

L. X. GULYAMOVA

**AEROKOSMIK TASVIRGA
OLISH TEXNIKASI VA
TEXNOLOGIYA**



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

L. X. Gulyamova

AEROKOSMIK TASVIRGA OLISH TEXNIKASI VA TEXNOLOGIYA

Darslik

**Toshkent
«Universitet»
2021**

Gulyamova L. X. Aerokosmik tasvirga olish texnikasi va texnologiya. Darslik.
–T.: “Universitet”, 2021, 200 bet.

UO‘K: 528(075)

KBK: 26.12я7

G 95

Darslikda “Aerokosmik tasvirga olish texnikasi va texnologiya” o‘quv fanining nazariy va amaliy masalalariga oid mavzular bayon etilgan. Shuningdek, ulardan geodeziya, kartografiya va kadastrda foydalanish uslublari ko‘rsatib berilgan. Darslik oliy ta‘lim muassasalarining – 5311500 - “Geodeziya, kartografiya va kadastr” umumta‘lim yo‘nalishi bo‘yicha ta‘lim olayotgan talabalarga mo‘ljallangan. Bu darslik 5140800 - “Geologiya”, 5140600 - “Geografiya”, 5140700 - “Gidrometeorologiya” yo‘nalishlari bo‘yicha ta‘lim olayotgan talabalar, o‘qituvchilar, aerokosmik tasvirga olish texnikasi va texnologiya bo‘yicha tadqiqot ishlari olib borayotgan yosh olimlarga ham foydali bo‘lishi mumkin.

В учебнике освещены теоретические и практические вопросы техники и технологии аэрокосмических съёмок. Учебник предназначен для студентов вузов, обучающихся по общеобразовательному направлению 5311500 - “Геодезия, картография и кадастр”. Он может быть полезен студентам вузов, обучающимся по направлениям 5140800 - “Геология”, 5140600 - “География”, 5140700 - “Гидрометеорология”, а также преподавателям, молодым учёным, занимающимся исследованиями в области аэрокосмических методов и дистанционного зондирования.

This book covers theoretical and practical issues of the Remote Sensing as well as methods for their application in Geodesy, Cartography and Cadastre. It is prepared for undergraduate students of universities at 5311500 - “Geodesy, Cartography and Cadastre” programs. This book may be helpful to undergraduate students at 5140800 - “Geology”, 5140600 - “Geography”, 5140700 - “Hydrometeorology” specialties, teachers and PhD students in their research on Remote Sensing.

Taqrizchilar:

O.R.Allanazarov - Toshkent davlat texnika universitetining Konchilik ishi va metallurgiya fakulteti “Marksheyderlik ishi va geodeziya” kafedrası dotsenti, PhD.
E.R.Mirmaxmudov - O‘zbekiston Milliy universitetining Geografiya va Tabiiy Resurslar fakulteti “Geodeziya va Geoinformatika” kafedrası dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligining 2021 yil 01 martdagi “110”-sonli buyrug‘iga asosan va Toshkent davlat texnika universiteti kengashining 2020 yil 18 dekabrda “4”-sonli majlisi qaroriga muvofiq etilgan va nashr etishga ruxsat berilgan.

ISBN: 978-9943-6915-7-5

© “Universitet” nashriyoti, Toshkent, 2021 y.

KIRISH	7
1 bob. TASVIRGA OLISHNING TABIIY SHAROITLARI VA TURLARI	10
1.1. Tabiiy obyektlarning nurlanish xususiyatlari.....	10
Savollar:.....	18
1.2. Nurlanishni qayd qilish usullari.....	19
Savollar:.....	22
1.3. Tasvirga olishning texnikaviy vositalari.....	22
Savollar:.....	41
1.4. Havodan va koinotdan turib tasvirga olish texnologiyasi.....	42
Savollar:.....	57
2 bob. HAVODAN VA KOINOTDAN OLINGAN MA'LUMOTLARNING XUSUSIYATLARI	58
2.1. Havodan va koinotdan olingan tasvirlarning turlari.....	58
Savollar:.....	65
2.2. Koinotdan turib olingan tasvirlarning sinflari.....	66
Savollar:.....	70
2.3. Tasvirlarning geometrik xususiyatlari.....	70
Savollar:.....	77
2.4. Tasviriy xususiyatlari.....	78
Savollar:.....	84
3 bob. TASVIRLARNI TAHLIL QILISH VA ULARDAN FOYDALANISH YO'LLARI	85
3.1. Havo va koinotdan turib olingan tasvirlarni tahlil qilishning nazariy asoslari.....	85
Savollar:.....	90
3.2. Tasvirni tahlil qilish yo'llari va texnologiyasi.....	90
Savollar:.....	101
3.3. Tasvirda o'lchash ishlarini olib borish yo'llari va usullari.....	101
Savollar:.....	106
4 bob. TABIAT VA JAMIYTNI O'RGANISH USULLARI	107
4.1. Uzoq masofadan tadqiq qilish orqali xaritalarni yaratish yo'llari.....	107
Savollar:.....	114
4.2. Koinotda turib olingan ma'lumotlar orqali joyning tuzilishini o'rganish yo'llari va usullari.....	114
Savollar:.....	126
4.3. Ijtimoiy – iqtisodiy sharoitlarni uzoqdan tadqiq qilish yo'llari va usullari.....	127
Savollar:.....	148
4.4. Joydagi o'zgarishlarni kuzatishda aerokosmik tasvirga olish usullaridan foydalanish.....	149

Savollar:	161
5 bob. TASVIRLARNI TADQIQ QILISHNING KOMPYUTER USULLARI	162
5.1. Avtomatik ishlash uchun qo'llaniladigan ma'lumotlar	162
Savollar:	170
5.2 Raqamli tasvirlarni ishlash yo'llari	170
Savollar:	176
5.3. Raqamli tasvimi tahlil qilish yo'llari	177
Savollar:	189
GLOSSARIY	190
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI	197

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
1 глава. Природные условия аэрокосмостъёмки	10
1.1. Отражательные свойства природных объектов	10
Вопросы	18
1.2. Способы регистрации излучений	19
Вопросы	22
1.3. Технические устройства для регистрации излучений	22
Вопросы	41
1.4. Технология аэро- и космостъёмки	42
Вопросы	57
2 глава. Свойства материалов аэро- и космостъёмки	58
2.1. Виды материалов аэро- и космостъёмки	58
Вопросы	65
2.2. Классификация космоснимков	66
Вопросы	70
2.3. Геометрические свойства материалов аэро- и космостъёмки	70
Вопросы	77
2.4. Изобразительные свойства снимков	78
Вопросы	84
3 глава. Обработка материалов аэро- и космостъёмки и способы их использования	85
3.1. Теоретические основы обработки материалов аэро- и космостъёмки	85
Вопросы	90
3.2. Методы и технология обработки материалов аэро- и космостъёмки	90
Вопросы	101
3.3. Методы и способы измерений на снимках	101
Вопросы	106
4 глава. Методы исследования природы и общества по материалам аэро- и космостъёмки	107
4.1. Создание карт по материалам дистанционного зондирования	107
Вопросы	113
4.2. Методы и способы исследования территориальной организации местности по материалам космо съёмки	114
Вопросы	126
4.3. Способы и методы дистанционного исследования социальных и экономических условий	127
Вопросы	148
4.4. Использование методов дистанционного исследования изменений местности	149
Вопросы	161
5 глава. Автоматизированные методы обработки изображений Земли	162
5.1. Материалы для автоматизированной обработки	162
Вопросы	170

5.2. Методы обработки цифровых изображений Земли	170
Вопросы	176
5.3. Методы анализа цифровых изображений Земли	177
Вопросы	189
Глоссарий	190
Список использованной литературы	197

KIRISH

Aerokosmik usullar boshqa yer o'rganadigan fanlarning usullari qatorida yerning qobig'ini hamda uni tashkil qiladigan komponentlarning tuzilishi va rivojlanishi qonun-qoidalarini o'rgandigan bevosita yo'lidir. Harakat qiladigan asbob tashuvchidan joyni ko'z bilan chamalab yoki elektromagnit nurlanishni qayd qilish yo'li bilan olingan tasvirlarni o'qib, ushbu qonun-qoidalarni "tez va soz", ko'ptomonlama va batafsil o'rganish mumkin. Natijada kuzatuvchi yer to'g'risidagi ma'lumotlarni ayrim masofadan qabul qilib tahlil qiladi. Ko'rinib turibdiki, olingan tasvirning sifati, to'liqligi, tahlil qilish uchun qulayligi, joy to'g'risidagi fikr yuritishga ta'siri nihoyatda katta. Bu sababli, aerokosmik usullarning tasvirga olish yo'llarini takomillashtirib, tasvirlarning sifatini oshirish vazifasi kabi ushbu tasvirlarni tahlil qilishning mukammal yo'llarini tanlash vazifasi turibdi.

Aerokosmik va uzoqdan tadqiq qilishning fizik asosi – bu obyektlarning elektromagnit to'lqinlarni qaytarish va sochish xususiyatlari hisbolanadi. Joydagi tuproqlar, o'simliklar kabi obyektlarning hududiy joylanishi, biofizik va geofizik xususiyatlari, faslga oid bo'lgan holati, nurlanishning turli xil yo'nalishi, kuchliligi, spektral tarkibi kabi ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. Maxsus nurlanishni qayd qiladigan asbob-uskunalar xilma-xil uchadigan apparatlarda joylashgan bo'lib, tasvirga olish jarayonini bajaradilar. Yer yuzasidan qaytarilgan nurlanish turli uzunlikdagi to'lqinlardan iborat va har bir elektromagnit to'lqin joydagi obyekt to'g'risida ma'lumot keltiradi. Agarki, har bir to'lqinning ko'rsatkichlari qayd qilinsa, joy to'g'risida bilim to'liq va batafsil bo'ladi. Bu sababli tuproqlarning namligini, o'simliklarning holatini, Yer qobig'ining haroratini o'rganish uchun tegishli nurlanish ko'rsatkichlarini qayd qilishga to'g'ri keladi. Yer qobig'ini o'rganishda uning xususiy hamda qaytarilgan nurlanish qayd qilinadi. Bir muddat ichida joyning turli nurlanish ko'rsatkichlari qayd qilinsa, boshqacha aytganda, ko'p zonali, ko'p spektrli va giperspektrli usullardan foydalanilsa, eng mukammal ma'lumotlarga ega bo'lish mumkin.

Aerokosmik usullarning asosiy vazifasi deb yerdagi obyektlarning elektromagnit nurlanish ko'rsatkichlarini qayd qilish yo'li bilan ularni tadqiq qilishdir.

Tasvirga olish texnikaviy masala bo'lib, aerokosmik usullarning muhim qismini tashkil qiladi. Yer yuzasida, havo va koinotda o'rnatilgan

markazlardan turli xildagi fotografik rasmlar olinadi va raqamli tasvirlar yaratiladi. Joyning tasvirini yaratish uchun har xil bir-biriga bog'langan ishlarni bajarishga to'g'ri keladi. Ular qatorida masofadan tasvirga olish, laboratoriyada tasvirlarni qayta ishlash, ularni geodezik bog'lash, hisoblash, fotogrammetrik yo'li bilan to'g'rilash, ko'z chamalab yoki avtomatik yo'l bilan tahlil qilish. Tasvirga olish natijalarini fotografik tasvirlar yoki ulardan iborat bir butun qilib yasalgan montajlar, tasvirlar tarzda yoki raqamli tarzida, turli axborot saqlovchi vositalarga yozib qabul qilish mumkin.

Aerokosmik tasvirga olish texnikasi va texnologiya murakkab fan bo'lib, tasvirga olish masalalarini o'rganish qatorida turli ma'lumotlarni tahlil qilish vazifalarini ham tekshiradi. Turli rasm va tasvirlarning xususiyatlarini, ularning batafsilligini, aniqligini, ulardan foydalanish yo'llarini tadqiq qilish ham, tabiat va jamiyatni tasvirlar orqali o'rganish ham bu fanning vazifasidir. Sonli ko'rsatkichlarni o'rganish, misol uchun, bo'laklarning uzunligini o'lchash, maydon hisoblash, balandliklarni aniqlash yo'llarini o'rganadigan aerokosmik usullarning muhim bo'lmish qismi fotogrammetriya fanining vazifasidir. Sifatli ma'lumotlarni o'rganish, ya'ni tabiiy va sun'iy komponentlarni va ulardan iborat bo'lgan komplekslar tasvirlarini tadqiq qilish orqali bir-biridan ajratish, jarayonlarni o'rganish, aerokosmik usullarning yana bir muhim qismini tashkil qiladi va u tasvirni tahlil qilish deb nomlanadi.

O'tgan asr 60-yillarining oxirigacha aerousullar, ya'ni havoda uchib turadigan kema, vertolyotlardan tasvirga olish usullari joyni o'rganishda ham, turli xaritalarni tuzishda ham asosiy usul bo'lgan edi. Bu yo'nalishda boy tajriba orttirilgan. Bugun ham bu usullarning ahamiyati katta va katta bo'lmagan hududlarni drondan o'rganishda ma'qulligi shubhasiz.

Koinotdan turib tasvirga olish usullarining ahamiyati kundan-kunga oshib bormoqda. Bular yordamida topografik xaritalar, barcha mavzuli xaritalar, navigatsiya ishlari, koinot, geodeziya va geodinamikaning vazifalari yechilmoqda.

O'zbekistonda geodeziya, kartografiya va kadastr sohalarida bunday ma'lumotlardan keng foydalanilmoqda. Bundan tashqari, atrof-muhitni saqlash, gidrometeorologiya, yer va suvdan foydalanish vazifalarining yechimini topishda bu usullar yordam bermoqda.

2017 yil 19 iyul kuni Vazirlar Mahkamasi tomonidan qabul qilingan “O‘zbekiston Respublikasi yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastr davlat qo‘mitasi to‘g‘risidagi hamda yer munosabatlari va davlat kadastrlarini rivojlantirish jamg‘armasi to‘g‘risidagi nizomlarni tasdiqlash haqida” 529 -son Qaroriga ko‘ra quyidagi vazifalar turibdi:

- 1) uchuvchisiz apparatlardan foydalangan holda qishloq xo‘jaligi yerlarini, qishloq xo‘jaligi ekinlarini ekish va parvarishlashni monitoring qilish, geodeziya ma‘lumotlari va kartografiya materiallaridan foydalangan holda sun‘iy yo‘ldosh navigatsiya tizimi ishlashini ta‘minlash;
- 2) aerokosmik tasvirga olish, topografiya-geodeziya, kartografiya, tuproqshunoslik, geobotanikaga oid va boshqa izlanishlar hamda tadqiqotlarni, yerlarni masofadan zondlash, geodinamik tadqiqotlar ma‘lumotlari va materiallaridan foydalangan holda kartografik monitoringni amalga oshirish.

Aerokosmik tasvirga olish to‘la o‘rganish uchun joydagi obyektlarning elektromagnit nurlanishini va nur qaytarish xususiyatlarini, ularni qayd qilish yo‘llari va asboblari, turli tasvirlarning xususiyatlarini va ulardan foydalanish imkoniyatlarini, tasvir o‘qish yo‘llarini bilish zarur.

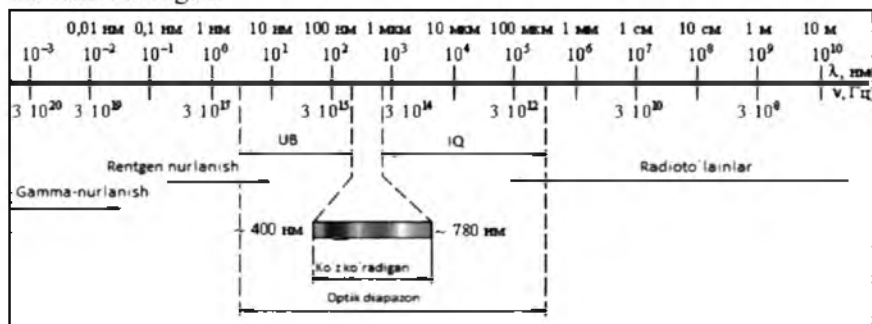
Bu nuqtai nazardan darslikda tasvirga olishning tabiiy sharoitlarga, tasvirlarning xususiyatlariga, ulardan foydalanish yo‘llariga va orttirilgan tajribasiga alohida e‘tibor berilgan.

1 bob. TASVIRGA OLISHNING TABIIY SHAROITLARI VA TURLARI

1.1. Tabiiy obyektlarning nurlanish xususiyatlari

Uzoq masofadan tadqiq qilinadigan obyekt kuzatilganda, uning to'g'risidagi ma'lumot turli nurlanish orqali qayd qiladigan asbobga keltiriladi. Ko'pincha, shunday nurlanish elektromagnit to'lqinlari bo'lib, uzunligi bo'yicha bir-biridan ajralib, nur tarqalish tezligi bilan tarqalib turadi va qaytarilish, singdirilish kabi fizik qonunlarga javob beradi. Elektromagnit to'lqinlarni uzunligiga ko'ra bir necha guruhlariga ajratish lozim. Aerokosmik usullarda ko'proq optikaviy va radioto'lqinlar kabi elektromagnit nurlanishdan foydalaniladi.

Optikaviy to'lqinlar – bu ultrabinafsha, ko'z ko'radigan va infraqizil diapazondagi to'lqinlar hisoblanadi. Ularning uzunligi nanometr yoki mikrometr hisobida o'lchanadi. Ko'z ko'radigan diapazon rangli zonalarga ajratiladi. Bu ranglarni inson ko'zi bir-biridan farqlaydi. Infraqizil – bu IQ diapazonidagi nurlanish quyoshning yer yuzasiga tushib qaytarilgan hamda Yerning xususiy nurlanishidan iborat. 1.1-rasmda aerokosmik usullarda qo'llaniladigan elektromagnit to'lqinlar spektrining qismi to'g'risida ma'lumot berilgan.



