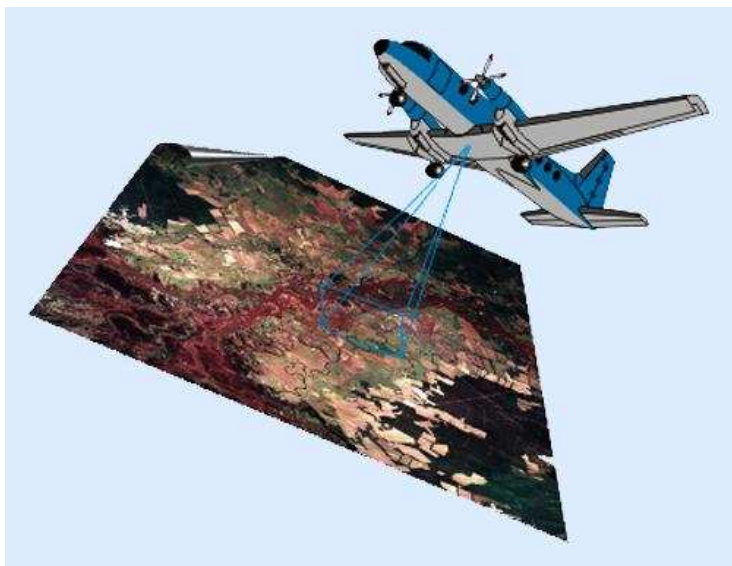
2. Aerosuratlarda ýollary bir-birinden tapawutlandyrmak aňsatdyr. Demir ýollar aerosuratda uly radiusly küljümek reňk çyzyklar görnüşinde düşýär. Ýaz pasly alnan aerosuratlarda şösseleriň teswiri gyalary gara çyzyk geçen zolaklara meňzeýär. Şosseniniň gyrasyndaky ýaplary has aýdyň we oňat bildirýär. 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 guýularyň barlygy, ýoluň derýa ýa-da ýap bilen kesişen ýerlerinde köprüleriň barlygyny bilmek bolar;

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

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** deşifirlemek 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 hasaplanylýar.



3.2-nji surat. Uçarlardan fotosuratlaryň dürli ýapgytlyklardan alnyşy.

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 (3.2-nji surat).

Topografiki we harby deşifrirmegi 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.

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

Deşifrirmegiň 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.

### 3.3. Deşifrirmegiň geografiki esaslary

Ýer üstüniň kanunalaýyk gabat gelmegi tebigy – territorial komplekslerini emele getirýär. Bu kompleksleriň kanunalaýyklygyny bilmek bilen deşifrirmegiň gytak we toplumlaýyn häsiýetleri esaslandyrylýar. Şunuň bilen baglanyşykly aerokosmos suratlaryny deşifrirmegi üstünlükli geçirmek, kartografiki we aerosurata almagyň materiallary, edebiýet çeşmeleri hem-de ýer üstüniň beýleki häsiýetleri boýunça geografiki elementleri öwrenmek mümkindir. Şu berlenler boýunça öwrenilýän territoriýa sebitlere bölünýär we ýüze

çykarylan sebitler üçin ulanmaga ukyply deşifrirleýji häsiýetler goýulýar.

Tebigy – territorial kompleksleriň esasy birligi – geografiki landşaft – bu bolsa gelip çykyşynda, ösüş taryhynda geologik fundamenti, gidrotermiki şertleri, topragy, bir tipli relýefi, umumy klimaty, ösümlikleri we haýwanat dünýäsi boýunça umumy bir meňzeşlikleri alýan ýer üstüniň uçastogydyr. Ýokarda bellenen häsiýetler landşaftyň komponentleri bolup durýar.

Tebigy – territorial kompleksiniň has sada görnüşi bolup fasiýa durýar. Fasiýa - bu kompleksin çäklerinde: mikroklimatyň, dag jynslarynyň, relýefiň formalarynyň, topragynyň, sösümliginiň we haýwanat dünýäsiniň (assosasiýasynyň) meňzeş uçastogydyr. Meselem, jarlarda demirgazyk eňňidiniň we günorta eňňitliginiň we jaryň düýbünüň ekspozisiýalarynyň fasiýalary tapawutlanýar.

Fasiýalar bir – birleri bilen jebis arabaglanyşyklydyr. Ol has çylşyrymly tebigy – territorial kompleks özleriniň tebigi serhetleri boýunça çaklenýär. Bu bolsa dyrmalan jar, derýanyň hanasy, tekiz derýaralyklary, batgalanan hana we beýlekiler boýunça geçýär. Adatça landşaftlaryň tebigy serhetleri aerokosmos suratlary boýunça morfologiki dstrukturasy boýunça ýeňil tanalýar.

Landşaftlary optiki taýdan öwrenmegi ilki bilen fasiýalardan başlaýarlar. Fasiýalary düzümlü böleginiň tanalmagynyň 10 %-i elbetde landşaftyň topragynyň, ösümlük we beýleki komponentleriniň gurluşlaryna baglydyr. Şuňa baglylykda optiki häsiýetnama we 25 santimetr kese – kesikden uly bolan aralyga fragmentariýler diýilýär.

Sonuň bilen landşaft – bu tebigaty örtükdäki elementleriň ýygynyndysy we fasiýalarda durýan tebigy serhetleriň kanunalaýyklyklaryň gaýtalanýan ýygynyndysydyr. Ol hem öz gezeginde fragmentariýlerden ybaratdyr.

Aýratyn fragmentariýleriň optiki häsiýetnamalaryny bilmek bilen bütewi fasiýalaryň we landşaftyň fasial strukturalarynyň öwrenilmegine geçmek bolar.