1.1-rasm. Aerokosmik usullarda qo'llaniladigan elektromagnit to'lqinlar spektrining qismi

Quyosh nurlari yerga yetib, uning yuzasidan qisman qaytariladi, qisman yutiladi va qisman o'tib ketadi. Bu nur oqimlarning koeffitsientlar yig'indisi 1ga teng bo'ladi. Quruqlikda joylashgan obyektlarni o'rganish uchun yer yuzasidan qaytarilgan nurlanish orqali tekshirilgani ma'qulroqdir va amalda uni qayd qilish ham osonroq.

Yer yuzidagi obyektlarning optikaviy ko'rsatkichlari qayd qilish yo'li bilan ularning nur yutish yoki nur sochish xususiyatini, nur qaytarish yo'nalishini hamda turli uzunlikdagi to'lqinlarni qaytarish xislatlarini o'rganish mumkin. Bu asosda o'simliklar yoki tuproqlar, tog' jinslari, suvlar va boshqa tabiiy komponentlar bir-biridan ajratiladi.

Turli tabiiy obyektlarning optikaviy xususiyatlari vaqt mobaynida o'zgarib turadi. Bundan tashqari, bu xususiyatlar turli tabiiy hodisalar hamda omillar ta'sirida kun, yil, fasl davomida bir-biridan farqlanadi. Nam bo'lgan tuproqlar yoki o'simliklarning optikaviy ko'rsatkichlari quruq bo'lgan o'xshash tuproqlar va o'simliklarning optikaviy ko'rsatkichlaridan ancha farq qiladi. Shu sababli obyektни tasvirga olishda ham, uni tasvir orqali o'rganishda ham uning optikaviy xususiyatlarini bilish nihoyatda zarur.

Tabiiy obyektlarning optikaviy xususiyatlarini o'rganishda bir necha ko'rsatkichlardan foydalaniladi. Ulardan asosiylari quyidagilardir:

- umumiy yorug'lik koeffitsienti,
- ikki obyekt yorug'liklarining farqi,
- "nur qaytarish indikatrasi"- bu tekshirilayotgan sirtning ma'lum bir yo'nalishda yorug'ligiga, ideal ravishda tarqoq ko'zgu bilan sirt yorqinligiga nisbati (har tomonning o'rtacha yorqinligi);
- turli uzunlikdagi elektomagnit to'lqinlarni qaytarish xususiyatini o'lchash uchun qo'llaniladigan spektr yorug'lik koeffitsienti.

Obyektning yorug'ligi undan qaytarilgan yoki u nur sochgan nurlanish oqimlariga bog'liq holda bo'lib, yerda kuzatiladigan quyoshning balandligi va yuzaning sifatiga qarab o'zgarib turadi. Quyosh nuri atmosferadan o'tgach, qisman sochiladi, demak, yer yuzasining yorug'ligi to'g'ri tushgan va sochilgan nurlanishdan iborat. Nur sochilgan qismi ko'proq Quyoshning ufqqa nisbatan past turgan holatida hamda bulutlanish va qor tushgan paytlarida bo'ladi.

Quyoshning balandligi oshgan sari sochilgan nurlanish qismi kamayadi va rasmdagi soyalarning qora rangi kuchayadi. Shu sababli, tog'li joylarni tasvirga olganda, Quyoshning balandligini e'tiborga olgan holda vaqti tanalanadi. Tog'li joyni tasvirga olishda uning qiyalik burchagi, yonbag'irlarning shimolga nisbatan yo'naltirilganligi, joyning geografik kengligi, tasvirga olish vaqti (oy va kunning qismi) o'rganiladi va ma'qul bo'lgan tasvirga olish payti tanlanadi. Shimoliy va janubiy ekspozitsiyadagi

yonbag'irlarga quyosh nurlarining tushish burchagi ertalabki va kechki soatlarda deyarli bir xil, peshinda esa ular orasidagi farqi oshadi. Shu sababli, kenglik bo'ylab cho'zilgan tog' tizmalarni tasvirga olishda eng ma'qul payt – bu tush payti. Quyosh past turgan paytlarida esa tekisliklar tasvirga olinsa, relyefning mayda tafsilotlari ham yaqqol tasvirlanadi.

Joyning yorug'ligini **albedo va umumiy yorug'lik ko'effitsientini** hisoblash yo'li orqali yuzaga tushgan nurlanishning qaytarilgan nurlanish qismi aniqlanadi. Shu sababli, yangi tushgan qor bilan qoplangan joylarning albedosi 100 %ga teng, umumiy yorug'lik ko'effitsienti esa $r=1,00$. O'simliklarning va qora tuproqlarning yorug'ligi qumlarga va quruq bo'lgan qoplamasiz yo'lga nisbatan pastroq bo'lib, albedosi ham, yorug'lik ko'effitsienti ham kamroq. 1.1-jadvalda ayrim tabiiy obyektlarning yorug'lik ko'effitsienlari keltirilgan. Ko'rinib turibdiki, qora tuproqlar eng kichik umumiy yorug'lik ko'effitsientiga egadir. Chinki ularning nur qaytarish xususiyati juda past.

1.1-jadvalda keltirilgan ko'rsatkichlarni o'rtacha qilib olingan deb hisoblash kerak, chunonchi, yagona landshaft yoki fatsiya hududida ushbu ko'rsatkichlar o'zgarib turadi. Ayniqsa, dasht joylarda bu ko'rsatkichning o'zgarishi 3 va undan ortiq martagacha farqlanishi mumkin. Shimoliy va janubiy yonbag'irlarda joylashgan bir xil obyektlarning yorug'ligi bir xil bo'lmaydi. Buning sababi, janubiy yonag'irlarda nur qaytarish xususiyati oshadi.

1.1-jadaval. Ayrim tabiiy obyektlarning yorug'lik ko'effitsienlari (ko'z ko'radigan diapazonda o'lgan)

Obyektning nomi	Umumiy yorug'lik ko'effitsientiga	Obyektning nomi	Umumiy yorug'lik ko'effitsientiga
Yangi tushgan qor qoplami	1,00	Shaharlar	0,20
Kvarts qumlari	0,20	Gil tuproqlarda o'tgan qoplamasiz yo'l	0,20
Qumloq tuproqlar	0,15	Shosse	0,30
Qora tuproqlar	0,03	Qizil g'ishtdan solingan bino	0,20
Donli ekinlar	0,10	Pichan	0,15

Optikaviy ko'rsatkichlarni aniqlashda landshaftning rang-barangligi va uning komponentlarining xilma-xilligini e'tiborga olish zarur. Tasvirga olish masofasi oshgan sari joyning xilma-xilligi umumlashtiriladi va natijada tafsilotning o'rtacha yorug'likning ushbu o'zgarishi nazarda tutilgani maqsadga muvofiq.

Joylardagi obyektlarning optikaviy xususiyatlarini o'rganishda yuqori ko'rsatilgan ko'rsatkichlar qatorida, ikki obyekt yorug'ligi orasidagi farq yoki **"yorug'lik kontrasti"** hisoblanadi. Dasht zonadagi bir xil o'simliklar bilan qoplangan joylarning kontrasti, yorug'liklarning o'zgarib turish darajasi eng pastdir. Tog'li joylarda esa qorliklar va muzliklar hamda ochiq tog' jinslarining yorug'liklari orasidagi farq ancha sezilarli. Shu sababli, tog'li joylarning tasvirlari o'z rang-barangligi bilan ajralib turadi.

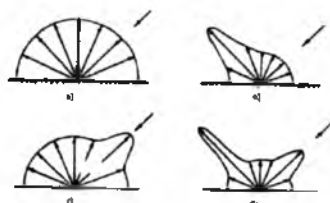
Yuzaning tuzilishi nur qaytarish xususiyatlariga ham ta'sir ko'rsatadi va unga bog'liq holda bo'lib, nur turli yo'nalishlarda har xil kuch bilan tarqaladi. Turli yo'nalishlarda sochilgan nurlashning yorug'lik koeffitsienti aniqlanib, qutbiy diagramma yordamida grafik usulda tasvirlanadi. Bu grafikni **"indikatrissa"** deb nomlashadi.

Indikatrissaga ko'ra barcha yuzalar asosiy to'rtta guruhga ajratiladi.

- barcha yo'nalishlarda nurlanishning yorug'ligi bir xil bo'lgan tekisliklar, ya'ni, qumlar (1 2-rasm, a);
- toza muzliklar, qoyali joylar, quruq toshloqlar kabi yuzalar nur tushgan qarshi bo'lgan yo'nalishda nurlanishni ko'proq tarqatadi va ular oynaga – silliq yuzaga o'xashashdir (1 2-rasm, b);
- o'yib tashlangan yuzalar, ya'ni, o'simliklar, haydalgan dalalalar nur tushgan yo'nalishlarda nurlanishni ko'proq tarqatadi (1 2-rasm, c);
- murakkab bo'lgan yuzalar esa, asosiy ikki yo'nalishda nurni tarqatadi. Misol uchun sholi, shag'al yoki don ekinlari (1 2-rasm, d).

1 2-rasmda ayrim yuzalardan qaytarilgan nurlanishning indikatrissasi ko'rsatilgan.

Cho'l zonasidagi tuproqlarning nur tarqatish xususiyatlari farqlanadi. Masalan, sho'rxoklardan nur turli yo'nalishlarda bir xil bo'lib tarqatiladi. Taqirlardan esa nur tushgan yo'nalishga nisbatan teskari yo'nalishda tarqatiladi. Bu xususiyatlarni e'tiborga olgan holda nurlanishni qayd qilish usullari va asboblari tanlanadi.



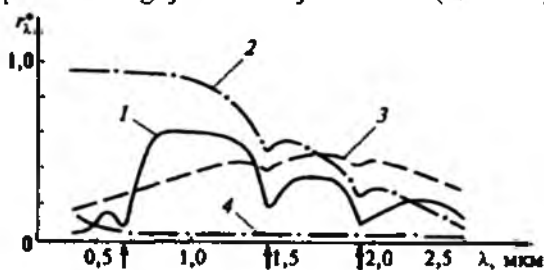
1.2-rasm. Turli xil yuzalardan qaytarilgan nurlanishning indikatrissasi, a)- barcha yo'nalishlarda nurlanishning yorug'lugi bir xil bo'lgan tekisliklar; b)- nur tushgan qarshi bo'lgan yo'nalishda nurlanishni ko'proq tarqatadi va ular oynaga – silliq yuzaga o'xshashdir, c)- nur tushgan yo'nalishda nurlanishni ko'proq tarqatadi; d)- murakkab bo'lgan yuzalar esa asosiy ikki yo'nalishda nurni taraqtadi.

Yer yuzasida obyektlarning turli nurlanishni qaytarish va yutish qobiliyati bir-biridan farqlanadi. Turli elektromagnit to'lqinlarni qaytarish koeffitsientining o'zgarib turishini kuzatib, obyektning turli spektrdagi nur qaytarish xususiyatlarini aniqlash mumkin. Bu asosda ularni bir-biridan ajratish imkon paydo bo'ladi.

Birinchi bo'lib, E.L.Krinov bunday izlanishlarni bajardi. U yorug'lik koeffitsientlarining o'zgarishini egri chiziqli orqali ifodalab, yer yuzasida barcha obyektlarni asosiy 4 ta guruhga ajratdi. Birinchi guruhdagi obyektlar – bu tog' jinslari va tuproqlarining nur qaytarish qobiliyati spektrning qizil zonasiga yaqinlashgan sari yorug'lik spektrli koeffitsienti ortib boradi (1.3-rasm, 3). Ikkinchi guruhdagi obyektlar, y'ani, o'simliklarning yashil zonada nur qaytarish qobiliyati eng yuqori bo'lib, qizil zonada esa eng kichik va infraqizil zonada yana keskin ortib boradi (1.3-rasm, 1). Uchinchi guruhdagi obyektlar – suvlarning nur qaytarish qobiliyati boshqa ob'ektlarga nisbatan eng pastdir. Ular deyarli optik to'lqinli nurlarni yutadi (1.3-rasm, 4). To'rtinchi guruhdagi obyektlar – muzliklar va qorlarning ko'z ko'radigan diapazondagi nurlarni qaytarish qobiliyati eng yuqori, yaqin infraqizil zona spektrida tuproqlarning qobiliyatiga o'xshashligi aniqlandi (1.3-rasm, 2).

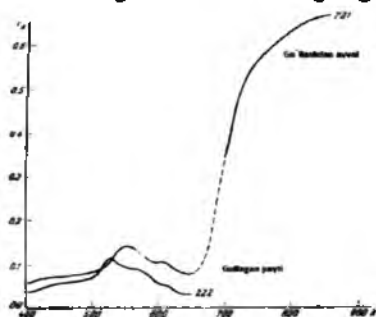
Shu sababli, turli to'lqinli nurlarni qayd qilish yo'li bilan yer yuzasidagi obyektlarni ko'ptomonlama o'rganish mumkin. Nur qaytarish qobiliyati yuqori bo'lgan obyektlar tasvirlarda oqroq bo'lib tasvirlanadi va yaqqol ko'rinadi. Nur yutish qobiliyati yuqori bo'lgan ob'ektlar esa to'qroq

bo'lib tasvirlanadi. Demak, suv yuzasini ko'z ko'radigan diapazonda olingan tasvirlarda tuproqlardan va tog' jinslardan ajratish oson (1.3-rasm).



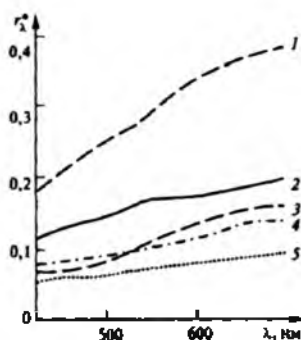
1.3-rasm. Yorug'lik ko'effitsientlarining o'zgarishi. 1-o'simliklar, 2-qor yuzalari, 3-tog'jinslari va tuproqlar, 4- suv yuzalari (E.L.Krinov¹ orqali)

Lekin, bu qobiliyati turli omillar ta'sirida o'zgarib turadi. Nam bo'lgan tuproqlarning nur yutish qobiliyati oshadi va bu sababli spektrli yorug'lik ko'effitsienti kamayib boradi. Suvlar, ayniqsa, ulardagi plankton, turli moddalar, ifloslanish ortib borgan sari nur yutish qobiliyati pasayadi. Natijada bunday suvlarning tasviri oqroq bo'lib tushadi, ko'effitsienti esa oshib boradi. Turli fenologik davrdagi o'simliklarning nur yutish va qaytarish qobiliyati ham farqlanadi. Paxtaning gullashdan avval nur qaytarish xususiyati gullash davrdagi xususiyatlaridan ancha farq qiladi (1.4-rasm). Bunga o'hshash turli xil tuproqlar va daraxtlarning nur qaytarishi o'ziga xos xususiyatlarga ega (1.5-rasm va 1.6-rasm).

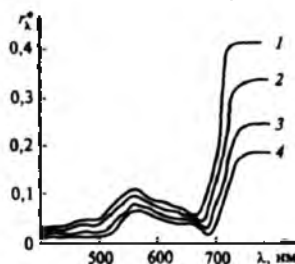


1.4-rasm. Paxtaning nur qaytarish xususiyatlari

¹ Кринюв Евгений Леонидович. Спектральная отражательная способность природных образований – 1947 - 239 б.



1.5-rasm. Turli xil tuproqlarning nur qayatarish xususiyatlari. 1- serozjom, 2- sod-podzolik, 3- qorong'u kashtan, 4- to'q kulrang o'rmon, 5 chermozem



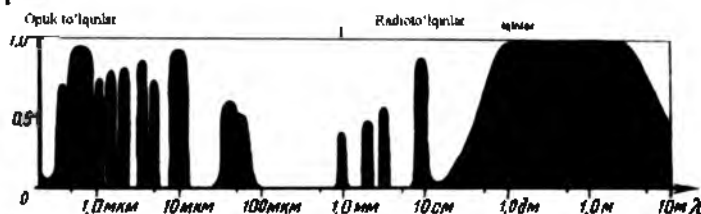
1.6-rasm. Turli xil daraxtlarning nur qayatarish xususiyatlari.

1 - qayin; 2 - eman; 3 - qarag'ay; 4 - qoraqarag'ay

Uzoq masofadan tasvirga olinganda uning sifatiga, y'ani ob'ektlarning tasvirlanish xususiyatlariga bog'liq, nurlanishni atmosferadan o'tish qobiliyati ta'sir ko'rsatadi. Atmosfera tarkibidagi turli moddalar, chang, bug', suv molekulari va bosqalar nurlanishning o'zgarishiga olib keladi. Nur qisman sochiladi, qisman yutiladi, qisman singdiriladi. Havoning ifloslanishi tasvirming kontrasti pasayib ketishiga sababchi bo'lib, obyektlar yorug'ligining pasayib ketishiga ham ta'sir ko'rsatadi. Shu tufayli, mayda tafsilotlar tasvirda yo'qolib ketadi va ob'ektlarning rangi ham o'zgaradi.

Atmosferada "tiniqlik darchalari" mavjud. Nurlanish atmosfera elagidan o'tgandan keyin ayrim to'liqinli nurlar yo'qoladi. Atmosfera ultrabinafsha nurlar uchun tiniq emas va atmosferadan o'tgach ularning kuchi kamayib ketadi. Optikaviy diapazondagi nurlarning atmosferadan o'tish qobiliyati esa ularni atmosferadan o'zgarmasdan o'tishiga olib keladi. Ko'z ko'radigan diapazondagi (0,4-0,8 mkm uzunligidagi) va yaqin

infraqizil diapazondagi (3-5, 8-12 mkm uzunligidagi) to'liqlar atmosferadan o'zgarmsdan o'tadi. Radioto'liqlar esa qisman o'tadi, y'ani 1-2 santimetr uzunlikdagi to'liqlar atmosferadan to'siqsiz o'tadi, lekin 10-30 metrli radioto'liqlar atmosferadan qaytarilib, yo'qolib ketadi. Bu sababli, obyektlarning optikaviy ko'rsatkichlari uzoq masofadan aniqlangan holda yer yuzasidagi ko'rsatkichlardan farq qiladi. Atmosferaning pastki 10 kilometrgacha bo'lgan qatlamlari nurlanishga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Koinotdan turib olingan tasvirlarga atmosferaning ta'siri kuchliroqdir. Havodan turib olingan tasvirlarda (aerotasvirlarda) esa ta'siri unchalik katta emas. 1.7-rasmda turli uzunlikdagi to'liqlarning atmosferadan o'tish qobiliyati ko'rsatilgan va yuqorida aytilgan "tiniqlik darchalari" namoyon bo'lmoqda.



1.7-rasm. Oddiy sharoitlarda 1,5 km balandlikgacha atmosfera qatlamining tiniqligi tufayli turli uzunlikdagi to'liqlarning atmosferadan o'tish qobiliyati

Yer yuzasidagi obyektlar o'z haroratiga ko'ra infraqizil nurlanishni tarqatadi. Ularning harorati esa nurlanish qobiliyati, joyning ekspozitsiysi va qiyaligi, tog' jinslarining tarkibi kabi omillarga bog'liq. Xususi haroratga ega bo'lgan obyektlar – bu vulqonlar, yer ostidagi issiq (termal) suvlar, sanoat inshootlari – quyosh nurlari ta'sirida isitilgan obyektlardan farq qiladi. Yer ostidagi suvlarning harorati kun mobaynida deyarli o'zgarmaydi. Yer ustidagi oqar suvlar esa atrofdagi obyektlarga nisbatan kechasi issiqroq, kunduzi – sovuqroq bo'ladi. Haroratning farqini o'lchab, turli xil obyektlarni bir-biridan ajratish imkoni yaratiladi. Ayniqsa, issiq va sovuq oqimlarni, shaharlar, sanoat obyektlarini, nam bo'lgan tuproqlarni o'rganishda ushbu usuldan keng foydalaniladi.

Infraqizil nurlanishdan kuchlilik jihatdan ancha pastroq bo'lgan radioto'liqlar ham isitilgan obyektlardan tarqatiladi. Ular orqali suvlarning yuzasidagi to'liqlarni, neft pardasini, tuproqlarning mexanik tarkibini ham, namlanishini, o'simliklarning holatini ham o'rganishda qiziqarli

ma'lumotlarni olish tajribasi o'tirilgan. Infraqizil va radioissiq to'liqlik nurlarning tarqalishini Yerning xususiy nurlanishi bilan bog'langanligi tufayli, ularni **Yerning xususiy nurlanishi** deb nomlashadi.

Yerdagi obyektlarni o'rganishda sun'iy ravishda tarqalgan nurlanishni qayd qilish usulidan ham foydalaniladi. Sun'iy ravishda tarqalgan radioto'liqlarning yer yuzasidan qaytarilish qobiliyati yuzaning elektrik xususiyatlariga bog'liq. Yer yuzasi meteorologik sharoitlarga bog'langan holda o'rganiladi. Yozda yer yuzasidan radioto'liqlarning qaytarilishi qishga nisbatan yuqori bo'lganligi aniqlandi. Tadqiq qilinadigan qatlamning xilma-xilligi ham radioto'liqlarning tarqalishiga ta'sir ko'rsatadi. Nam bo'lgan tuproqlar quruq bo'lgan joylarga nisbatan radioto'liqlarni yaxshi qaytaradi, sho'r suvlar va muzlar tuzsis suvlarga nisbatan to'liqlarning katta qismini qaytaradi. Ular yer ostidagi suvlardan ham, chuqurlikdagi yoriqlardan ham qaytarilishi mumkin. Bu yo'l bilan yer ostidagi o'n metr lab yoki yuz metr lab o'lchangan chuqurlikda joylashgan suvlarning havzalarini aniqlashda foydalaniladi.

Savollar:

- qaysi diapazonda ranglarni inson ko'zi bir-biridan farq qiladi?
- quruqlikda joylashgan obyektlarni o'rganish uchun qaysi yo'ldan foydalangan ma'qulroq?
- tabiiy obyektlarning optikaviy xususiyatlarini o'rganishda qaysi ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
- grafikli "indikatrissa" nimani bildiradi?
- joyning yorug'ligini qanday qilib yuzaga tushgan nurlanishning qaytarilgan nurlanish qismi aniqlanadi?
- turli elektromagnit to'liqlarni qaytarish koeffitsientining o'zgarib turishini kuzatish orqali nimani aniqlash mumkin?
- E.L.Krinov yorug'lik koeffitsientlarining o'zgarishini egri chiziq orqali ifodalab, yer yuzasida barcha obyektlarni nechta va qaysi guruhga ajratdi?
- qaysi diapazondagi nurlarning atmosferadan o'tish qobiliyati ularni atmosferadan o'zgarimasdan o'tishiga olib keladi?
- atmosferaning qaysi qatlamlari nurlanishga sezilarli ta'sir ko'rsatadi?
- radioto'liqlarning qaytarilishi yil mavsumiga bog'liqligi va nimaga?

1.2. Nurlanishni qayd qilish usullari

Nurlanishni qayd qilishda obyektning biologik, kimyoviy, issiqlik va elektrik xususiyatlariga ko'ra qayd qiladigan usullar va asboblari qo'llaniladi. Shu sababli, turli to'liqlik nurlanishni qayd qiladigan usullar bir-biridan farq qiladi. Optikaviy nurlanishni qayd qilish uchun fotografik yoki fotoelektron tasvirga olish usulidan, radioto'liqlarni qayd qilishda esa turli antennalardan foydalaniladi.

Fotografik tasvirga olish yo'li qaytarilgan va yerning xususiy elektromagnit nurlanishni ko'z ko'radigan va yaqin infraqizil zonadagi qismini qayd qilishda asoslangan. Fotografik tasvirga olish tizimlari nurlanishni qayd qilish asosiy qonun-qoidalariga ko'ra ikki xil, ya'ni fotografik va optikaviy-elektronli bo'ladi. Fotografik tasvirga olish tizimlarida nur sezgir fotografik qatlamlarga turli oynalar orqali nurlanish bevosita qayd qilingach, tasvir hosil bo'ladi.

Optikaviy-elektronli tizimlarning ishlash qonun-qoidalari esa avval elektrik signallar orqali nurlanishni qayd qilish, so'ng optikaviy-elektronli yo'l bilan tasvirga aylantirish jarayonlarida asoslangan. Ya'ni, tasvir bevosita yo'l bilan hosil bo'ladi va bir qator texnikaviy omillarga bog'liq holda o'zgartiriladi.

Optikaviy-elektronli tasvirga olish ham, o'z navbatida, optikaviy television kadrlarni yaratadigan, optikaviy-mexanik – skanerli, fototelevision yo'l bilan tasvirga olish usullariga bo'linadi. Ular bir-biridan nurlanishni qayd qilish qonun-qoidalari va texnikaviy usullari bo'yicha ancha farqlanadi.

Fotografik tizimlarda qo'llaniladigan turli **fotografik qatlamlar** – bu kimyoviy murakkab ikki-o'lchovli nurlanishni qabul qiluvchi bo'lib, nurlanishni qayd qiluvchi moddaning kimyoviy tarkibini o'zgartirish qonun-qoidalariga asoslangan. Fotografik qatlamalar kumush tuzlardan iborat bo'lib, nur ta'sirida kumush ionlari kumushga aylanadi. Natijada nur tushgan joy qorayadi. Ko'rinib turibdiki, nurlanishning kuchliligi tasvirning oq-qora yoki turli ranglar moddaga qo'shilgan holda ranglarning to'qligiga sabab bo'lib, joyning yorug'ligiga bog'liq. Turli rangli moddalarni qo'shib, fotografik qatlamni faqat ayrim to'liqlik nurlanishni qayd etuvchi qilish mumkin. Bunday qatlamlar **spektrozonal** deb nomalanadi. Hozirgi kunda turli xil qatlamlar ishlatilmoqda va ular to'g'risida ma'lumotlar 1.2-jadvalda keltirilgan.

1 2-jadval. Aerofotografik qatlamlarning tavsifi

Emulsiyaning turi	Qayd qilinadigan nurlanishning zonasi, nanometr	Qatlamning aniqligi, l mmda chiziqlar soni
Oq-qora qatlamlar		
Panxrom	360-680	60-85
Izopanxrom	360-720	85
Izoxrom	380-630	65
Infraxrom	740	60-80
Rangli negativli qatlamlar		
Ortoxrom	350-500	40-60
Panxrom	560-700	
Rangli spektrozonal qatlamlar		
Infraxrom	720-800	70-90
Panxrom	520-700	
Ortoxrom	490-590	75-80

Fotografik qatlamlar kimyoviy tarkibiga ko'ra turli tafsilotlarni qayd qilish aniqligi bilan bir-biridan ajralib turadi. Ularning ushbu qobiliyatini ta'riflash uchun tasvirning aniqligi, ya'ni bir millimetrlil bo'lakdagi chiziqlar soni, deb qabul qilingan korsatgichdan foydalaniladi. Tasvirning aniqligi oshgan sari uning sifati ham, tasvirni kattalashtirish darajasi ham ortadi. Zamonaviy fotografik qatlamlar yuqori batafsillikka ega bo'lgan tasvirlarni yaratish imkonini beradi va ularning aniqligi 50-100 mm⁻¹ yoki tasvirdagi eng kichik tafsilotning kattaligi 0,01-0,02 mm gacha yetib borishi mumkin. Ushbu xususiyat joydagi 5-10 metrdagi obyektlarni tasvirga olish imkoniyatini tug'diradi. Shunday rasmlarni 10-30 marta kattalashtirilganda, ularda alohida turgan uylar, ko'priklarni yaqqol ko'rish mumkin.

Fotografik tasvirga olish usuli qatorida optik nurlanishni **elektrik qayd qilish** usulidan ham keng foydalanib kelinmoqda. Asbobning sezgir elementiga nurlanishning ta'sir qilish natijasida elektr signal hosil bo'ladi. Bu signal nurlanishning sezgir elementiga bevosita ta'sir qilishi natijasida fotografik effekt qonun-qoidalariga binoan, yoki elementning isitishga olib keladigan yo'li bilan, ya'ni termoelektrik effektga binoan, paydo boladi. Shu sababli, optik diapazondagi nurlanishni qayd qiladigan asboblarni **fotoelektronli va termoelektrik** turlarga ajratishadi. Ular ayrim to'liqli

nurlarni yoki keng diapazondagi to'liqinli nurlarni qayd qilishi mumkin. Fotoelektrik qabul qiluvchi asboblarning fotoelementlari o'z sezgirligini ishlatilgan materialga bog'liq holda o'zgartiradi. Bular ko'proq ultrabinafsha va ko'z ko'radigan diapazondagi nurlanishni yoki infraqizil nurlanishni saralab, qayd qiladi. Ko'p elementlardan iborat bo'lgan asboblarning ham mavjud. Ular minglab yoki yuz minglab sezgir elementlardan tuzilgan bo'lib, keng diapazondagi nurlanishni qayd qilish imkoniyatini yaratadi.

Televizion tasvirga olish yo'li turli fotoelektrik effektning qonun-qoidalarini asosida yaratilgan televizion kameralarning ishlatilishi deb tushuniladi.

Termoelektrik effect asosida tuzilgan elementlar keng diapazondagi infraqizil issiq nurlanishga sezgirdir. Lekin ularning nurlanishning kuchliligi o'zgarishdan ta'sirlanishi fotoelektrik elementlarga nisbatan pastroq. Sezgir element qora rangli bolib, turli uzunlikdagi to'liqinli nurlanishni qayd qiladi va ushbu nurlanishni yutish natijasida o'z haroratini o'zgartiradi. Issiq va sovuq suv yoki havo oqimlarini, yer ostidagi issiq suvlarni, vulqonlarni va shunga o'xshash obyektlarni o'rganishda shunday nurlanishni qayd qilish usulining ahamiyati katta.

Radioto'liqlarni qayd qilish uchun turli antennalardan foydalaniladi. Antennalarning tuzilishi va katta-kichikligiga bog'liq holda qayd qilingan elektromagnit nurlanish to'liqlarning uzunligi o'zgarib turadi. Demak, antennalar faqat ayrim diapazondagi radioto'liqlarni qayd qilishi mumkin.

Insonning ko'rish a'zosi (nervi) yorug'likda ta'sirlanadi. Buni ham nurlanishni qayd qiladigan yo'li deb hisoblasa bo'ladi. Turli to'liqinli nurlanishdan inson ko'zi har xil ta'sirlanadi. Shu sababli, inson ranglarni ajratish qobiliyatiga ega. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki, rangni to'g'ri qayd qilishga yonma-yon turgan obyektlarning rangi ta'sir qiladi. Shu tufayli, misol uchun, kul rangli obyekt qizil rangli obyektning yonida joylashgan bo'lsa, yashil rang qo'shilganday ko'rinadi. Joyning yorug'ligiga, kuzatish vaqtiga ko'ra inson ko'zining ranglarni, oq-qora rang farqlarini bir-biridan ajratish qobiliyati o'zgarib turadi. Oq rangdan qora rangga o'zgarib turadigan 100dan ortiq farqlarni ajratishga imkon bor. Ranglarning 10 000dan ortiq farqlarini esa inson ko'zi bir-biridan shubhasiz ajratadi. Inson ko'zining ushbu qobiliyatlarini bila turib, unga ma'qul asboblarning, tasvirga olish yo'llari va turli tasvirlar yaratiladi. Avtomatik vositalarni yaratishda ham asosiy

foydalanuvchi, ya'ni insonning chegaralagan imkoniyatlari va qobiliyatlari e'tiborga olinadi.

Savollar:

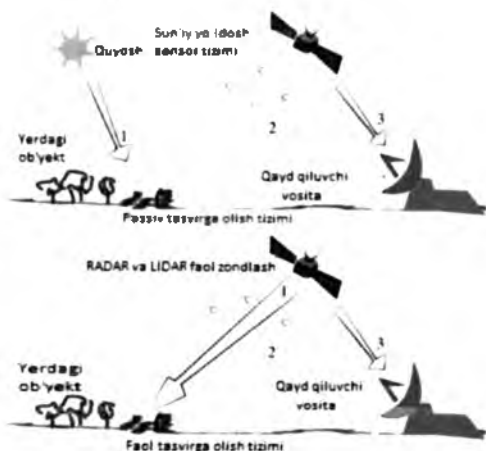
- fotografik tasvirga olish yo'li qaysi nurlanishni qayd qilishda asoslangan?
- optikaviy-elektronli tizimlarning ishlash qonun-qoidolari qaysi jarayonlarda asoslangan?
- optikaviy-elektronli qanday tasvirga olish usullarga bo'linadi?
- fotografik tizimlarda qo'llaniladigan turli fotografik qatlamlar qaysi qonun-qoidalarga asoslangan?
- qaysi qatlamlar spektrozonal deb nomalanadi?
- fotografik qatlamlatmi bir-biridan ajralib turishida nima sabab bor?
- qaysi ko'rsatgichga ko'ra fotografik qatlamlatr bir-biridan ajralib turadi?
- optikaviy-elektronli tasvirga olish usullarga bo'linishida nima sabab bor?
- elektrik qayd qilish usulini ta'riflab bering.
- optik diapazondagi nurlanishni qayd qiladigan asboblarni fotoelektronli va termoelektrik turlar orasidagi farq nimada?
- nimaga antennalar faqat ayrim diapazondagi radioto'lqinlarni qayd qilishi mumkin?

1.3. Tasvirga olishning texnikaviy vositalari

Aerokosmik usullarda qo'llaniladigan texnikaviy vositalar turli talablarga javob berishi kerak. Bu talablar qatorida geometrik va fotometrik o'lchashlarni olib borish imkoniyatlari, ko'z bilan chamalab tasvirni o'qish va uni avtomatik tahlil qilish uchun ma'qul bo'lgan tasvirlarning yaratilishini ta'minlashidir. Chunochi, turli aniqlikdagi va masshtabdagi tasvirlardan foydalanib, ular orqali har xil kattalikdagi maydonlar va obyektlar, hududiy bir butun komplekslar va tizimlar o'rganiladi. Xilma-xil ma'lumotlarni olish uchun bir nechta qator texnikaviy tizimlar yaratilgan. Ular yuqorida ko'rsatilgan tasvirga olish usullariga binoan tuzilgan bo'lib, bir-biridan ishlash qonun-qoidolari, qayd qilingan to'lqinlar uzunligi diapazoni, nur qabul qilish yo'li bilan farq qiladi.