Sebitleriň hojalyk taýdan intensiw özleşdirilmegi elementleriň içki landşaft arabaglanyşyklarynyň bozulmagyna getirýär, ol hem öz gezeginde deşifrirlemegiň mümkinçiligini ýaramazlaşdyrýar. Bu

ýagdaýda adatça toprak – ösümlük örtügi, bölekleyin gidrografiýa, ýer üstüniň relýefi(relfeýiň indikasion gurluşy bozulmazdan saklanýar) bolsa düýbünden üýtgewä sezewar bolmaýar. Ondan daşary, fotosuratlaryň çäginde sürülýän ýerler ýokary anyklyk bilen ýüze çykarylýar. Bu bolsa deşifirlemegiň täze tektoniki hereketlerini deşifirlemekte ulanylmagyna mümkinçilik berýär.

Oba hojalygynda peýdalanylýan araçäkleri (aýratynda gönüburçlylary) fotoşekilleriň suratyna uly meňzeşligi goşýar. Bu bolsa ösümlik örtügiň, topragyň görnüşleriniň, tebigy territorial kompleksleriň serhetleriniň tapawutlan-dyrylmagyny kynlaşdyrýar. Şonuň bilen birlikde, bu komponentler dürli görnüşli deşifirlemegi geçirmekde hem öz täsirini ýetirýär.

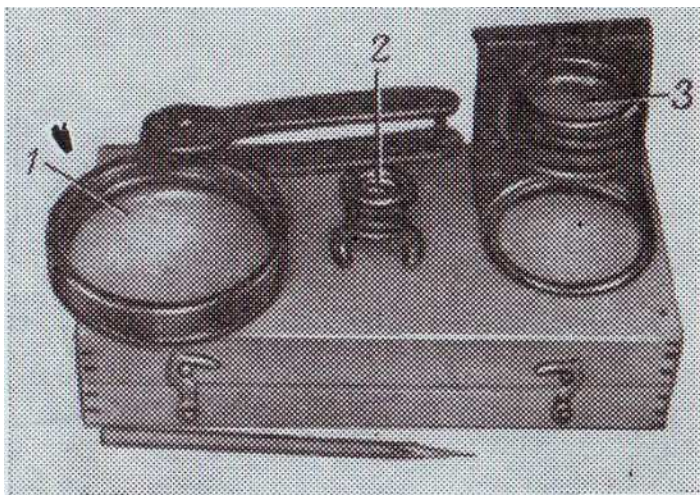
Tebigy territorial kompleksler fotoşekillerde özlerniň suratlarynyň spesi-fiki häsiýetlendirilýär we şu häsiýetleri boýunça hem suratlarda tapawutlanýar-lar. Islendik geografiki elementiň serhedini tapawutlandyrmakda mezorelýefiň formalary durýar. Olaryň tipleri boýunça klassifikasiýalaşdyrylmagy serhetleri olaryň tipleri boýunça öňünden tapawutlandyrmaga mümkinçilik berýär. Tebigy goeografiki elementleriň serhetlerini suratlarda deşifirlemek üçin häsiýetli mikrorelýef, ownuk erozion toruň suraty, ösümlük örtükleriniň kanunalaýyk çalyşygy, sürülýän ýerleriň konfigurasiýasy we ş.m ulanylýar. Bu bolsa gaýtalanýan spesifik fotoşekilleri döredýär.

Tekiz düzlük ýerlerde birmeňzeş klimatik şertlerde tebigy territorial kompleksleriň araçäkleri emele gelmeleriň serhetleri boýunça geçýär, bu bolsa olaryň fotosuratlar boýunça kartalaşdyrmaga mümkinçilik döredýär.

Daglyk sebitlerde klimatiki guşaklygyň täsiri we eňňitleriň ekspozisiýa-synyň netijesinde landşaft düzüminiň morfometriki arabaglanyşygy hem-de geologiki gurluşlar sebäpli has çylşyrymly tapawutlanýar. Bu häsiýetnamalar kesgitlenen tertipde jemlenýär we surat – etalonlarda esaslandyrylýar. Bu bolsa diňe bir bütewi tebigy territorial kompleksiň çäginde ulanmaga ýaramlydyr.

### 3.4. Deşifrirmekde ulanylýan fotogrammetriki gurallary

Aerofotosuratlarda kameral deşifrirmegi fotoshemalarda we fotoplanlarda geçirýärler. Bitewi meýdanly deşifrirmek, 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 deşifrirlenende suratlar uly masştab ýa-da uly masştably surata düşürmekligiň maglumatlary esasynda alynýar.



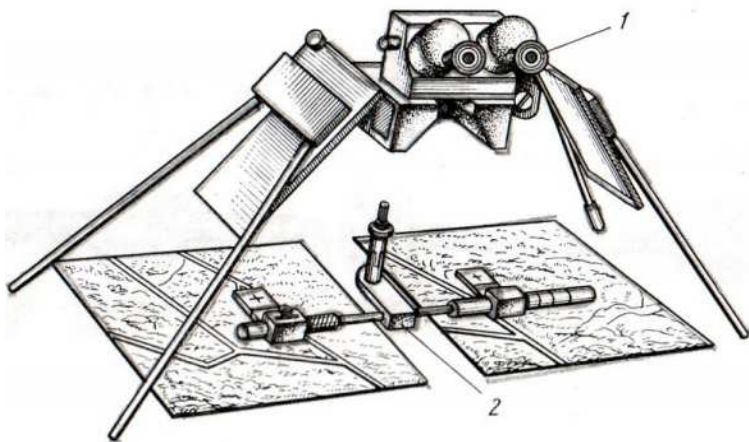
3.3 - nji surat. Deşifrirmekde ulanylýan lupalar ýygındysy.

Wajyp bahany almadyk sebitlerde meýdanly, ugurdaş deşifrirmegi geçirýärler, soňra bolsa kameral deşifrirmegi ulanýarlar. Kartalar, köplenç, köp wezipeli (uniwersal) stereoguralyny (3.3-nji surat), *G.W.Romanowskiniň* stereoproýektoryny, *F.W.Drobyşewiň* stereografyny we ş.m. ulanmak bilen düzülýär.