Odatda sun'iy yo'ldosh yoki samolyotga asoslangan sensorli texnologiyalar yordamida yerdagi obyektlarni aniqlash va tasniflash uchun, shu jumladan, yuzada, atmosferada va okeanlarda, tarqalgan signallar (masalan, elektromagnit nurlanish) qayd qilinadi. Bu ikki xil b'olib, "faol" masofadan zondlash (masalan, signalni sun'iy yo'ldosh yoki samolyot orqali

chiqarilganda va uning obyekt tomonidan aks etilishini sensor tomonidan aniqlanganda) hamda "passiv" masofadan turib sezish (masalan, quyosh nuri aks etganda sensor tomonidan aniqlanganda) ga bo'linishi mumkin. 1.8-rasmda¹ ikki xil tasvirga olish yondashuviga binoan texnikaviy vositalarni qo'llash yo'li ko'rsatilgan.



1.8-rasm. Passiv va faol joyni zondlash usullari

Passiv sensorlar obyekt yoki atrofdagi joylar chiqaradigan yoki aks ettiradigan nurlanishni to'playdi. Yorug'lik aks ettirilgan yorug'lik passiv sensorlar tomonidan o'lchanadigan eng keng tarqalgan nurlanish manbai hisoblanadi. Passiv masofadan o'lchash datchiklariga misollar kino fotografiyasi, infraqizil, zaryadlangan qurilmalar va radiometrlarni o'z ichiga oladi.

O'z navbatida, **faol** yig'ish, datchik joylashgan obyektlar va joylarni skanerlash uchun energiya chiqaradi, shundan keyin nishonga tushgan yoki orqaga qaytgan nurlanishni aniqlaydi va o'lchaydi. RADAR va LiDAR faol masofadan zondlashning namunalari bo'lib, u yerda emissiya va qaytish o'rnatidagi vaqtning kechikishi o'lchanadi, obyektning joylashishi, tezligi va yo'nalishi aniqlanadi.

Joyning tasvirini yaratishda bir nechta usuldan foydalaniladi. Birinchi usulda bir davr mobaynida tasvirga olish asboblari ayrim kattalikdagi

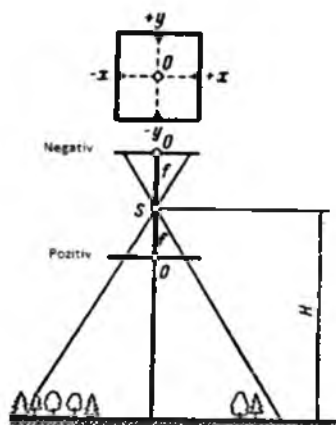
¹ By Arkarjun - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=29727605>

"katak", ikkinchi usulda esa, "tasma"ga o'xshash maydonlardan alohida nurlanishni qayd qilib joyning yaxlit tasvirni yaratadi.

Yaxlit tasvirni yaratadigan fotografik kameralar va televizion yoki skanerli kameralar kabi elektronli asboblarning keng ishlatiladigan texnikaviy vositalari. Ular tasvirga olish maqsadiga ko'ra bir-biridan farqlanadi. Fotografik kameralar va apparatlar markaziy o'rinni egallab turibdi. Ular yordamida olingan tasvirlar yuqori aniqlikdagi geometrik xususiyatlarga ega. Bunday asboblarning kartografik aerofotoapparat deb nomlangan. Yuqori aniqlikni talab qilmaydigan ishlar uchun mo'ljallangan tasvirlarni olish uchun esa oddiy aerofotoapparatlardan foydalansa bo'ladi.

Aerofotoapparatlar murakkab optikaviy tuzilma bo'lib, o'z kattakichikligi bilan bir-biridan ajralib turadi. Aerofotoapparatlarning kattaligi uning obyektiv fokus oralig'iga bog'liq. Kartografik aerofotoapparatlar yordamida olingan tasvirlarning kattakichikligi 18x18 sm, 23x23 sm, 6x8 sm, 18x18 sm, 30x30 bo'lishi mumkin.

Fotografik tasvir - bu markaziy tasvir va shu sababli uning geometrik xususiyatlari plan va xarita geometrik xususiyatlaridan sezilarli farqlanadi. 1.9-rasmda aerofotoapparat yordamida olingan hosil bo'lgan yaxlit tasvirning geometrik chizmasi keltirilgan.



1.9-rasm. Aerofotoapparat yordamida olingan hosil bo'lgan yaxlit tasvirning geometrik chizmasi. a- negativ, b-pozitiv, S-loyihalashtirish markazi, O-tasvirning markazi

Tasvirning markazida hamda loyihalashtirish markazidan o'tadigan to'g'ri chiziq tasvirga olishning yo'nalishini bildiradi. Tasvirning masshtabi, umuman olganda, uning ko'rsatkichi bo'lib, obyektivning fokus oralig'iga va tasvirga olish balandligiga bog'liqdir. Tekis joydagi gorizontaal tekislik tasvirga olingan aerofototasvirning masshtabi $1:M$ quyidagi (1) tenglama orqali hisoblanadi.

$$1:M = 1/H/f = f/H \quad (1)$$

bu yerda H -tasvirga olish balandligi, f -aerofotoapparatning fokus oralig'i

Ko'rinib turibdiki, bir xil bo'lgan balandlikdan turli fokusli aerofotoapparatlardan foydalanilganda turli masshtabdagi tasvirlarni yaratish mumkin. Aerofotoapparat obyektivning fokus oralig'i oshgan sari, tasvirning masshtabi ham yiriklashadi, tafsilotlar batafsilligi ham ko'payadi. Bir xil obyektivning fokus oralig'idagi aerofotoapparatdan olingan tasvirlarda balandlik oshgan sari, aksincha, masshtab kichrayadi, tafsilotlar esa umumlashtiriladi, mayda tafsilotlar yo'qolib ketishi ham mumkin.

Tasvirga olish paytida aerofotoapparatning to'g'ri o'rnatilganligiga katta e'tibor beriladi. Talablardan bittasi – bu vosita qiya turmasligiga qarshi qilib gidrostabilizatorlar ishlatiladi. Undan tashqari, tasvirga olish paytida asbob tashuvchining fazoviy joylashishini, ya'ni balandligini, yer ustidagi stantsiyalarda nisbatan masofani aniqlashga to'g'ri keladi. Ayniqsa, topografik xarita tuzish uchun tasvirga olish jarayoniga talablar katta, barcha tekshirishlar va o'lchashlar katta ehtiyotkorlik bilan bajariladi.

Koinotda ishlatiladigan fotoapparatlar aerofotoapparatlarga o'xshash bo'lib, ko'pincha avtomatik yo'l bilan ishlaydigan qilib tuziladi. Bu sababli kosmik kemalarda uchuvchilar bo'lganda ham, bo'lmaganda ham fotoapparatni ishlatish imkoni bor. Bunday fotoapparatlarning farq qiladigan yana bir tomoni shundaki, sun'iy yo'ldosh tez harakat qilishi tufayli tasvirda hosil bo'ladigan xatoliklarni yo'qotadigan qismi bor. Katta tezlik bilan uchib ketayotgan kemadan tasvirga olinganda fotografik qatlam va kemaning tezliklari orasida farq paydo bo'lishi tufayli tasvir o'z ravshanligini yo'qotadi, natijada uning sifati pasayadi. Shu sababli, maxsus optikaviy oynalarni ishlatish yoki tasvirga olish paytida fotoapparatni o'z o'qi atrofida aylantirib, paydo bo'lgan xatoliklarni yo'qotishga harakat qilinadi. Optik uskunalar, ishlaydigan orbitani va sun'iy yo'ldoshning tasvirini aniqlaydi, uning asosiy maqsadi yer yuzasini tasvirga olishdir. Kameraning asosi uning

obyektividir. Masalan, Orlets ("Don") kompleksi o'ziga xos xususiyatlarga ega uzoq fokusli kamera 900 mm yengil oyna bilan yaratilgan.



1.10-rasm. Kosmos-2505 sun'iy yo'ldoshida ishlatilgan Kobalt fotoapparating orqa qismi.¹

Shu bilan birga, 74,000 km² gacha bo'lgan sirt rasmini va bitta seansida 80 tagacha kadrlar olish mumkin. Sun'iy yo'ldoshning burchakka burilishi hisobga olgan holda, Orletsning ko'rish chizig'i 1800 km ga yetdi, y'ani Yevropa maydoniga barobar. Salyut-2, -3, -5 orbital stantsiyalari fokus oralig'i 6,3 m bo'lgan teleskopik optikasi bilan

jihozlangan. Agat-1 uskunasi yaratildi, oynasining diametri deyarli 1 m.



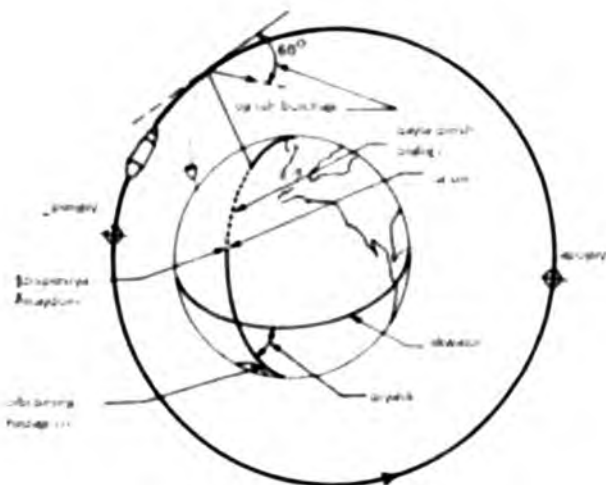
1.11-rasm. Kobalt-M – Rossiyaning zamonaviy sun'iy yo'ldosh qo'ng'izi kamera linzalari atrofida qurilgan.²

CORONA dasturi AQSh harbiy-havo kuchlarining katta ko'magi bilan Markaziy razvedka boshqarmasi Fan va texnologiya boshqarmasi tomonidan ishlab chiqarilgan va

boshqariladigan bir qator sun'iy yo'ldoshlari edi (1.12-rasm). Bu sun'iy yo'ldosh 1959 yil iyun oyida boshlanib 1972 yil mayda tugaydigan fotografik kuzatishda ishlatilgan.

¹<https://www.popmech.ru/technologies/8999-lyubopytnyy-vzglyad-iz-kosmosa-fotogshpionaz/#part1>

²<https://www.popmech.ru/technologies/8999-lyubopytnyy-vzglyad-iz-kosmosa-fotogshpionaz/#part1>



1.12-rasm. CORONA dasturi sun'iy yo'ldoshining yer atrofida aylanish chizmasi¹

1950 va 1960 yillarda televizion kameralardan ham keng foydalanilgan edi. 1959 yilda ular yordamida Oyning orqa tomoni tasvirga olingan edi. Birinchi inson Yuriy Gagarin boshqargan “Vostok” sun'iy yo'ldoshida ham turli xil televizion kameralar o'rnatilgan edi. Lekin fotoapparatlarga nisbatan ularning texnikaviy ko'rsatkichlar ancha past turadi. So'ng fototelevizion kameralar yaratilgach, avtomatik yo'l bilan fotografik tasvirga olinib, sun'iy yo'ldoshda yoki kemada qayatadan ishlatilib, television kamera orqali yerga yuborilar edi. Yerga esa qabul qilingan elektrik signal tasvirga aylantiriladi edi. Bu yo'l bilan olingan tasvirlar tez o'zgaruvchan hodisalarni, masalan, ob-havoni o'rganishga yordam bergan.

Fotoapparatlarning barcha afzalliklariga qaramay analog uskunalar yerga ma'lumot uzatishning past samaradorligi va olingan tasvirlarni yo'qotish xavfi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, filmdan foydalanish kosmik kemaing faol hayotini cheklaydi: film tugadi - josuslik sun'iy yo'ldoshi orbitadagi befoyda temirga aylandi. Film pliyonkalarini almashtirish uchun ushbu kamchiliklardan holi optoelektron tizimlar keladi.

¹ Manba https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/12/CORONA_reentry_parameters.PNG CIA Directorate of Science and Technology [Public domain]

Albatta, ular qarorga kelguniga qadar, lekin juda tez rivojlanadilar. 1.3-jadvalda ayrim fotoapparatlar to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

1.3-jadval. Aerofotoapparatlarning ayrim ko'rsatkichlari (Sobiq Sovet Ittifoqda va Rossiya Federatsiyasida foydalanilgan)

	Aerofotoapparatning turi	Fokus oralig'i	Tasvirni ko'rish maydoni, gradus	Aniqligi, mm		Kadrlarning kattaligi, sm
				Marka-zida	Chetida	
1	AFA-TE	100	108	37	15	18x18
2	AFA-TE	140	85	37	22	18x18
3	AFA-TE	200	65	43	20	18x18
4	AFA-MK	100	102	-	-	18x18
5	AFA-BAZK	210	-	56	28	13x13
6	KATE-140	140		40	40	18x18
7	MKF-6M	125		15	40	5.5x8.1
8	FMS	80		10	10	6x6
9	AFA-MIIGAİK	32		18	14	6x7
10	KATE-1000	1000		5	5	

1.3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, fotoapparatlarning xilma-xilligi, aniqligi, olingan tasvirlarning sifati ularning o'zgaruvchan ko'rsatkichidir. Bulardan foydalanish ham texnikaviy nuqtai nazaridan chegaralangan, ya'ni fokus oralig'i oshgan sari tasvirga olish maydoni kichrayadi, ammo aniqligi oshadi. AFA-BAZK, KATE-140, MKF-6M, FMS, AFA-MIIGAİK kabi fotoapparatlar sun'iy yo'ldoshlarda ham ko'llanilishi mumkin. 1982 yildan 1991 yilgacha "Salyut 6" va "Salyut 7" koinot markazlarida ishlab turgan MKF-6M (1.13-rasm) fotokamera bir vaqt mobaynida 6ta obyektiv ishlab turgan edi va sinxron ishlab turgan holatida joydan qaytgan turli uzunlikdagi to'liqinli nurlanishni qayd qilgan edi. Bunday tasvirlarning afzalligi shundaki, ularda joy batafsil, ko'ptomonlama va to'la tasvirlanadi. Bu kameraning fokus oralig'i $f = 125$ mm va ramka formati 55x81 mm bo'lgan 6 moslamaning yig'indisi. Yuqori sinxronlash bilan va tasvirning o'zgarishini kompensatsiya qiladigan qurilma bilan jihozlangan.



1.13-rasm¹ MKF-6M ko'p spektrli tasvirga olish uchun mo'ljallangan filtrlar

Ushbu kamera bilan olingan tasvirlar yaxshi geometrik va fotometrik xususiyatlarga ega, spektrning ko'rinadigan qismida ularning o'lchamlari taxminan 20 m, yaqin infraqizilda - 40 m. Aniq tasvirni qayta ishlashning barcha turlari uchun mos bo'lgan tasvirga olish materiallari, raqamli va optoelektronli ma'lumotlarni qayta ishlash usullari yordamida fotometrik va

fotogrammetrik tahlil qilish 280 km balandlikdan imkoniyati taxminan 1:2000000 masshtabdagi tasvirga olinar edi.

1980 yillarda optikaviy elektronika (CCD yordamida, CCD-ingliz tilidagi- zaryadlangan ulanadigan qurilma) foydalanishga yaroqli ko'rinishda paydo bo'ldi (1.14-rasm). An'anaviy ravishda raqamli topografik kameralardan foydalanishda asosiy dalil ularning samaradorligi.



Z1 Imaging (DMC)



Leica (DSW700)



VEXCEL (UltraCamX)

1.14-rasm. Ayrim optikelektron fotoapparatlar ko'rinishi².



DMC SYSTEMS (DMAC)



Jena-Optronix (JAS 150)

¹ Rasm manbai: https://de.wikipedia.org/wiki/MKF-6M#/media/Datei:2009-07-21_0b_22_mkf-6_multispektralkamera.JPG

² <https://bookzheba.com/zondirovanie-zemli-distantsonnoe-analogovye-tsifrovye-aerofotoparaty-50318.html>
Аналоговые цифровые аэрофотоаппараты

Aytilishicha, raqamli kameralar analoglarga qaraganda ancha ishonchli ishlaydi, raqamli kameralar tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlar, ya'ni, raqamli fototasvirlar ma'lumot nuqtai nazaridan analoglariga qaraganda ancha ishonchli; raqamli kameralardan foydalanish aerofototasvirlarni ishlab chiqarishning texnologik siklining davomiyligini sezilarli darajada qisqartiradi. Negativlarni raqamlashtirish jarayoni ham olib tashlanadi.

Ko'pgina raqamli fotokameralar uchun tasvirga olish oralig'i 1 soniyadan kam. Bu, zarurat tug'ilganda, 80-90% uzunlikdagi bir-biriga yopishgan ko'p qavatli binolar bilan obyektlarni keng miqyosda avia tasvirga olish imkonini beradi (1.15, 1.16- rasmlar).