Ähli taraplaýyn stereogurallarda sudurly desgalar geçirilýär, relýefi bolsa kameral deşifrirmek arkaly geçirýärler. Eger-de kartografirlenýän sebitlerde sudurly elementleriň sany köp bolsa,

onda kartany düzmek üçin arassa esasyň (planşetiň) ýerine fotoplan ýa-da ofotofotoplanlary ulanylýar.

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



3.4-nji surat. Ölçeýji stereoskop.

Kombinirlenen usuly kartanyň sudurly bölegini kameral şertlerde fotosuratlary fotogrammetriki işlemegiň netijesinde alynýar, emma relýef menzulaly surata almagyň usuly boýunça geçirilýär (3.4-nji surat).

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

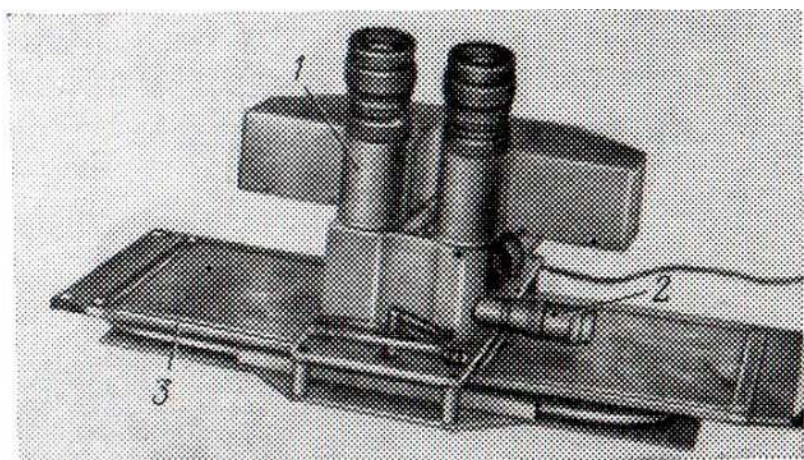
Relýefli surata düşürmek fotoplanyň reproduksiýasy boýunça ýerine ýetirilýär. Şonuň üçin fotoplany almak kameral ýagdaýda kartalary kombinirlenen usul bilen döretmegiň esasy durýar.

Kombinirlenen usul aşakdaky hadysalary öz içine alýar:

- 1) aerofoto surata düşürmegi geçirmek;
- 2) ýerde daýanç nokatlaryny kesgitlemek;

- 3) daýanç torlaryny fotogrammetriki köpeltmek;
- 4) suratlary transformirmek we fotoplany düzmek;
- 5) relýefli surata almak we fotoplanda sudurlary deşifirmek.

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



3.5-nji surat. Deşifirleýji 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 (3.5-nji 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 degişli 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, ýuwýarlar, foksirleýärler we ýene-de ýuwýarlar. 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 degişli şertli belgileri bilen berkitmek arkaly tamamlanýar.

Aerofotosuratlarda saklanýan informasiýalaryň göwrümine, olaryň informasiýalar görterijiligi diýilýär. Bu informasiýalaryň dolulygy we hakykylygy suratyň öz gurluşyna (onuň masştabyna, şekilleriň hiline), şeýle hem suratdan informasiýalaryň alyný usulyna hem baglydyr.

### 3.5. Deşifirlemegiň alamatlary

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

Göni deşifirlemegiň 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 çägindeki obýektiň spektral serpidirmesi bolup hyzmat edýär. Obýektiň şekiliniň tony şulara baglydyr:

- obýektiň serpidirme 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 saýgarp bolýar, olaryň içinde ak, agymtyl-mele, mele, garamtyl-mele, gara tonlar saýlanýar. Köplenç suratlarda ýörite ýagtylyk şkalasy görkezilýär.

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

Strukturaň birdürliligi fizionomik taýdan görkezilmedikdir mikrorelýefiň suduryňnyň 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 lişaýnikleriň 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, öýjükli 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.

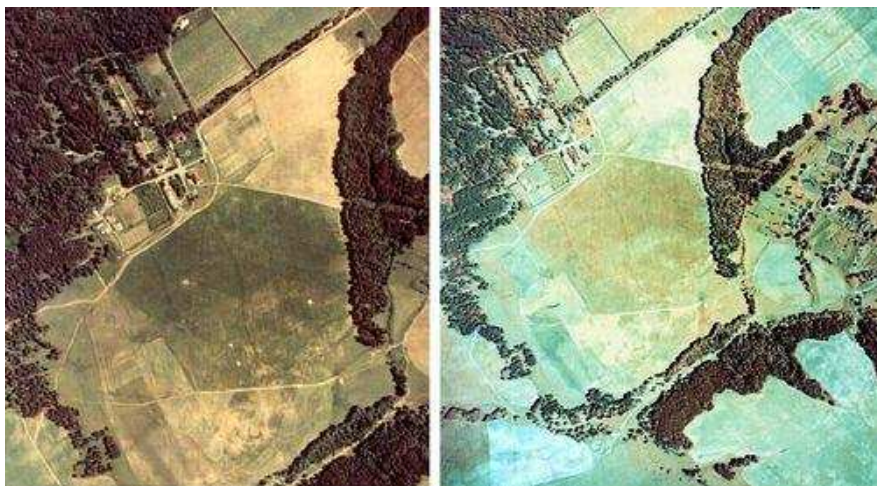
Ýelpewaç şekilli çykarmak konuslaryna häsiýetlidir, şeýlede tehniki binalary m.ü. suratlarda üçburçlyk sudurly zolaklar aýdyň şekillendirilýärler.

Agaç görnüşli – tuundra we dag-tundra sebitleri üçin we köp ýyllyk doňakly uçastoklara häsiýetlidir. Mydamalyk doňaklaryň ereýän gatlagynyň netijesinde emele gelýär. 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 (çägel, çägesow) çöllük sebitlere häsiýetlidir. Olar ownuk barhanly ulgamlardan we berkidilmedik gumlaryň beýleki görnüşlerinden emele gelýärler. 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.



3.6-njy surat. Deşifirlemegiň dürli spektrozonal fotosuratlarynda geçirilişi.

Ýelek görnüşli struktura – gurak klimatly çöl daglaryna häsiýetlidir. Bu struktura relýefiň ýönekeý sudurlarynyň gür torunyň we gowşak ösen ösümlikleriň hasabyndan emele gelýandir. Suratlarda dürli uzynlykly we giňlikli zolaklary görmek bolýar (3.6-njy surat).

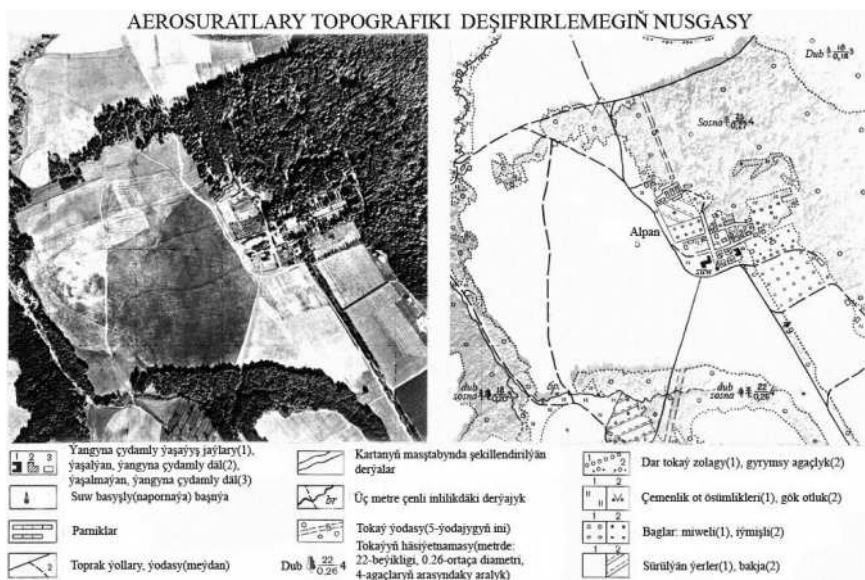
Akym görnüşindäki – tundra we daglyk taýga sebitlere mahsusdyr. Bu struktura topragyň eremeği we ösümlikleriň ösmegi netijesinde emele gelýär. Suratlarda inçe ýagty we garaňky zolaklary görmek bolar.

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

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

Kesgitli forma deşifirlemeginiŋ 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 ýaşaýyş jaýlary göniburçly ýa-da dörtburçlydyrlar we ş.m. Köplenç şular ýaly obýektleriň formalary ýoýlanok.

Şeýle-de plandaky obýektyň proyeksiýasynyň formasy deşifirlemegini 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.



3.7-nji surat. 1:25 000 masştably kartada ilatly punktlyry şekillendirmeginiň mysaly: a – binalaryň kwartaly; b – daça görnüşli.

Obýektiň ölçegleri – şekile seredeniňde deşifirlemegini 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 (3.7-nji surat).

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 deňeşdir-melidir.

1:50000 masştably suratlar boýunça 5 metre çenli obýektleri kesgitläp bolýar, 1:25000 masştably suratlar 2.5. metre çenli, 1:10000 bolsa 1 metre çenli aralyklarda alynýar.

Obýektleriň kölegeleri – bu deşifrleme 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 serpikdirilýän 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, nagysly,

trapesiýa, göniburçly, çylşyrymly) bilen berilen obýektyň arasyndaky aragatnaşygyny ulanmak gerek. Şular ýalyda stereoskopik gözegçilikleriň orny wajypdyr.

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

Berlen ýerli çäkdäki obýektleriň arabaglanşygy indiki ugurlar boýunça aýan edilýar:

Gabat getirmek – bu gytaklaýyn deşifirlemegiň 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 arabagalanyşyk-lary boýunça suratda şekillendirilmedik obýektleri kesgitlemek mümkin. Ösümlikleriň görnüşi, 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 ütgemegi – 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, ösümlikleriň biogen üýtgemelerine getirýär.

Käbir edebiýatlarda deşifirlemegiň gytaklaýyn alamatlary 2 topara bölünýär:

- 1) tebigatdaky baglanyşyklar – ösümlik we relýef, relýef we gidrografiýa, toprak we ösümlik, 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.

### **3.6. Deşifirlemegi geçirmekde surata almagyň usullary**

Ýerli predmetleri nokatdan we poligonyň taraplaryndan surata almakgyň birnäçe usullary bardyr, olardan: *gönüburçly*

*koordinatlar(perpendikuýarlar), 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, kesgitlenýän nokatdan absissa okuna perpendikulýar inderip, başlangyç nokatdan absissa oky boýunça perpendikulýara çenli aralygy we perpendikulýaryň uzynlygyny ölçemek ýeterlidir.

**1:5000** masştably surata almakda per-pendikulýarlaryň uzynlygy 50 metrden geçmeli dälidir. **1:10000** masştably sura-ta 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 transportiriň kömegi bilen alyp goýmak bilen nokadyň ýagdaýyny tapyarys.

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

**4. Polýar usuly.** Bu usulda surata almak 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 ölçýjiniň kömegi bilen radius-wektoryň uzynlygyny ölçeyäris we her bir degişli nokatlardan gorizonta tegelekden hasaplary alýarys. 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 alyarys, bu nokatlara tarap ugurda ag-taryan nokadymyzy almak bilen tapýarys, soňra edil şular ýaly ugurlary beýleki tarapda alyarys. Şu iki çyzgyň kesişmeginde agtaryan nokadymyzy taparys.

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

**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 deşifirlemek geçirilýän wagtynda aerosuratlarda* 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 prosesslerinden tapawutlandyrýar.