1.4-jadvalda ayrim raqamli fotoapparatlar to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

1.4-jadval Ayrim raqamli fotoapparatlarning ko'rsatkichlari¹

	Kamera nomi	Ishlab chiqaruvchi, ishlab chiqarilgan yili	Texnikaviy ko'rsatkichlar		
			turi	Maximal piksellar soni	Kadr tezligi, 1/sec
1	Nikon D1x	Yaponiya, 2001	Raqamli bitta obyektivli refleksli kamera. Raqamli ko'rish sensori bilan bitta optik refleksli kameraning optikasi va mexanizmlarini birlashtirgan raqamli kamera.	2000x1312 (megapiksel)	5
2	Nikon D800	Yaponiya 2012		7360x4912	4-5
3	Sony α7S II (model ILCE-7SM2)	Yaponiya 2015	Ko'pincha oddiy oynasiz kamera (DSLM) deb ataladigan va ba'zida EVIL deb ham ataladigan oynasi almashtiriladigan linzali kamera (MILC), optik vizör	4240x2832	5
4	Leica SL2	Germaniya 2019	o'rniga raqamli displey tizimini ishlatadi. "Oynasiz"	8368x5584	doimiy

¹ Bu kameralardan Xalqaro koinot markazida foydalaniladi

			so'zi kamerada optik oyna yoki an'anaviy raqamli bitta optik refleksi kamera (DSLR) singari optik vizörkaga ega emasligini anglatadi, ammo kameraning tasvir sensori ko'rgan narsalarini ko'rsatadigan elektron vizör.		yuqori tezlik rejimi da 20 fps
5	Canon EOS RP	Yaponiya 2019		6240x 4160	doimi y yuqori tezlik rejimi da 30 fps



1.15-rasm. Nikon D1x Raqamli fotokamera¹



1.16-rasm. Nikon D810 Raqamli fotokamera²

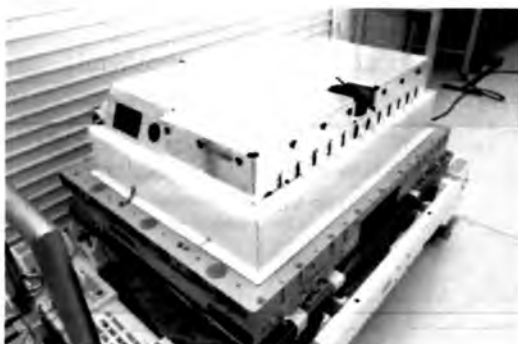
Yuqori aniqlikdagi yerni ko'rish (HDEV³) kameralari 2014 yil 18 aprelda ishga tushgan SpaceX CRS-3 missiyasida xalqaro koinot markaziga yetkazib beriladigan yuk paketidir. Yuqori aniqlikdagi yerni ko'rish kamerasi "Dragon" kemasida olib borilgan va u Yevropa koinot agentligining Kolumbus laboratoriya modulining tashqi tomonidagi platformada sozlangan. Bu SpaceX tomonidan xalqaro koinot markaziga yetkazib berish uchun tayinlangan birinchi katta siqilmagan NASA tajribasi. Tizim to'rtta tijorat yuqori aniqlikdagi videokameralardan iborat bo'lib, ular yerning tasvirini xalqaro koinot markazida o'rnatish orqali turli burchaklardan yozib olish uchun qurilgan. Kameralar yerning jonli videolarini Internetda va

¹ Manba: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nikon_D1x_3656.jpg
Ashley Pomeroy [CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)]

² Manba: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a0/Nikon_D810_-_Crop_-_White_Background.jpg
emperoricRetouched by Bourgeois A [CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)]

³ http://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/917.html

NASA TVda jonli efirda namoyish etiladigan “Earth Views” da tomosha qilishadi (1.17-rasm)



1.17-rasm. HDEV ning umumiy ko'rinishi



1.18-rasm. Shu kunlarda Yevropa Ittifoqida yuqori texnologiyali sun'iy yo'ldosh razvedka tizimlari yaratilmoqda.

Sar-Lupe tizimining asosiy “quoli” bu sintetik diafragma radaridir. Germaniya hukumati bilan kelishuv asosida Plesetsk kosmodromidan Rossiya raketalar tomonidan sun'iy yo'ldoshlar uchiriladi ¹

¹ <https://www.popmech.ru/technologies/8999-lyubopytnyy-vzglyad-iz-kosmosa-fotoshpionazh/#part1>



1.19-rasm. Beshta sun'iy yo'ldoshni o'z ichiga olgan Sar-Lupe tizimi Germaniya hukumati tomonidan Bundesverning manfaatlarini ko'zlab orbitada joylashtirilgan.

Bu sun'iy yo'ldoshlarning vazifasi - bu yer yuzasini yuqori aniqlikdagi radar skanerlash¹.

An'anaviy **radar**, asosan, havo harakatini boshqarish, erta ogohlantirish va ba'zi katta hajmdagi meteorologik ma'lumotlar bilan bog'liq Dopler radaridan mahalliy qonunchilik idoralari tezlikni cheklash monitoringi va shamol tezligi va ob-havo tizimlaridagi yo'nalish kabi yog'ingarchilik holati va intensivligiga qo'shimcha ravishda foydalanadilar. Boshqa faol to'plamga ionosferadagi plazmalar kiradi. Interferometrik sintetik diafragma radarlari keng ko'lamli yerning aniq raqamli balandlik modellarini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi (masalan, RADARSAT, TerraSAR-X, Magellan).

Yo'ldoshlardagi **lazer va radar altimetrlari** turli xil ma'lumotlarni taqdim etadi. Tortirish oqibatida hosil bo'lgan suvning hajmini o'lchab, ular dengiz sathidagi xususiyatlarni bir milgacha yoki shunga o'xshash darajada aniqlaydilar. Okean to'lqinlarining balandligi va to'lqin uzunligini o'lchab, altimetrlar shamolning tezligini va yo'nalishini, sirt okean oqimlari va yo'nalishini o'lchaydilar.

Yorug'likni aniqlash va o'lchash **LIDAR** (Light Identification Detection and Ranging, LIDAR) qurollari atmosferadagi turli xil kimyoviy

¹ Manba: Igor Afanasyev Dmitriy Vorontsov Kosmosning barcha ko'zlari: Foto josuslik.
<https://www.popmech.ru/technologies/8990-lyubopytnyy-yzglyad-iz-kosmosa-foteshpionazh-part1>

moddalar kontsentratsiyasini aniqlash va o'lchash uchun ishlatiladi, havoda joylashgan LIDAR esa radar texnologiyasiga qaraganda yerdagi obyektlar va xususiyatlarning balandligini aniqroq aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. O'simliklarni masofadan boshqarish LIDAR ning asosiy qo'llanilishi hisoblanadi. Radiometr va fotometrlar keng tarqalgan chastotada aks ettirilgan va chiqaradigan nurlanishni to'plashda tez-tez ishlatiladigan asbobdir. Bular qatoriga eng keng tarqalgan ko'z ko'radigan va infraqizil diapazondagi sensorlar, undan keyin mikroto'lqinlar, gamma nurlari va kamdan-kam hollarda ultrabinafsha nurlarini qayd qiluvchi vositalar kiradi.

Bugun uchuvchisiz asbob tashuvchi, masalan, dron (1.20-rasm), bortiga o'rnatilgan lazerli skaner yordamida sirtning koordinatalarini (shu jumladan, daraxtlar tojlari ostidagi yerlarni) aniqlashdan iborat.



1.20-rasm. RICOPTER¹ droni

O'lchov aniqligi geodezik aniqlik sinfining GNSS joylashish tizimi va inesial navigatsiya tizimi tomonidan ta'minlanadi. Zala Aero uchuvchisiz havo almashtiruvchi tizimining o'ziga xos xususiyati obyektlarni o'lchashning yuqori aniqligi: gorizontaal va vertikal bo'ycha 1 sm gacha. Aslida, havo orqali lazer tekshiruv natijasi - bu yuqori zichlik va aniqlik bilan haqiqiy yerning raqamli uch o'lchovli nuqtali modelidir (1.21-rasm).

¹ Manba: ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ RIEGL ДЛЯ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ. GEOPROFI, 2014. № 6, с 18

narsalarning joylashishini va haqiqiy shakllarini aniqlashni osonlashtiradi. Ixtisoslashgan zamonaviy aviatsiya lazerlari, shuningdek, suv yuzasi ostiga kirib borishi mumkin. Bu aniq ma'lumotlarni olish va suv tubining yetarlicha aniq uch o'lchovli modellari yaratish imkonini beradi, bu, ayniqsa, to'g'on, ko'priq va portlarni qurishni rejalashtirishda, shuningdek, raf zonalari va suv havzalarini, shu jumladan, uzun daryo kanallarini tekshirish paytida mashhurdir. Ko'z ko'radigan yoki infraqizil diapazondagi aerofototasvir bilan birgalikda, havo orqali lazer skanerlash yer yuzasi va yerdagi obyektlarning holati to'g'risida eng obyektiv ma'lumotlarni olish uchun keng imkoniyatlarni ochib beradi. Yana bir afzalligi shundaki, lazerli skanerlash kechasi va kam ko'rinadigan sharoitlarda tasvirga olish imkon beradi. Kechasi radiometrlardan ham foydalaniladi, chunki sun'iy yorug'lik chiqarilishi inson faoliyatining muhim belgisidir.

Odatda yerni kuzatish yo'ldoshlarida, masalan, Landsat dasturida yoki IKONOS kabi sun'iy yo'ldoshlarda bir vaqtning o'zida ko'p spektral platformalar 1970-yillardan beri ishlatilib kelinmoqda. Ushbu vosita yordamida elektromagnit nurlanishning (ko'p spektral) to'liq uzunliklarida olingan ma'lumotlar asosida mavzuli xaritalar yaratiladi.

Oxirgi yillarda raqamli topografik xaritalar tubdan yangi texnologiya yordamida yaratilmoqda va yangilanmoqda, ularning asosini uchuvchi laboratoriya tomonidan lazer diapazoni yordamida yer skanerlash hisoblanadi. Obyektlarning fazoviy koordinatalarini aniqlashning (vertikal va gorizontal) aniqligi 10-12 sm darajasida ta'minlanadi, bu butun miqyosli seriyalarning topografik xaritalarini tuzishga imkon beradi. Birinchi parvozdan kartografik materialni berishgacha bo'lgan ish siklining davomiyligi 15-20 kun.

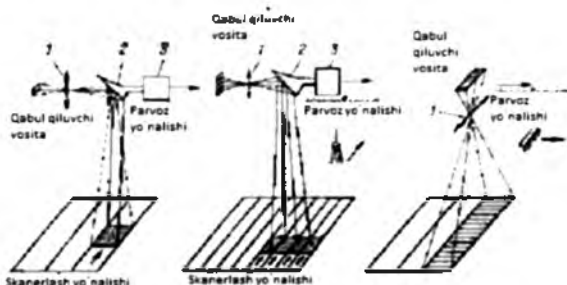
I 5-jadval. Kanadalik Optech Ink kompaniyasining ALTM-1020 samolyotlarini lazerli xaritalash uskunalarining texnikaviy ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar		
1	Skanerlash tezligi	5000/soniyaga
2	Tasvirga olish balandligi	300-2000 m
3	Tasvirga olish maydonining kengligi	200-1500 m
4	Gorizontal koordinatalari	10 cm
5	Burchak koordianatalari	0.04 ⁰
6	Qayta ishlash vaqti	8-10 soat

Zamonaviy tasvirga olish vositalari, masalan Trimble¹ raqamli fotokamera, lazerli skaner Trimble AX avtonom ravishda ishlatiladigan yoki tasvirlarni olish uchun va GPS qabul qiluvchisi bilan birlashtirilgan, havodan turib fototasvir olish va fotogrammetriya uchun ixtisoslashtirilgan. Raqamli kamera loyiha yoki yo'laklarni tasvirga olish, shuningdek, kartografik materiallarni tez yangilash uchun juda mos keladi. O'zaro almashtiriladigan linzalar har bir loyiha uchun optimal balandlik va ko'rish maydonini tanlashda moslashuvchanlikni ta'minlaydi.

Yaxlit tasvirlarni yaratadigan texnikaviy vositalarning afzalligi shundaki, ular yordamida olingan tasvirning yuqori turgan geometrik xususiyatlarida hamda tasvirdan uch-o'lchovli modelini yaratish imkoniyatida.

Skanerlar kabi texnikaviy vositalar joyda katta bo'lmagan maydondan nurlanishni qayd qilib, joyni ketma-ket kuzatib, "parchalardan" iborat tasvirni yaratadi. 1.22-rasmda skaner yordamida tasvirga olish jarayoni ko'rsatilgan².



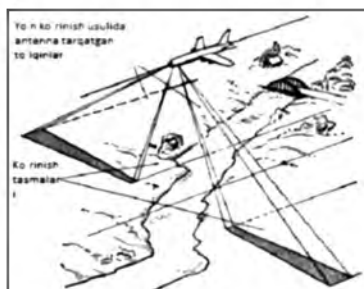
1.22-rasm. Yer yuzasini skaner yordamida tadqiq qilish chizmasi

Ultratovush (akustik) va radiolokatsion oqim o'lchovlari dengiz sathini, suv toshqinlari va to'lqin yo'nalishini dengiz qirg'oqlari va dengiz bo'yidagi oqim o'lchovlarida o'lchaydilar. Akustik va yaqin akustik diapazondagi to'lqinlarni qayd qilish vositalari ham mavjud. Ular ikki xil bo'lib, **passiv sonar**, boshqa obyekt tomonidan chiqarilgan tovushlarni tinglash va **faol sonar**, tovushlar pulslarini chiqaradigan va aks-sadolarni tinglaydigan, suv va yer osti obyektlarini aniqlash, o'lchash uchun

¹ Manba: <http://www.kmcgeo.com/Products/AX60.htm>

² Manba: <https://present5.com/skanernaya-semka-princip-raboty-optikomexanicheskogo-skanera-kachayushheesya/>

foydalaniladi. Birinchi radiolokatsion tasvirlar 1960-yillarda havodan, va koinotdan 1978 yilda olingan. 1990-yillarda bu texnologiya tez rivojlangan va natijada TerraSAR-x 2007 yilda sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirlarning batafsilligi 1 metrga yetdi.



1.23-rasm. Radiolokatsion tasvirga olish usulidan misol¹

Bu tasvirga olish usulida asbob tashuvchida o'rnatilgan generator elektromagnit to'liqlarni yaratadi va ularni tarqatadi. Bular yerga yetib qaytariladi, qabul qiluvchi vosita esa ularni qayd qiladi.

Tarqatilgan signalning tezligini bilib turib masofani aniqlash oson. Tasvirning batafsilligi asbob tashuvchida o'rnatilgan antenaning katta-kichiligiga bog'liq (1.24-rasm).



1.24-rasm. Sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan antennalarning turlari

Bu rasmlarning afzalliklari:

- 1) Kechasi ham kunduzi ham tasvirga olish imkoniyati.
- 2) Ob-havo noqulay sharoitlarda, ya'ni, bulutlanish yoki yomg'ir, qor yog'ishida ham tasvirga olish imkoniyati.

¹ Manba: <https://present5.com/%skanerna%a-demka-princip-raboty-optiko-mexanicheskogo-skanera-kachayushheesya/>

- 3) Yerning po'stlog'ining harakatlanishini mm aniqligi bilan o'lchash imkoniyati.
- 4) Zamonaviy mikrotektonikani o'rganish imkoniyati.
- 5) Sun'iy obyektlarni, ayanan, metallardan yasamalarni yaxshi aniqlik bilan tasvirlash.
- 6) Relyefning tuzilmasini yuqori batafsillik bilan ko'rsatish (1.25-rasm).



1.25-rasm. Ko'z ko'radigan va infraqizil diapozondagi Landsat-5 va radiodiapazonda ERS-1 sun'iy yo'ldoshlardan olingan tasvirlar. O'simlik qoplami aks ettirilmaganligi sababli relyefning tuzilmasi yaqqol tasvirlandi.

Lekin, bu tasvirlar kamchiliklardan holi emas, bular qatorida:

- 1) yuzaning qayd qilish xususiyatlari.
- 2) yechimliliği fototasvirlarga nisbatan pastroq.
- 3) tashqi radioto'lqin ta'sirida qayd qilishda xatolar vujudga keladi.

Yer yuzasini tasvirga olish uchun texnikaviy vositalar asbob tashuvchiga o'rnatiladi. Havoda harakat qiladigan asbob tashuvchilar – bu maxsus jihozlangan uchuvchi bilan hamda uchuvchisiz parvoz qiladigan kemalar, vertolyot, dronlar. Bular 5.5 km dan 30 kmgacha balandliklardan tasvirga olishadi. Bu rasmlar yirik masshtabli topografik xaritalarni yangilash uchun asosdir.

Koinotda harakat qiluvchi asbob tashuvchilar – bu sun'iy yo'ldoshlar, orbita markazlari, kemalar, sayoralaroro markazlar. Ular qatorida maxsus meteorologik sun'iy yo'ldoshlar-“Meteor”, “NOAA”, “Tayros”, “Nimbus” va boshqalar.

1996 yildan 2016 yilgacha ularning soni bir necha marta oshdi. 1.26-rasmda 1996¹ yildagi va 1.27-rasmda 2016 yildagi holat ko'rsatilgan (sun'iy yo'ldoshlarga ega bo'lgan mamlakatlar sariq, ularni uchirib turish vositalariga ega bo'lgan mamlakatlar to'q sariq rangda ko'rsatilgan).



1.26-rasm. 1996 yil



1.27-rasm 2016 yil

¹ Manba: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>

2019 yilda jami sun'iy yo'ldoshlar soni 2218¹ga yetdi. 2218 sun'iy yo'ldoshlardan 1007tasini AQSh, 164tasini Rossiya, 323tasini Xitoy va 724tasini boshqa mamlakatlar boshqarib turibdi. AQShda 1007sun'iy yo'ldoshlardan 620tasi tijorat maqsadida, hukumat maqsadida 163tasi, harbiy maqsadda 189tasi ishlab turibdi.