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

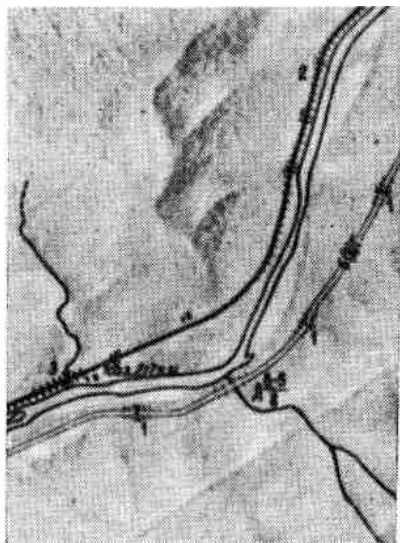
### **3.7. Deşifirlemegi geçirmegiň usullary**

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

Desgalaryň ölçegleri esasy (baş) deşifirlemek elementidir we ol suratyň masştabyna 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 (3.8-nji surat).



3.8-nji surat. Deşifirlemegiň mysaly we ýollaryň dürli klaslarynyň şertli belgileri.

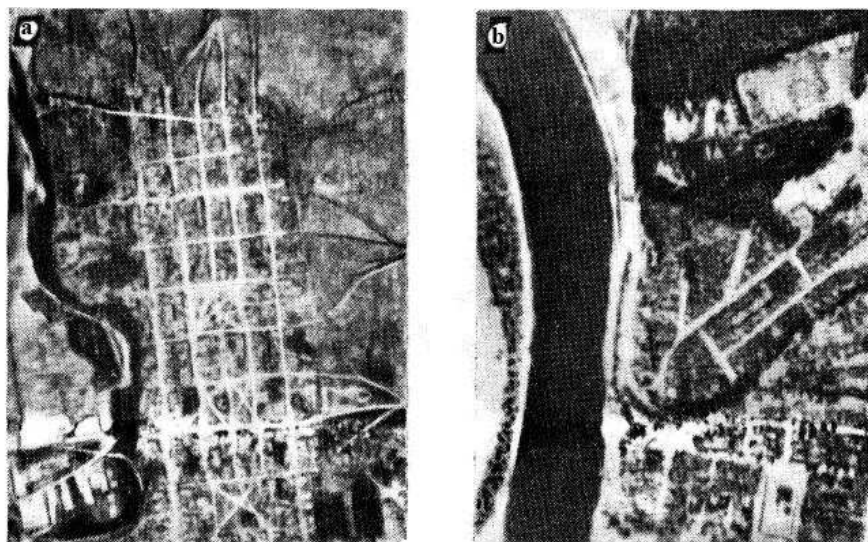
Fotografiýa şekilleriň öwüşgini (reňkli suratdaky boýaglar) hem deşifirlemegiň iň bir wajyp elementleriň häsiýetleriniň biri bolup durýar. Öwüşgüniň güýjüni wizual seretmek arkaly kesgitleýäris. Bu bolsa ýagtylandyrmagyň şertlerine suratyň hiline we başga birnäçe sebäplere baglylykda üýtgeýär, şonuň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

Beýleki obýekti ýa-da hadysany eger-de Ýer üstüniň uçastogy fotografirlenen bolsa, bu uçastok birnäçe kiçi obýektlerden 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.

Deşifrirmek üçin fotoşekilleriň strukturasynyň ulanylmagy, dürli geografiki komponentler bilen fotoşekilleriň arasyndaky arabaglanyşygyna baglydyr. Ony bolsa, düzülyän ýeri geografiki barlamak bilen ýüze çykarmak we deşifrirmegiň etalonlaryny döretmekde ulanmak bolar.

Desgalaryň formasyna we beýikligini kesgitleýän deşifrirmek häsiýetleri kölegeler bolup biler, kölegeler binanyň özüniňki ýa-da başga goňşy desgalara (elementlere) degişli bolup biler. Özünüň we düşýän kölegler hem binalary tanamaga we olaryň käbir häsiýetnamasyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Aýratyn ýagdaýlarda deşifrirmekde kölegeler hiç-hili binalary tanamakda kömek edip bilmeýär, tersine käbir ýer üstüniň elementlerini öz kölegesinde saklap, olary tanamakdan mahrum edýär.



3.9-njy surat. 1:25 000 masştably kartada ilatly punktlyry şekillendirmediň mysaly: a – binalaryň kwartaly; b – daça görnüşli.

Deşifirlemegiň wajyp häsiýetleri bolup, ýeke-täk desgalaryň arasyndaky aerosuratlarda ýerleşip, ýerleşmek kanunalaýyklygyň gaýtalanmagy şekillendirlişi bolup bilýär (3.9-njy 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 ösümlük örtügi arkaly topragyň, ösümlük örtügi we relýefiň arabaglanyşygyny kesgitlep bolar. Ýagny, ösümlük örtügiň beýiklige baglylykda, ýa-da topragyň çyglylygyna baglydygy arkaly kesgitlenilýär.

Aerosuratlary deşifirlemekde hünärmenleriň görkezmelerinden we olaryň goşmaça serişdeli deşifirlemek etalonlaryndan peýdalanyň bolar. 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.

Deşifirlemek üçin wajyp bahany, kartanyň masşaby alýar. Eger-de deşifirlemegi kartanyň masşabyndan aerosuratyň masşaby uly bolan ýagdaýda geçirilse deşifirlenýän elementleri tanamak ýeňil bolýar, emma kartanyň masşabyna geçmek üçin elementleri saýlamak we umumylaşdyrmak hadysasyny geçirmek gerek bolýar. Bu bolsa düzülýän kartanyň agramanyň belli bolmazlygy işi çözmekligi kynlaşdyrýar. Eger-de düzülýän kartanyň masşaby aerosuratyň masşabyndan 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 deşifrirlenmegiň ahyrky netijesi, çyzmak we bezemekde şertli belgileriň ýerleşmegine, olaryň araçägindeki 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 deşifrirlmek 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, deşifrirlmek wagtynda, käbir hadysalaryň we elementleriň gelip çykyşy ilatdan soramak we özüni gözegçilik etmegiň netijesinde hem almak bolar. Bu häsiýetnamalara käbir topografiýa desgalarynyň atlary, derýanyň ini we çuňlugy, 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.