Fuqarolik byudjetining sun'iy yo'ldoshlaridan olingan ma'lumotlar dunyo bo'ylab kamsitishsiz bepul tarqatiladi. Kosmik uzoq umr ko'rishning mutlaq rekordini 2012 yil dekabr oyida to'xtatilgan Landsat-5 sun'iy yo'ldoshi (qariyb 28 yil) o'rnatdi. Landsat tomonidan 1972 yildan beri to'plangan rasmlar USGS veb-portallari orqali tarqatiladi. Shunga o'xshash bepul kirish siyosati 2013 yilda yangi Landsat-8 kosmik kemasi foydalanishga topshirilganidan keyin ham davom ettirildi. 2012 yilda Suomi NPP eksperimental meteorologik sun'iy yo'ldoshining orbital sinovlari 2011 yilda boshlandi, NASA va NOAA mutaxassislari VIIRS radiometrini kalibrlashdi va Suomi NES ma'lumot olish stansiyalari operatorlari jamoalari uchun mavjud bo'lgan ishlov berish algoritmlarini ishlab chiqdilar. Suomi AES sun'iy yo'ldoshi asosida JPSS-1 / -2 istiqbolli meteorologik yo'ldoshlarini ishlab chiqish davom etmoqda, ular 2017 yildan keyin NOAA-19 va Suomi AESlarini orbitada almashtiradi. 2012 yilda Qo'shma Shtatlarda 1077/1099 km balandlikda teskari burilish bilan yangi maxfiy kosmik kemasi havaskor astronomlar jamiyatida FIA Radar-2 kod nomini oldi. AQShning ko'p komponentli WRC tizimi radar kashf qilishning quyi tizimidan (ikkita yangi FIA-Radar-1 / -2 va eski uslubdagi Lacrosse radarlari bo'lgan SC-lar) va KH-12 SCA bilan ulkan yuqori aniqlikdagi optoelektronik kashf qilish quyi tizimidan, katta o'lchamli optik teleskoplardan iborat.

Savollar:

- qaysi talablarga aerokosmik usullarda qo'llaniladigan texnikaviy vositalar javob berish kerak?
- asosiy sensorli texnologiyalarning turlarini ta'riflab bering.
- qaysi chiziqli fotografik tasvirga olishning yo'nalishini bildiradi?
- fotokameraning asosi nima deb tushunasiz?
- koinotda ishlatiladigan fotoapparatlar aerofotoapparatlardan nimaga farq qiladi?
- faol tasvirga olish uchun ishlatiladigan vositalarni keltirib bering.

¹ Manba: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database>

- qaysi vosita eng yuqori sifatli tasvirlarni yaratuvchisi deb hisoblanadi?
- sun'iy yo'ldoshlardan tasvirga olishda qaysi vositalardan foydalaniladi?
- radiolokatsion vositalar tasvirni yaratish aniqligi nimaga barobar?

1.4. Havodan va koinotdan turib tasvirga olish texnologiyasi

Tasvirga olishning ikki xil texnologiyasi mavjud. Ular bir-biridan ajralib turadi. Uzoq hamda yaqin masofadan tasvirga olib turadigan turli xil uchuvchi va uchuvchisiz apparatlar, kemalar, orbital markazlar va yerda kuzatish markazlari, samolyot va vertolyot, dronlar uch qavatli kuzatish tizimini barpo etadi. Yerga nisbatan 100 km va undan uzoqroq bo'lgan masofadan sun'iy yo'ldoshlardan tasvirga olish **kosmosyomka**, 100 metrdan 20 kilometrgacha samolyot, vertolyot, planer, aerostat, dron kabi asbob tashuvchilardan tasvirga olish esa **aerosyomka** deb ataladi.

Aerofotosyomka orqali olingan tasvirlarning masshtabi 1:1000 dan 1:200 000 gacha bo'lishi mumkin va bu tasvirlar aerofototasvirlar deb nomlanadi. Asosiy aerofototasvirlarni olish masofalari va masshtablari 1.6-jadvalda keltirilgan.

1.6-jadval. Aerotasvirlarni olish masofalari va masshtablari

	Tasvirga olish masofalari, m hisobida	Asbob tashuvchilar	Tasvirlarning masshtabi
1	100dan kam bo'lgan	Aerostatlar, havo sharlari, vertolyotlar, samolyotlarning modellari	1:1000 va undan yirik
2	100-1000	vertolyotlar, samolyotlar, uchuvchisiz asbob tashuvchilar	1:1000-1:10000
3	1000-2000	Samolyotlar, dirijabllar,	1:10000-1:40000
4	10 000-20 000	Katta balandlikda uchib yuradigan samolyotlar, erkin parvozdagi aerostatlar	1:50000-1:200000

Oxirgi yillarda topografik xarita va planlarni yangilash maqsadida uchuvchisiz asbob tashuvchilardan (UAT) keng foydalanilmoqda (26-27 rasmlar). UATlardan foydalangan holda avia fotografiya ishlari natijasida

yer obyektlarining fazoviy tarqalishi to'g'risidagi ma'lumotlar qayta ishlangan tasvirlarga va ma'lum bir qismning texnik tavsiflariga joylashtiriladi. Ushbu ma'lumotlardan raqamli topografik xaritalar (RTX) va raqamli topografik planlarni (RTP) yaratish va yangilash uchun foydalanish mumkin.

Bu texnologiya quyidagi afzalliklarga ega:

- 1) past balandlik (100 m dan 1000 m gacha balandlikdan tasvirga olish imkonini beradi);
- 2) kichik obyektlarni batafsil tasvirga olish mumkin. Yuqori batafsillik bilan relyefning eng kichik tafsilotlari, ya'ni, hatto santimetrli narsalar ham ko'rinadi,;
- 3) panoramali tasvirga olish an'anaviy aerofotosyomkaga ko'ra osonroq;
- 4) ob-havo sharoiti va aerofototasvirga olish uchun kun vaqtini tanlash qobiliyati;
- 5) samaradorlik, ya'ni, yakuniy natijalarni olishgacha bo'lgan butun sikl bir kunda bir necha soat davom etadi;
- 6) arzon narxlar, an'anaviy fotografiya usullaridan ancha arzon;
- 7) ekologik xavfsizlik, parvozlarning amaliy shovqinsizligi va ekologik tozaligini ta'minlaydigan elektr motoridan foydalaniladi.

Aerofototasvirga olish uchun, masalan, quyidagi xususiyatlarga ega raqamli kamera ishlatilgan¹: CCD formati - $1 / 1.8''$; 0.00718×0.00532 m; 3264×2448 piksel; piksel o'lchami - 0.0000022 m; obyektivning fokus uzunligi - 0.008 m; Obyektivning ko'rish maydonining burchagi $48,3^\circ$. Tasvirga olish paytida bordagi GPS-qabul qiluvchisi tomonidan olingan navigatsiya parametrlari bilan JPEG formatidagi 3264×2448 piksel o'lchamdagi hududning avia fotografiyalari olingan.

¹ Аэрофотосъемка с применением беспилотных летательных аппаратов (БЛА).
<http://baltagp.ru/aerophoto/>



1.28-rasm. Uchuvchisiz asbob tashuvchini uchirish jarayoni¹.

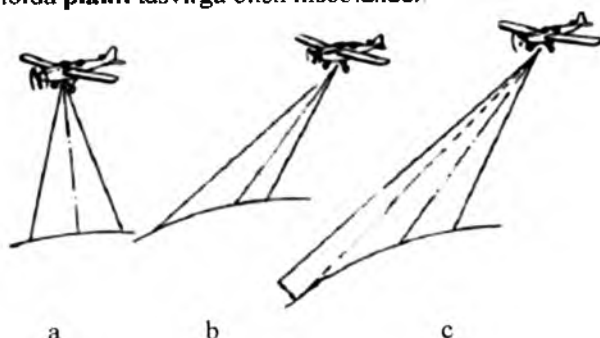
Amalga oshirilgan avia tasvirga olish sifatini baholash uchun olingan raqamli antenna fototasvirlari avia fotografiyani hisoblash dasturi yordamida yig'iladi. Blok sxemasini yaratishda har bir antenna fototasviri raqamli xaritada ko'rsatiladi. Xaritadagi avia fototasvirlarning joylashuvi va ularning o'lchami bortdagi GPS qabul qiluvchisiga binoan tasvirga olish paytida olingan azimut burchagi va balandligi orqali aniqlandi.



1.29-rasm. Uchuvchisiz aerofotsyomka olib borish uchun mo'ljallangan maxsus platforma MD4-1000 (Germaniya) raqamli antenna kamerasi, termal tasvirlash kamerasi, yaqin infraqizil kamera va videokamera bilan jihozlangan.

¹ Manba: <http://baltagp.ru/aerophoto/>

Aerosyomka olib borilganda asbob tashuvchi oldindan ko'rsatilgan yo'nalishdan og'ib ketmasligi, bir xil masofada iloji boricha turg'unlikni saqlab qolishi kerak. Bu maqsad bilan tasvirga olish asboblari uchish paytida kuzatiladi. Tasvirga olish balandligi dengiz sathiga nisbatan ham, tasvirga olinadigan joyning balandligiga ham aniqlanadi. Bu aniqlangan balandlikka nisbatan tasvirning masshtabi hisoblanadi. Tasvirga olish kameraning tashqi moslanivchi (orientirlash) elementlariga va joyni tasvirga olish tartibiga ko'ra panoramali, planli va barqaror tasvirga olish yo'llari ajratiladi (1.30-rasm). Kameraning o'qi tik tushgan holga nisbatan 20^0 va undan ortiq burchakka egilgan holda tasvirga olish **panoramali** deb nomlanadi va bu usulda katta maydonning tasviri olinadi. Optik o'qi tik tushgan yoki 3^0 dan ortiq egilmagan holda **planli** tasvirga olish hisoblanadi.

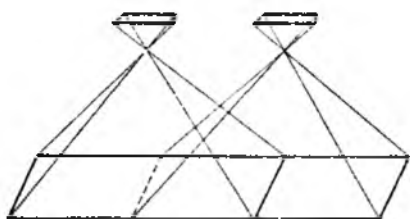


1.30-rasm. Planli (a), panoramali ufq chizig'isiz (b) va chizig'i bilan (c)¹

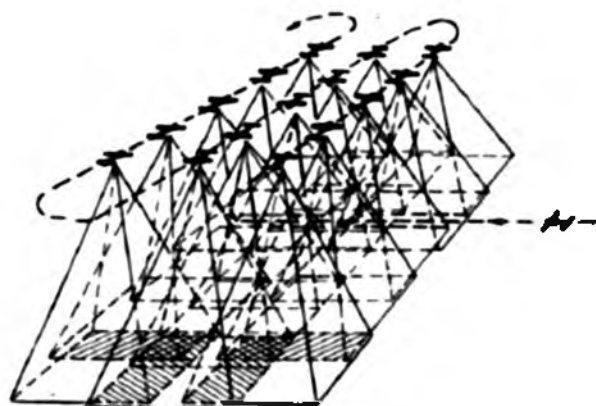
Bunday tasvirlarning geometrik xususiyatlari yuqori va ulardagi metrik xatoliklar eng kichik miqdorda bo'ladi. Topografik xarita va yuqori aniqlikni talab qiladigan kadastr va boshqa planlarni tuzish maqsadida planli yoki musthkamlangan, ya'ni, og'ish burchagi 40^0 ortiq bo'lmagan holda tasvirga olinadi. Katta bo'lmagan joylarni tasvirga olishda bir karra yo'ldan foydalanib, saralab tasvirlar yaratiladi. Daryolar, yo'llar, muzliklar kabi cho'zilgan obyektlarni tasvirga olishda yakka yo'nalisli tasvirga olish yo'lini ishlatishga to'g'ri keladi. Yo'nalish bo'yicha olingan tasvirlar bir-birini qoplab turadi (1.31-1.32 rasmlar). 29-rasmda bo'ylanma tasvirlarning bir-birini qoplash chizmasi berilgan. Maydonli obyektlarni tasvirga olishda tasvirlar

¹ Manba: **Фотограмметрия и дистанционное зондирование** Автор: **В. Якубович**
<https://www.litres.ru/s-v-bogomazov/fotogrammetriya-i-distantsionnoe-zondirovanie/chitat-onlayn/>

bir necha qator, bir-biriga yondosh bo'lgan yo'nalishlarda olinadi va tasvirga olingan joy butunicha tasvirlarga tushadi.

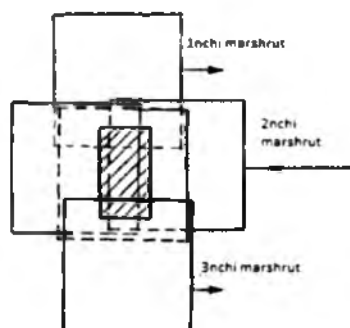


1.31-rasm. Bo'ylanma tasvirlarning bir-birini qoplash chizmasi



1.32-rasm. Maydonli tasvirga olishda ko'ndalang va bo'ylanma rasmlarni bir-birini qoplash chizmasi.

Shu tufayli ular orasidagi masofa shunday qilib tanlanadiki, natijada tasvirlarning yo'nalishlararo bir-birini qoplashi 30%-40%ga to'g'ri kelishi shart. Yo'nalishlarda olingan tasvirlar bir-birini qoplashi esa 60%-70% to'g'ri kelishi kerak (28-rasm). Demak, ikki yonma-yon turgan tasvirlarda bir xil joy tasvirlanadi. Natijada uning uch o'lchovli modelini yaratish imkon paydo bo'ladi. Bunday yo'l bilan olingan tasvir markazida metrik xatoliklar kamroq bo'ladi. Xatosiz markaziy qismini 'ish' yoki 'foydali' maydon deb nomlashadi (1.33-rasm).



1.33-rasm. Rasmning xatosiz ('**foydali**') markaziy mayodni

Tasvirlarning bo'ylama qoplashni kerakli darajada bo'lishi uchun ikki o'rtadan o'tgan vaqt bilan tasvirga olinadi. Asbob tashuvchi tezligiga, tasvirga olish masofasiga va kameraning fokus oralig'iga bog'liq holda aniqlanadi. Ikki marta ketma-ket tasvirga olish orasidagi vaqt mobaynida asbob tashuvchi ayrim masofaga uchib ketadi. Bu masofa tasvirda ayrim bo'lakka teng bo'ladi. Yonma-yon turgan tasvirlarning markaziy nuqtalari orasidagi burchak o'lchanadi. Buni **tasvirga olish bazisi** deb nomlashadi. Yo'nalish bo'yicha hamda yo'nalishlaaro tasvirga olish bazisini bilib turib, obyektни tasvirga tushirish uchun kerakli bo'lgan sonini oldindan hisoblash lozim. Har bir tasvirning shimoli-sharqiy burchagida uning tartib raqami, tasvirga olingan obyektning raqami va kuni ko'rsatiladi. Maydonli tasvirga olish natijasida tasvirlarning sifatini tekshirish maqsadida ulardan "montajlar" yasaladi.

Tasvirlarni kelajakda ishlatish yo'llari, aniqlikka qo'yiladigan talablar, joyning tabiiy sharoitlarini e'tiborga olgan holda mos keladigan kamera, uning fokus oralig'i, tasvirga olish masofasi, masshtab, ko'ndalang va bo'ylama tasvirlarning bir-birini qoplash miqdori, optikaviy filtrlar kabi tasvirga olishning texnikaviy ko'rsatkichlari asoslab tanlanadi. Havodan fotografik tasvirga olishda quyoshning balandligi va joyning relyefi ham nazarda tutiladi. Tush paytidan 3-4 soat avval va undan keyin quyosh 40° balandlikda turadi. Bu kunning payti tasvirga olish eng qulay payt hisoblanadi. Lekin tekis bo'lgan cho'l va chala-cho'l joylarning mikrorelyef shakllarini tadqiq etish uchun esa ertalabki va kechki soatlarda, ya'ni quyosh nurlari yerga qiya tushgan paytlarda tasvirga olish ma'qulroq.

Ayrim vaziyatda bir payt ichida turli xil masshtabda rasm olinadi. Maydaroq bo'lgan masshtabda tasvirlarni fotogrammetri ishlashi, yirikroq masshtabda esa tasvirlarni o'qish uchun har xil fokus oralig'idagi kameralardan foydalaniladi.

Osmon mexanikasi qonun-qoidalariga muvofiq holda harakat qiladigan **sun'iy yo'ldoshlardan** koinotdan turib tasvirga olinadi. Sun'iy yo'ldoshlarning orbitasi shakli va yerga nisbatan masofasi boshlang'ich tezligiga bog'liq holda doiraviy, elliptik, giperbolik bo'lishi mumkin. Tabiiy boyliklarni tadqiq qilishda doiraviy shaklli orbitada harakat qiluvchi sun'iy yo'ldoshlardan tasvirga olish eng ma'quldir.

1.7-jadvalda tasvirga olishning tavsiya etilgan qulay payti to'g'risida ma'lumot berilgan.

1.7-jadval. Turli xil joylarni rasmga olish uchun tavsiya qilingan qulay payt

	Joyning ta'rif	Tasvirga olish fasli	Landshaftning xususiyatlari	Quyoshning ufqqa nisbatan balandligi (gradus hisobida)
1	Tekisliklar, dasht va cho'l zonasi	Bahor, yozning boshlanishi	Obyektlar yorug'lik koeffitsientning katta bo'lmagan o'zgarib turishi	10° dan 30° gacha
2	Tog'li joylar	Qor qoplarning qalin bo'lmagan yozning ikkinchi yarmisi	Obyektlar yorug'lik koeffitsientlarining bir-biridan sezilarli darajada o'zgarib turishi	30° dan ortiq

Sun'iy yo'ldoshlar funksiyalari bo'yicha tasniflanishi mumkin, chunki ular ma'lum bir ishni bajarish uchun koinotga olib chiqilgan. Yo'ldosh o'z rolini bajarish uchun maxsus mo'ljallangan bo'lishi kerak.