### **3.7. Topografiki deşifrirlenmegini geçirmek**

Topografiki deşifrirlenmegini 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 ulalýar. 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 araçägindäki nokatlardan, sudurlary surata almagyň usullaryny belleýärler. Eger-de şeýle nokatlardan poligonyň ähli ýerinde sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda daşky araçäkdən diagonal ýörelgäni belleýärler. Soňra, ýerde alnan nokatlary degişli belgiler bilen berkidip, olary kagyza çyzýars. Netije-de, surata almak işine girisýäris. Surata almagy daşky araçäkdäki nokatlardan, oňa ýakyn ýerleri 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 çyzygysy*“ 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 çyzygyň 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 alyarys, şol sebäpli planyň takyklygy örän peselýär.

### **3.8. Indikasion deşifrirlemegiň esaslary**

Deşifrirlemegiň berlen usululynyň esasynda öwrenmegiň we ulanmagyň kompleksli deşifrirlemek häsiýetleri goýlandyr. Bu hem öz gezeginde tebigy serhetleriň düzümini suratlandyrýar. Bu ýagdaýda indikator – suratda seredilýän häsiýet(ösümlük örtügiňiň, relýefiň formasynyň, ösümlükleriň aýratyn görnüşleri, landşaftyň morfologiki bölegi we ş.m.) kyn yzarlanýan obýekti häsiýetlendirýär (geologiki gurluşy, üst serpilmeginiň litologiki düzümi, üst suwlarynyň çuňlugy, minerallaşmagy we ş.m.). Indikasion obýekt (indikat) – bu kyn seredilýän obýekt bolup, onuň bilinmegi indikasion kanunalaýyklyklary bilmäge esas döredýär. Indikasion arabaglanyşyk – bu landşaftyň fizionomiki komponentler bilen desipiýent komponentleriniň arasyndaky emeli abstrogirlenen arabaglanyşykdyr.

Indikasion arabaglanyşyk göni indikatorlara – gönüden göni obýekt bilen arabaglanyşygy bolan we gytaklaýyn - bir zadynyň üsti bilen bilmeklige esaslanýar.

Indikatorlar indikasiýanyň görnüşi boýunça hususy – landşaftyň bir komponenti(relýef, ösümlük we ş.m.) bilen berlen we landşaftly ýa-da kompleksli – bu bolsa landşaftyň kömponentleriniň toplумы bilen berilýän, ýagny ähli barlanýan territoriýada obýektleriň arasynda giňişlik arabaglanyşyklar göz önünde tutulmak bilen berilýän ýalylara bölünýär.

Indikatorlar ýer üstüniň geografiki obýektlerini aerokosmos suratlary boýunça deşifrirlemek maksady bilen ulanylyp, ol geoindikatorlara – geologiki şertleri häsiýetlendirýän, litoindikatorlara – ýeriň üstki gatlagynyň düzümini litologiki häsiýetlendirýän, galoindikatorlara – topragyň üstki gatlagynyň ýa-da emele getiriji enelik jynsynyň şorlaşmak tipini ýa-da derejesini

häsiýetlendirýän we gidroindikatorlara – ýer asty suwlaryny häsiýetlendirýän ýalylara bölünýär.

Ýer üstüniň relýefi landşaftyň içki gurluşynyň wajyp indikatory bolup durýar. Relýefiň aýratynlyklary onuň emele geliş prosesserine, geologik struktura, ýer asty we ýer asty suwlara, toprak örtügi, ösümlüklere we tebigatyň beýleki elementlerine baglydyr.

Kosmos suratlaryny deşifirlemekde relýefi peýdalanmakda, suratlara stereoskopik wizual gözegçilikde göz bilen tutulýan beýikligiň minimal tapawudy, surata almagyň  $H$  beýikligine, surata almagyň bazisi  $b$  we guralyň  $\nu$  optiki ulaltmagyna garaşlydyr hem-de aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$\Delta h = l \cdot H \cdot \eta / \nu,$$

Bu ýerde  $\eta$  -stereoskopiki gözüň ýitiligi;  $l = 250$  mm – iň gowy görmegiň aralygy.

Eger-de  $\eta = 30''$ ,  $b = 28$  mm,  $H = 250$  km,  $\nu = 1.3^x$  diýip alsak, onda zerkaly – linzaly stereoskopda 200 metre çenli tapawutlar tapawutlanmaýar diýen ýalydyr. Eger-de zerkalanyň ulaldyş koeffisiýentini  $9^x$  çenli ýetirsek, onda beýiklikleriň tapawutlanýan ululyklary 30 metre çenli aralyga ýeter.

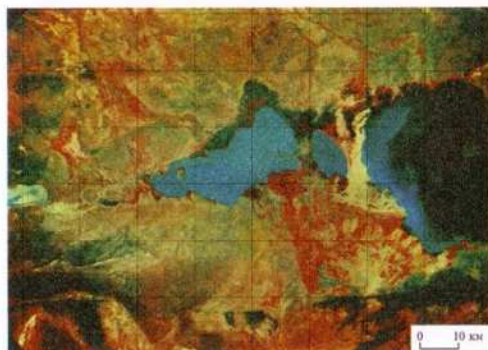
Deşifirlemegiň gytaklaýyn(gidrografiýanyň, çetwertik goýmalar, ösümlük örtügi, reňkleriň jyns – fototon ýaly has anyk tapawutlanýan ýagdaýynda) häsiýetleri kiçi onositel beýikliklerde hem tapawutlandyrmaga mümkinçilik berýär.

### **3.9. Ýer üstüniň obýektleriniň korrelýasion arabaglanyşygy**

Bir tipli içki we daşky tebigy kompleksleriň elementleriniň arasynda korrelýasion arabaglanyşyk saklanylýar, bu bolsa geografiki baglanyşygyň durnuklydygyny kesgitleýär we prosentde, % aňladylýar. Geografiki landşaftyň içki elementleriniň obýektleriniň mukdar görkezijileri düzülen korrelýasion deňlemesi boýunça kesgitlenilýär. Bu bolsa öz gezeginde asylyp duran parametrleri kesgitlenenleri bilen baglanyşdyrýar. Gytaklaýyn deşifirlemekde

korrelaýasion arabaglanyşygyň ulanylmagy obýektleri tanamakda uly mümkinçilikleri döredýär.

# **GÜNORTA - DÜNDOGAR GAZAGYSTAN ALAGOL KÖLI**



Reňkli sinhron suraty



Ýaşyl zona



Gyzyl zona



Açyk ýaşyl zona



Gyzyl - infrogyzyl zona



Melewşe zona



Infrogyzyl zona

3.10-njy surat. Dürli zonalarda alnan kosmos suraty.



Ýer üstüniň köp sanly obýektleriniň tebigy serhetleri köp tipiki reňklilik strukturasyňa mahsusudyr. Bu bolsa olaryň fotosuratlarda görkezilmegini has-da çylşyrymlaşdyrýar (3.10-njy surat). Ýer üstüniň köp reňkli geografiki elementleriniň deşifrirlenmegi ýokary ähtimallyk bilen geçirilýär.

Belli bolşy ýaly takyrlar elmydama çölüş içinde akmaýan suw çeşmeleriniň bolmadyk ýerinde, ýagny çyzykly akabalaryň düýbünden ýok ýerlerinde döreýär. Emma batgalyklar mydama suwly akabalaryň(derýalaryň, kanallaryň we ş.m.) ýa-da kölli çöketlikleriň ýakasynda emele gelýär. Şorlan ýerler ýer üstüniň aerokosmos suratlarynyň ähli ýerinde diýen ýaly duş gelýärler. Adatça şorlan ýerler batgalyk sudurlaryň tebigy serhetleri bilen sepleşýärler we köplenç ýagdaýda bir-birine goşulýarlar.

Aerofotografiki deşifirleýji etalonlar bolup, ýer üstüniň tipiki fotoşekilleri durýar. Olar aerokosmos suratlarynda ýeňil tanalýan we meýdan surata(deşifirlenmeginiň) netijesinde tanalan, degişli şertli belgiler bilen belgilenen bolýar.

### **3.10. Topragyň deşifirlenmegi we onuň tapawutlanýan aýratynlyklary**

Ýeriň üstüniň toprak örtüginin aerokosmos suratlarynyň deşifirleýji häsiýetlerine göni we gytaklaýyn usullary degişlidir. Toprak örtüginin göni deşifirleýji häsiýetlerine ton, reňk, surat (fotoşekiliň teksturasy), toprak obýektiniň ölçegleri we formasy degişlidir. Gytaklaýyn häsiýetlerine relýefiň häsiýeti we gidrografiýa, ösümlükler, adamy oba hojalyk işleri degişlidir. Toprak deşifirlenmeginde haýsy hem bolsa bir deşifirleýji häsiýetden peýdalanmak amatlydyr(meselem, fototondan). Fotoşekiliň iň ygrybarly analizini diňe deşifirleýji priznaklaryň ählisini göz önünde tutmak bilen geçirmek bolar(7-nji surat).

Toprak we oba hojalyk obýektleriniň fotoşekilleriniň tony aero we kosmos suratlarynda – ýeke-täk we esasy üýtgeýän häsiýetdir. Wizual toprak deşifirlemeginde şkalalar tonynyň seriýasy aşakdaky ýedi basgançak boýunça alynýar (5.1-nji tablisa).

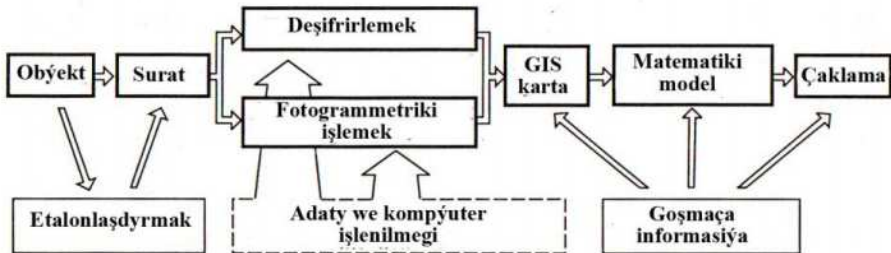
3.1-nji tablisa

**Toprak deşifrirmeginde ulanylýan tonlar**

| Tertibi | Tonlar          | Gykyzlygy         |
|---------|-----------------|-------------------|
| 1       | Ak              | 0.1 we ondan kiçi |
| 2       | Takmynan ak     | 0.2 - 0.3         |
| 3       | Ýaýyk – melewşe | 0.4 – 0.6         |
| 4       | Melewşe         | 0.7 – 1.1         |
| 5       | Ýapyk – melewşe | 1.2 – 1.6         |
| 6       | Takmynan gara   | 1.7 – 2.1         |
| 7       | Gara            | 2.2 we ondan uly  |

Toprak deşifrirmegini geçirende wajyp bahany goňşy toprak konturlarynyň arasynda tonal tapawudynyň bolmagy alyar.

Şekilleri analizleýji (analizator) **“Квантометр-720”** guralynyň kömegi bilen aerosuratlarda we plýonklarda ýer üsti boýunça 64 derejeli sary tony tapawutlandyrmak mümkin. Şunuň esasynda geçirilen köpsanly wiziual-instrumental kesgitlemeleriň 64 derejeli detektirlemeginiň netijesinde aerokosmos suratlarynda sary tonuň kesgitlenişi boýunça 11 basgançaga klaslaşdyrylandyr.