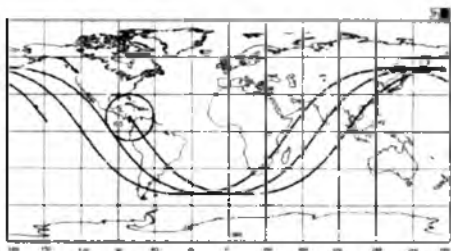
Bir necha xil sun'iy yo'ldosh mavjud, ya'ni

- 1) aloqa sun'iy yo'ldoshi;
- 2) masofadan sezuvchi sun'iy yo'ldosh;
- 3) navigatsiya yo'ldoshi;
- 4) geosentrik orbitali stoyllies - LEO, MEO, HEO;
- 5) global joylashishni aniqlash tizimi (GPS);
- 6) geostatsionar yo'ldoshlar (GEO);
- 7) uchuvchisiz yo'ldosh;
- 8) Yer usti sun'iy yo'ldoshi;
- 9) polar yo'ldosh;
- 10) Nano yo'ldoshlari, CubeSats va SmallSats.

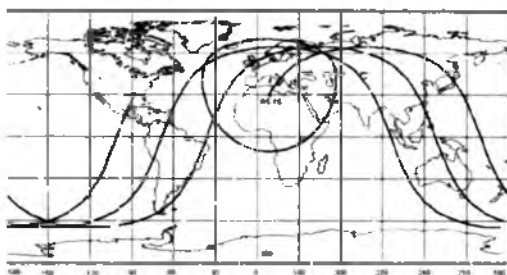
Aloqa sun'iy yo'ldoshlari - bu sun'iy yo'ldoshlar bo'lib, ular yer markazlaridan signallarni qabul qilib, so'ngra signallarni boshqa yer markazlariga uzatadilar. Ular odatda geostatsionar orbitada harakat qiladilar. Masofadan sezish vositasi obyekt haqida ma'lumot to'playdi. Joylashtirishning global tizimi (GPS) oltita turli orbital samolyotlardagi 32 ta o'rta yer orbitali sun'iy yo'ldoshlaridan iborat bo'lib, ularning aniq soni eski sun'iy yo'ldoshlar iste'foga chiqarilgan va almashtirilganligi sababli o'zgarib turadi. GPS 1978 yildan beri ishlaydi va 1994 yildan beri mavjud bo'lib, hozirgi kunda dunyodagi eng ko'p ishlatiladigan sun'iy yo'ldosh navigatsiya tizimidir.

Turli masofadan olingan tasvirlarning masshtabi ham o'zgarib turadi. Muhim bo'lgan orbitaning elementlari – uning og'ishi, masofasi, quyoshga nisbatan joylashishi, ekvator va orbita tekisligi orasidagi burchak olingan tasvirlarning xususiyatlariga ta'sir qiladi. **Ekvator va orbita tekisliklari orasidagi burchagi “i”** kenglik bo'yicha tasvirga olingan maydonning kattaligini bildiradi. 1.34-1.36¹-rasmlarda tasvirga olingan maydonning kattaligi orbitaning og'ish burchagi ‘i’ ga bog'liqligi ko'rsatilgan.

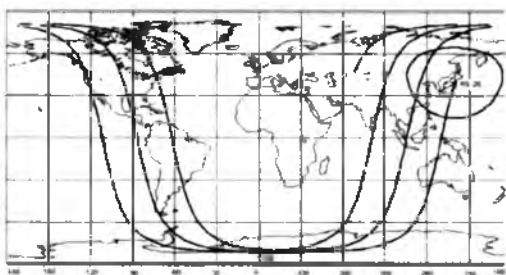
¹ Manba: <https://slide-share.ru/lekciya-2-geometricheskie-i-fizicheskiye-osobnosti-ahro-i-kosmicheskikh-192009>



1.34-rasm. Orbitaning og'ish burchagi $i=51^{\circ}$

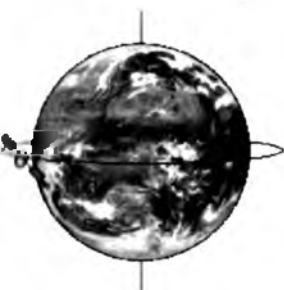


1.35-rasm. Orbitaning og'ish burchagi $i=75^{\circ}$



1.36-rasm. Orbitaning og'ish burchagi $i=99^{\circ}$

Ayataylik, bu burchak 0^0 teng bo'lsa, faqat ekvatorda joylashgan hududlar rasimga olinadi (1.37-rasm). Butun yerning tasvirga olish maqsadida orbitaning og'ishi 90^0 teng bo'lishi kerak. Bu orbita qutbiy deb nomlanadi va bunda avtomatik apparatlar ishlatiladi (1.38-rasm).



1.37-rasm¹. Ekvator va orbita tekisliklari orasidagi burchak 0^0 ga teng. Bu orbita ekvatorial deb nomlanadi.



1.38-rasm². Ekvator va orbita tekisliklari orasidagi burchak 90^0 ga teng. Bu orbita qutbiy deb nomlanadi.

Quyosh sinxron orbitasi - bu yerning sirtini tasvirga tushadigan sun'iy yo'ldoshlar tomonidan tez-tez ishlatiladigan maxsus orbitadir (1.39-rasm).



1.39-rasm³. Quyosh sinxron orbitasi.

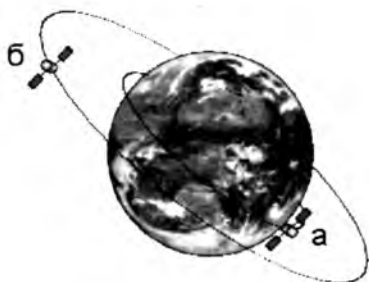
Bu shunday parametrlarga ega bo'lgan orbitadir va sun'iy yo'ldosh Yer sathidagi har qanday nuqtadan taxminan bir xil mahalliy vaqt paytida o'tadi. Bunday sun'iy yo'ldoshning harakati yer yuzasida terminator chizig'ining harakati bilan sinxronlashtiriladi. Shuning uchun sun'iy yo'ldosh har doim yoritilgan va quyosh bilan yoritilmagan hudud chegarasidan yuqoriga, yoki

¹ Rasm manbai <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

² Rasm manbai <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

³ Rasm manbai <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

har doim yoritilgan joyda yoki aksincha - doimo tunda va parvoz paytida yorug'lik sharoitida bo'lishi mumkin. Yerning nuqtasi har doim bir xil. Ushbu ta'sirga erishish uchun, yerning quyosh atrofida aylanishini qoplash uchun orbitaga yiliga 360° aylanish kerak. Bunday sharoitlar faqat orbitalar va moyilliklarning ma'lum bir balandligi uchun kuzatiladi - qoida tariqasida, bu balandliklar 600-800 km va og'ish burchagi "i" moyilligi 98° tartibida bo'lishi kerak, ya'ni quyoshli sinxron orbitalarda yo'ldoshlar teskari harakatga ega. Sun'iy yo'ldosh balandligi oshib borishi bilan moyillik oshishi kerak, chunki u qutb mintaqalari bo'ylab uchmaydi. Qoida tariqasida, quyosh-sinxron orbitalari doirasimonga yaqin, ammo ular sezilarli darajada elliptik bo'lishi mumkin¹.



1.40-rasm². Past (a) va O'rta (6) orbitali sun'iy yo'ldoshlar

Sun'iy yoldoshlarning ikkinchi tasnifi - bu eng katta yarim o'q, aniqrog'i, yer yuzasidan **balandlikdir (masofa)**. Bular bir necha xil:

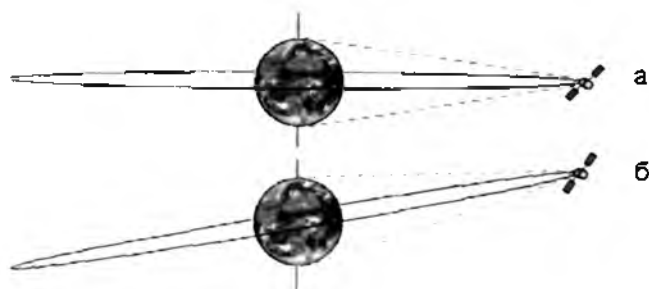
- 1) Past orbitada (LEO) yer sathidan 160 km dan 2000 km gacha balandlikdagi sun'iy yo'ldoshlar, odatda, yerning past sun'iy yo'ldoshlari hisoblanadi (33,-rasm, a). Ingliz tilidagi adabiyotlarda bunday orbitalar (va yo'ldoshlar) LEO (ingliz tilidan. "Low Earth Orbit") deb nomlanadi. LEO orbitalariga yerning tortishish maydoni va uning yuqori atmosferasi maksimal darajada ta'sir qiladi. LEO sun'iy yo'ldoshlarining burchak tezligi maksimal - $0,2^\circ / s$ dan $2,8^\circ / s$ gacha, aylanish davri 87,6 daqiqadan 127 daqiqagacha.
- 2) O'rta orbitali sun'iy yo'ldoshlar (MEO inglizning "O'rta Yer orbitasi" dan olingan) yer sathidan 2000 km dan 35786 km gacha balandlikdagi

¹ Manba: <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

² Manba: <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

sun'iy yo'ldoshlar, odatda, pastki chegara LEO chegarasi, eng yuqori chegarasi esa geostatsionar yo'ldoshlarning orbitasi bilan belgilanadi (33-rasm, 6). Bu hudud asosan navigatsiya yo'ldoshlari ("NAVSTAR" GPS sun'iy yo'ldoshi 20,200 km balandlikda, "GLONASS" - 19100 km balandlikda) va yer qutblarini qamrab oluvchi aloqa bilan "yashaydi". Aylanish davri 127 daqiqadan 24 soatgacha. Burchaklar tezligi - soniya burchak daqiqasining birliklari va fraksiyalari.

- 3) Geostatsionar yo'ldoshlar (GSS (ruscha) yoki inglizcha "Geosinxron orbitasi" dan "GSO") Yer atrofida aylanish davriga ega bo'lgan yo'ldoshlar hisoblanadi, ular yulduz (kun) kuniga teng - 23h 56m 4.09s. Agar orbitaning moyilligi "i" nolga teng bo'lsa, bunday orbitalar geostatsionar deb ataladi. Geostatsion yo'ldoshlar yer yuzasidan 35786 km balandlikda uchib yuradilar. Chunki ularning inqilob davri yerning o'z o'qi atrofida aylanish davriga to'g'ri kelganligi sababli, bunday sun'iy yo'ldoshlar osmonda bir joyda "osilib turishadi". Aslida, ko'plab geostatsionar sun'iy yo'ldoshlar yengil moyillikka ega va oy va quyosh tomonidan shov-shuvlarga duch kelmoqdalar, shu sababli ular orqali osmonda shimoliy va janubiy yo'nalishda cho'zilgan "sakkizlik" shaklida tasvirlar yaratiladi



1.41- rasm¹. Geostatsionar orbitadagi (a) va geosinxron (b) sun'iy yoldosh.

Sun'iy yo'ldoshning Yer atrofida aylanish vaqti uning Yerga nisbatan masofasiga bog'liq. Masofa oshgan sari aylanish vaqti ham oshadi. Masalan, yaqin joylashgan markazlar 1,5 soat davomida yerning atrofida aylanib chiqadi. 36 000 kilometr uzoqlikda joylashgan sun'iy yo'ldoshning yer

¹ Manba: <http://www.sat.belastro.net/glava2/glava2.php>

atrofida aylanish vaqti 24 soatga teng. Uning harakat qilish tezligi yerning tezligi bilan barobar. Ekvatorning ayrim nuqtasi ustida turib yer bilan barobar aylanib turadi va ularni geostatsionar deb nomlashadi. Bu orbitadan faqat ayrim joylar davr mobaynida kuzatiladi.

1993 yildan Xalqaro kosmik stantsiya dasturi uchta milliy kosmik stantsiya loyihalarini birlashtirgan: Rossiya / Sovet "Mir-2", NASAning "Ozodlik" ni, shu jumladan Yaponiyaning Kibō laboratoriyasi va "Kolumbus" ning Yevropa kosmik stantsiyalari, Kanada robototexnikasi ushbu loyihalarni to'ldiradi. Bugungacha bu dastur bo'yicha Xalqaro kosmik stantsiyaga 19 mamlakatdan 239 kishi tashrif buyurdi va 2000 yil noyabr oyidan beri doimiy ravishda ishg'ol qilinmoqda. Olti kishidan iborat xalqaro ekipaj soniyga 8 kilometr tezlikda harakatlanib, taxminan 90 daqiqada yerni aylanib chiqadi. 24 soat ichida kosmik stantsiya quyosh chiqishi va quyosh botishi orqali sayyoramizning 16 orbitasini yaratadi.



1.42-rasm. NASA astronautlari Nick Hague va Christina Koch Kibo modulida tadqiqot olib bormoqda¹.

Yerdan uchirilganidan keyin kosmik stantsiyaga olti soat o'tgandan keyin yetib kelishi mumkin. To'rt xil yuk kosmik kemasi fan, yuk va materiallarni yetkazib beradi: Northrop Grumman's Cygnus, SpaceX's Dragon, JAXA's HTV va Rossiya Progress. 58 ekspeditsiyasi orqali mikro tortishish laboratoriyasi 103 mamlakatda tadqiqotchilar tomonidan 2700 dan ortiq tadqiqotlarni o'tkazdi (1.43-45 rasmlar).

¹ Manba: <https://www.nasa.gov/image-feature/astronauts-nick-hague-and-christina-koch-work-inside-the-kibo-laboratory-module>



1.43-rasm. Yevropa kosmik agentligi astronavti Luka Parmitano Kolumbus laboratoriya moduli ichida¹

Stansiyaning orbitadagi yo'li orqali u yer aholisining 90 foizidan ortig'ini egallaydi, astronavtlar quyida sayyoraning millionlab tasvirlarini olishadi. Bu stantsiya murakkab texnikaviy tizim. 50 dan ortiq kompyuterlar kosmik stantsiyadagi tizimlarni boshqaradi. Yerdagi dasturiy ta'minot kodini 3 milliondan oshiq liniyalari parvoz dasturlari kodini 1,5 milliondan ortiq satrlarini qo'llab-quvvatlaydi.



1.44-rasm. 2019 yil 2-dekabr kuni Yevropa kosmik agentligi astronavti Luka Parmitano kosmik zarrachalar detektori Alpha Magnetic Spektrometrini (AMS) ta'mirlash ishlari stantsiyadan tashqari olib bormoqda.

¹ Manba: <https://www.nasa.gov/image-feature/flight-engineer-luca-parmitano-is-seated-inside-the-columbus-laboratory-module>

2012 yilda Suomi NPP eksperimental meteorologik sun'iy yo'ldoshining orbital sinovlari 2011 yilda boshlandi. NASA va NOAA mutaxassislari VIIRS radiometrini kalibrlashdi va Suomi NES ma'lumot olish stantsiyalari operatorlari jamoalari uchun mavjud bo'lgan ishlov berish algoritmlarini ishlab chiqdilar. Suomi AES sun'iy yo'ldoshi asosida JPSS-1 / -2 istiqbolli meteorologik yo'ldoshlarini ishlab chiqishi davom etmoqda. Ular 2017 yildan keyin NOAA-19 va Suomi AESlarini orbitada almashtiradi.

Maxsus kosmik razvedka uchun yopiq federal tizim (WRC) maxfiy byudjetlar va mudofaa bo'limlari manfaatlarida davlat byudjeti mablag'laridan foydalangan holda yopiq maqolalar uchun yaratilgan. 2012 yilda Qo'shma Shtatlarda 1077/1099 km balandlikda teskari burilish bilan yangi maxfiy kosmik kemasi havaskor astronomlar jamiyatida FIA Radar-2 kod nomini oldi. AQShning ko'p komponentli WRC tizimi radar kashf qilishning quyi tizimidan (ikkita yangi FIA-Radar-1 / -2 va eski uslubdagi Lacrosse radarlari bo'lgan SC-lar) va KH-12 SCA bilan ulkan yuqori aniqlikdagi optoelektronik kashf qilish quyi tizimidan, katta o'lchamli optik teleskoplardan iborat. Bundan tashqari, WRC tarkibiga ilg'or qo'mondonliklarning tezkor buyruqlariga binoan Afrika, Eron, Yaqin, O'rta va Uzoq Sharq va KXDR singari inqiroz zonalarida obyektlarni kuzatish uchun taktik WRC tizimlari kiradi. Tacsat-3 mini-sun'iy yo'ldoshlari (operatsiya 2012 yilda to'xtatilgan), ORS-1 taktik SRS tizimining bir qismi sifatida ishlatiladi va X-37B maxfiy dasturiga muvofiq yaratilgan OTV (Operation Test Vehicle) maxfiy boshqarilmaydigan mini-kemasining yuk bo'linmasiga o'rnatilgan jihozlardan ham foydalanish mumkin. 2012 yilda u OTV-2 dasturi bo'yicha rekord darajadagi parvozni yakunladi va OTV-3 kemasini uchirdi.

Ko'rinish turibdiki, koinotdan turib tasvirga olishga turli omillar ta'sir qilib turadi. Shu sababli, yerning har xil tasvirlarini va uning yaxlit tasvirini yaratish maqsadida asbob tashuvchilar shunday orbitada uchib yurish kerakki, bu orbitalar doiraviy ham, qutbiy ham, geliosinxronli ham bo'lsin. Shunday ekan, tabiiy boyliklarni va atrof muhitni muhofaza qilishni tadqiq qiladigan sun'iy yo'ldoshlar 900 va 600 km balandliklarda uchiriladi. Ko'rish maydoni 200 km ega bo'lgan apparatlar bilan ta'minlangan holda yerning hamma joylarini 18 kunda tasvirga olish mumkin. Masalan, Fransiyada uchirilgan "SPOT" sun'iy yo'ldoshda o'rnatilgan kameralar 950

km kenglikdagi joyni bir daqiqa mobaynida rasimga oladi. Yoki, har 3 kunda yerning yaxlit tasviri yaratiladi.