**Deşifrirmek prosessiniň tapgyry.**

Toprak konturlarynyň aerokosmos suratlaryndaky ölçegleri surata almagyň masştabyna baglydyr. Her bir masştabyň çakli mümkinçilikleri plýonkalaryň we aerofotoapparatlaryň obýektiwine, fotokagyza we adamyň gözüne baglydygy anyklanyldy. Aerokosmos suratlarynda şekillendirip boljak minimal toprak konturlary 1:50000

masştabda 5 metr, 1:25000 - 2.5 m, 1:10000 -1 m aralyklarda alynýar. Bu bolsa öz gezeginde, suratlaryň rugsat berijilik ukyby boýunça ortaça 10-12 lin/mm aralykda alynýar. Adam gözüniň rugsat berijilik ukyby 5 lin/mm bolanda suratlary işde ulanmak üçin oňaýlylyk 2-4 essä çenli artýar.

Deşifirlemegiň göni häsiýetleri boýunça toprak örtügiňiň käbir aýratyn durluşlary tapawutlandyrmak mümkin. Ýagny topragyň mehaniki düzümini, şorlaşmagy, çyglanmak derejesi we ş.m. Aýratyn hem ekstremal durluşly toraklar anyk deşifirlenilýär. Topragyň bu görnüşlerine nehaniki düzümi boýunça örän ýeňil(çägeler), örän güýçli şorlaşan topraklar (şorluklar), gidromorfly we ş.m. degişlidir.

Kosmos suratlarynda ösümlük örtügiňiň häzirkî zaman örtügiňi kesgit-lemekde, deşifirlemegiň toplumlaýyn görni we gytaklaýyn häsiýetleri ulanylýar. Olaryň her biriniň roly dürli bolup, fiziki - geografiki zona we ulanylýan fotomateriallaryň masştabyna baglylykda üýtgeýär.

Kosmos surata almagynyň materiallarynyň dürli masştablylygy tebigy we antropogen hadysalaryň ösüşüniň stadiýasy, toplumyň anyklygy we dogrulygy barada baha bermäge esas döreýär. Kosmos suratlarynyň masştabynyň kiçelmeginiň netijesinde obýektleri tanamagynyň takyklygy, başlangyç stadiýada peselýär.

## 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. M. Allakow. Geodeziýanyň esaslary - Aşgabat “Gyzykly elektronika” neşirýaty. 1998. 367 sah.
8. M. Allakow. Geodeziýada we kartografiýada ulanylýan Halkara adal-galarynyň düşündirişli sözlügi - Aşgabat. “Ylham” neşirýaty. 2002. 24 sah.
9. INTERNET ulagmyndan alnan maglumatlar.
10. Гелдыман Л. М. О назначении, содержании и особенностях изготовления фотокарт – Москва, “Геодезия и картография”. 1971.
11. Исаченко А. Г. Физико-географическое картирование – Санкт – Петербург, Изд-во Санкт-Петербургского университета. 1978.
12. Исследование природной среды космическими средствами. Методическое пособия по составлению карт – Москва. “Недра”. 1989.
13. Кравцова В. И. Космические картографирование – Москва. Изд-во Моск. ун-та. 1977.
14. Книжников Ю. И. Аэрофотометоды в географических исследованиях – Москва. Изд-во МГУ. 1972.

15. Киселёв В.В. Фотограмметрия – Москва. Изд-во “Недра”. 1989.

16. Лабанов А. Х. Фотограмметрия – Москва. Изд-во “Недра”. 1984.

## MAZMUNY:

### GIRIŞ

- 1. Umumy düşünje.....7
- 2. Aerokosmos surata almagynyň gysgaça ösüş taryhy.....9

### I. AEROKOSMOS SURATLARYŇ FIZIKI ESASLARY

- 1.1. Umumy düşünje.....11
- 1.2. Aerokosmos usullaryň fiziki esaslary.....11
  - 1.2.1. Elektromagnit spektri.....12
  - 1.2.2. Gün şöhlelenmesi we onuň Ýeriň üstündäki obýektlerden serpikmegi.....14
  - 1.2.3. Şöhlelenmäni elektriki hasaba almak .....16
- 1.3. Surata alyş apparaturalar we olary göterijiler .....17
- 1.4. Ýeriň üstüni aerofotosurata almagyň görnüşleri.....21
- 1.5. Surata alyş apparaturalary göterijiler .....30
- 1.6. Aerokosmos surata almagy.....32
- 1.7. Kosmos surata almagy.....33
- 1.8. Ýer üsti stereofotogrammetriki surata almagy we surata almagyň beýleki usullary .....38
- 1.9. Aerokosmos suratlarynyň görnüşi we olaryň klaslara bölünişi.....43
- 1.10. Kosmos suratlaryň klassifikasiýasy.....43

### II. ÝERIŇ ÜSTÜNI LAZERLI – LOKASION USULY

#### BILEN SURATA ALMAK

- 2.1. Lazerli – lokasion usul bilen surata almaka barada düşünje..... 45

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2. QuickBird Ýeriň emeli hemrasy we onuň artykmaçlygy.....                | 47        |
| <b>III. AEROKOSMOS SURATLARY DEŞIFRIRLEMEK</b>                              |           |
| 3.1. Umumy düşünje.....   | 54        |
| 3.2. Deşifirlemegiň teoretiki esaslary.....                                 | 54        |
| 3.3. Deşifirlemegiň geografiki esaslary.....                                | 61        |
| 3.4. Deşifirlemekde ulanylýan fotogrammetriki gurallary.....                | 64        |
| 3.5. Deşifirlemegiň alamatlary.....   | 68        |
| 3.6. Deşifirlemegi geçirmekde surata almagyň usullary .....                 | 74        |
| 3.7. Deşifirlemegi geçirmegiň usullary.....                                 | 76        |
| 3.7. Topografiki deşifirlemegini geçirmek.....                              | 80        |
| 3.8. Indikasion deşifirlemegiň esaslary.....                                | 82        |
| 3.9. Ýer üstüniň obýektleriniň korrelýasion arabaglanyşygy.....             | 83        |
| 3.10. Topragyň deşifirilenmegi we onuň tapawutlanýan<br>aýratynlyklary..... | 85        |
| <b>EDEBIÝATLAR.....</b>   | <b>88</b> |