1.45-rasm. Elon Mask tomonidan yaratilgan Falcon uchuvchi tizimi yordamida yerdan Xalqaro Markazga 19 soatda yetib borsa bo'ladi.

Savollar:

- aerofotosyomka orqali olingan tasvirlarning masshtabi nimaga bog'liq?
- uchuvchisiz asbob tashuvchilardan (UAT) keng foydalanishning eng afzal tomoni nimada?
- tasvirga olish kamerasining tashqi moslashuvchi (orientirlash) elementlarini ta'riflab bering.
- kameraning optik o'qi qaysi tushgan holda planli tasvirga olish hisoblanadi?
- nimaga fototasvirning markaziy qismini 'ish' yoki 'foydali' maydon deb nomlashadi?
- tasvirga olish bazisi nimani bildiradi?
- sun'iy yo'ldoshlardan olingan tasvirlarning masshtabi nima sababdan o'zgarib turadi?
- sun'iy yoldoshlardan tasvirga olingan maydonning kattaligini nima bildiradi?
- qaysi hududda asosan navigatsiya yo'ldoshlari ishlab turadi?
- xalqaro kosmik stansiyaning yerni tadqiq qilishdagi o'rni ta'riflab bering.

2 bob. HAVODAN VA KOINOTDAN OLINGAN MA'LUMOTLARNING XUSUSIYATLARI

2.1. Havodan va koinotdan olingan tasvirlarning turlari

Yuqorida ko'rsatilganday, havodan hamda koinotdan turib turli xil ma'lumotlar olinadi. Koinotdan turib olingan tasvirlarning asosi yerni masofadan turib sezishdir. Bu turli xil tasvirga olish uskunolari bilan jihozlangan yer, aviatsiya va kosmik vositalar yordamida yer yuzasini kuzatish uchun mo'ljallangan. Sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirlar xaritalarda aks ettirilgan jarayonlar va hodisalarni kuzatishda ishonchli asosdir. Xaritalar tezda yangilanadi, ob-havo ma'lumoti tayyorlanadi, favqulodda vaziyatlar o'choqlari aniqlanadi, yer bilan bog'liq nizolar hal qilinadi va hosildorlik bashorat qilinadi.

Koinotda uzoq umr ko'rishning mutlaq rekordini (qariyb 28 yil) Landsat-5 sun'iy yo'ldoshi o'rnatdi va 2012 yil dekabr oyida uni ishi to'xtatilgan. Landsat tomonidan 1972 yildan beri to'plangan tasvirlar USGS veb-portallari orqali tarqatiladi. Fuqarolik byudjetining sun'iy yo'ldoshlaridan olingan ma'lumotlar dunyo bo'ylab kamsitishsiz bepul tarqatiladi. Shunga o'xshash bepul kirish siyosati 2013 yilda yangi Landsat-8 kosmik kemasi foydalanishga topshirilganidan keyin ham davom ettirildi.

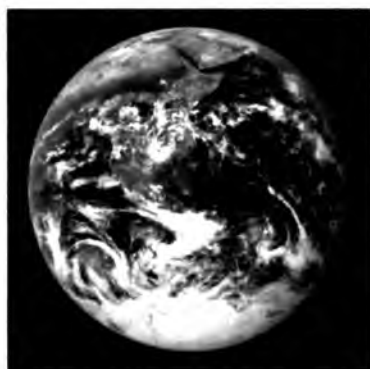
Joyni tadqiq qilishda uni yaqqol ko'rsatadigan ma'lumotlar eng ma'qul hisoblanadi. Ma'lumotlarning dolzarbligi, ma'lumot olish tezligi, keng miqyosli fazoviy qamrovi va ularni taqqoslash imkoniyati ulardan foydalanishda katta ahamiyat kasb etadi. Sun'iy yo'ldosh rasmlari topografik va mavzuli xaritalash uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Zamonaviy topografik plan va xaritalar, jumladan GoogleMaps, YandexMaps, Open Street Maps kabi manbalar sun'iy yo'ldoshdan olingan ma'lumotlar asosida yaratilmoqda. Internetdagi kartografik xizmatlarda aviafotografiya o'lchamlari bir necha santimetrni tashkil etadi, bu sizga xaritalarda ko'rmaydigan tafsilotlarni ko'rib chiqishingizga imkon beradi. Koinotdan turib olingan tasvirlarning muhim xususiyatlariga multispektralitga murojaat qilish o'rinli. Bu esa optik diapazonda farqlanmaydigan yoki ko'rinmaydigan turli xil obyektlarni ochish (ajratib ko'rsatish) imkonini beradi.

Uskunalar zamonaviy koinot platformalariga o'rnatiladi, bu esa ko'zga ko'rinadigan, infraqizil, mikroto'lqinli va radiolokatsion zonalarida kuzatuvlarni amalga oshirishga imkon beradi. Ularning har biri amaliy

muammolarning keng doirasini hal qilish uchun mosdir. Masalan, yaqin infraqizil kanallarda o'simliklarning turlari va holati yaxshiroq ajralib turadi va o'rta infraqizil kanallarda, masalan, o'rmon yong'inlari aniqlanishi mumkin.

I-bobda tasvirga olish yo'llari xilma-xilligi ko'rsatilgan edi. Bunga bog'liq holda tasvirlar forografik, forotelevizion, skanerli, issiq-infraqizil, radiometrik, radiolokatsion turlarga ajratiladi.

Fototasvirlar o'z yuqori geometrik va tasviriy xususiyatlari bo'yicha ajralib turadi. Bunday tasvirlarning afzalligi shundaki, ularni 15-30 marta kattalashtirish imkoniyatiga ega.



2.1-rasm. ¹ 1972 yil 7 dekabrda "Apollo 17" kosmik kemasi ekipaji tomonidan qariyb 29000 kilometr masofada tasvirga olingan yerning fotografik tasviri.

Natijada koinotdan turib olingan tasvirda eng mayda tasvirning ko'z bilan ajralib turadigan tafsiloti 5 metrga teng. Shu sababli ular eng yuqori sifatli ma'lumotlar manbai hisoblanadi va turli vazifalarni yechishda qo'llaniladi. Ishlatilgan fotografik qatlamiga ko'ra tasvirlar oq-qora yoki rangli, ayrim saralangan yoki bir qator nurlanishni qayd qilish yo'li bilan olingan tasvirlar bo'lishi mumkin. Ayrim infraqizil nurlanishga sezgir bo'lgan qatlamlar ishlatilsa, spektrozonal tasvirlar yaratiladi.

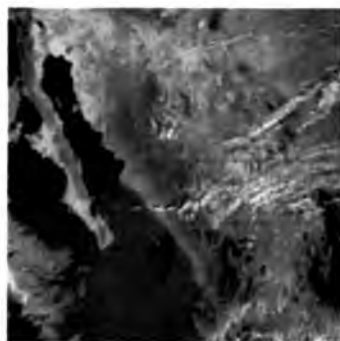
Televizion va fototelevizion tasvirlar meteorologik va tabiiy boyliklarni tadqiq qiluvchi sun'iy yo'ldoshlardan olinadi. Dastlab, sun'iy yo'ldosh tasvirga olish uchun klassik "fotografik" usul ishlatilgan -

¹ Rasm manbai https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/97/The_Earth_seen_from_Apollo_17.jpg

fotosensitiv pliyonkada maxsus kamera bilan tasvirga olish, keyin koinotdan kapsulani qaytarib yoki televizor signalini qabul qilish yerdagi stansiyasiga uzatiladi. Bunday tasvirlarning metrik xususiyatlari va ko'z bilan ko'riladigan tasvirning eng mayda tafsiloti kattaligi 1-2 km bo'lib, fotografik tasvirlarga nisbatan pastroq deb hisoblanadi. Bu guruhdagi tasvirlar maxsus meteorologik sun'iy yo'ldoshlardan 300-40000 km masofadan olinadi. Bu tasvirlardan bulutlar, iqlimga oid boshqa hodisalar, tez o'zgaradigan tabiiy ofat kabilarni kuzatishda keng qo'llaniladi. Tasvirlar mayda masshtabli bo'lib, ular eng katta geologik yoriqlar namoyon qiladi. Ushbu tasvirga olish yo'llari koinotdan turib tasvirga olishning boshlang'ich bosqichlarida ishlatilgan edi.

Skanerli tasvirga olish asboblarning takomillashtirilishi bilan ularning ahamiyati kundan-kunga oshmoqda. Ular ma'lumotlarni yerga yuborish tezligi bilan ajralib turadi. Joyning tasviri uzluksiz bo'lgan tasmda hosil bo'ladi. Bu tasma parchalardan iborat qatorlarni tashkil qiladi. Ko'p zonali va ko'p spektrli skanerli tasvirga olish yo'li keng qo'llanilib keladigan yo'l. Ko'p zonali tasvirga olish tartibida nurlanish alohida har biri 7-12 zonalarga bo'lingan qismidan qayd qilinadi. Masalan, yuqori aniqlikdagi skanerli tasvirlarning eng kichik tafsilotining o'lchovi 1-3 metr.

2.2-rasm¹ 2012 yil 4 yanvarda Shimoliy Amerikaning aksariyat qismi taxminan 826 km balandlikdagi past orbitadan Suomi NPP yo'ldoshi bortidan olingan.



2.2-rasm¹. VmIRS asbobidan NASAning yerni kuzatuvchi tadqiqot sun'iy yo'ldoshidan olingan yerning skanerli tasviri.

¹ Rasm manbai:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:North_America_from_low_orbiting_satellite_Suomi_NPP.jpg

Multispektral masofadan zondlash bir nechta keng to'liq uzunliklarida ko'rinadigan, infraqizil va qisqa to'liqlik infraqizil tasvirlarni olishni o'z ichiga oladi. Turli xil materiallar turli xil to'liq uzunliklarida turlicha aks ettiriladi va so'riladi. Shunday qilib, masofadan sezgir tasvirlarda kuzatilganidek, materiallarni spektral aks ettirish imzolari bilan farqlash mumkin. Xolbuki to'g'ridan-to'g'ri aniqlash, odatda, mumkin emas. NASA Landsat eng keng tarqalgan ko'p qirrali tasavvurga ega bo'lganlardan biri peyzaj shkalasi xususiyatlarining keng doirasini kuzatish uchun keng qo'llaniladi. Uzoq bir million kilometr masofada uchib yurgan koinot iqlimi observatoriyasida joylashgan NASA kamerasi yerning butun quyoshli tomonining birinchi ko'rinishini qaytarib berdi. DISCOVERY sun'iy yo'ldoshining asosiy maqsadi, NASA, Okean va Atmosfera Milliy Ma'muriyati (NOAA) va AQSh Havo Kuchlari o'rtasidagi hamkorlik. DISCOVERY sun'iy yo'ldoshidan yerning bu rangli tasvirini (2.3-rasm) NASAning Yerdagi polixromatik tasvirlash kamerasi (EPIC), to'rt megapikselli CCD kamera va teleskop yordamida olingan. Tasvir sifatini oshirish uchun uchta alohida turgan tasvir birlashtirilgan holda yaratilgan. Kamera turli xil ilmiy mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun turli xil tor tarmoqli filtrlardan foydalangan holda - ultrabinafsha nuridan infraqizil nurgacha bo'lgan 10 ta rasmni oladi. Ushbu rangli tasvirlarda qizil, yashil va ko'k kanal tasvirlari ishlatiladi.



2.3-rasm¹. Rasm 2015 yil 6-iyul kuni Shimoliy va Markaziy Amerikani ko'rsatgan holda olingan.

¹ Rasm manbai: <https://www.nasa.gov/image-feature/nasa-captures-epic-earth-image>

2.3-rasmning markazida havo rangdagi zonalarini Karib dengizi orollari atrofida sayoz dengizlardir. Ushbu yer tasviri havo molekullari tomonidan tarqalgan quyosh nurining ta'sirini ko'rsatadi va tasvirga o'ziga xos rang beradi. EPIC guruhi ushbu atmosfera ta'sirini keyingi tasvirlardan olib tashlash uchun harakat qilmoqda. Ushbu vosita ma'lumotlarni doimiy ravishda yig'ishni boshlaganidan so'ng, EPIC butun dunyo bo'ylab kundalik o'zgarishlarni birinchi marta o'rganishga imkon beradigan kunlik yer tasvirlarini taqdim etadi.

Giperspektral masofadan zondlash - bu Yer yuzasi haqidagi bilim va tushunchani oshirish uchun aniq optik vositadir. Birgalikda yuqori aniqlikdagi spektrometriya sirt biogeokimyosini miqdoriy o'lchash imkoniyati tufayli xaritalash imkoniyatini yangi darajaga ko'taradi ¹.

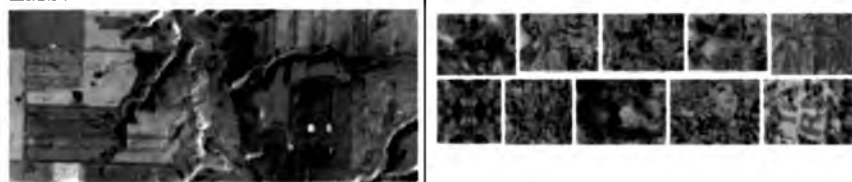
Giperspektral tasvirlash tizimlari yuzdan ortiq qo'shni spektral diapazondagi tasvirlarni olishadi. Multispektral tasvirlar yer yuzasi xususiyatlari va landshaft tuzilishini farqlash uchun foydali bo'lsa-da, giperspektral tasvir materiallarni aniqlash va tavsiflashga imkon beradi.

Materiallarni xaritada taqsimlashdan tashqari, individual piksellarni baholash ko'pincha sahnada noyob obyektlarni aniqlash uchun foydalidir. Ilmiy izlanishlarning yaxshi yo'nalishlari geologiya va foydali qazilmalarni o'z ichiga oladi. O'rmon xo'jaligi, dengiz, qirg'oq zonasi, ichki suvlar va botqoq yerlar, qishloq xo'jaligi, ekologiya, shaharcha, qor va muz va atmosfera.

Komuflyaj qirg'oq zonalarini xaritalash va minalarni aniqlashda ko'plab harbiy amaliyotlar mavjud. Giperspektral sensorlar molekulyar yutilishini aniqlash va miqdorini aniqlash qobiliyatida multispektral sensorlarga nisbatan ustunlik qiladi. Giperspektral tasvirning yuqori spektral sirt materiallarining batafsilliligi, miqdoriy aniqlash, shuningdek biologik va kimyoviy jarayonlarni izohlash imkonini beradi. Giperspektral tasvirlar kompyuter yordamida ularni tadqiq qilishga juda mos keladi. Ushbu amaliy dasturlar uchun dalada to'plangan va spektral kutubxonalarda indekslangan haqiqiy imzolar ko'plab tahlil usullari uchun juda muhimdir.

¹ Manba: Jon S. MacDonald, Syuzan L. Ustin va Maykl E. Shopman. Doktor Aleksandr FX Gyottsning hissasi Atrof-muhitni masofadan sezish. Sentyabr 2009: S2-S4
https://www.malvernpanalytical.com/en/products/measurement-type/remote-sensing?creative=338154552942&keyword=&matchtype=b&network=g&device=c&gclid=CjQKCQiApaXxBRDNARISAGFdaB-rHfSqH_luNt362B7MVck9n2VjduBHnVzGN8w2C32PuBZStsYq8caArNFEALw_wcB

Tasvirga ishlov berish to'plamlari ko'pincha asosiy spektral kutubxonalarni o'z ichiga oladi, ammo maqsad maydonida uchraydigan maxsus materiallarning spektrlarini o'z ichiga olgan amaliy dasturli kutubxonalar hosil qilingan sharhlarning aniqligini sezilarli darajada yaxshilaydi. O'simliklar spektriga atrof-muhit sharoitlari shu qadar ta'sir ko'rsatadiki, bu o'zgaruvchanlikni tegishli maydon spektrlari to'plamisiz yetarli darajada aks ettirish qiyinlashadi (2.4-rasm).



2.4-rasm. Giperspektral tasvir (chap tomonda) va unga o'xshash tasvirni izlash kompyuterda ishlash misollari (o'ng tomonda).

Issiqlik-infraqizil diapazondagi **radiometrik** tasvirlar obyektlarning issiqlik nurlanishni qayd qilishi natijasida olinadi. Ularning aniqligi juda past bo'lib kilometrabo hisoblanadi. Bu tasvirlarda oqimlar, quruqliklar kabi sovuqroq bo'lgan obyektlar ochroq rangda, vulqonlar, yer ostidagi issiq suvlar, shaharlar, sanoat inshootlari va boshqa issiqlik tarqatuvchi obyektlar



2.5-rasm¹. O'simliklar bilan qoplangan landshaftga qarshi mayda oq nuqta (ushbu rasmda qizil rang) mumkin bo'lgan ko'chki, katta zilzilalardan so'ng tog'li hududda keng tarqalgan hodisa.

¹ Rasm manbai:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2010_Haiti_Quake_Aftershock_Damage_Satellite_Image.jpg

esa issiqroq bo'lgani tufayli to'qroq bo'lib ko'rinadi. Qisqa muddatli radiometrik tasvirlar 1 mm-1m diapazondagi yerning xususiy nurlanishini qayd qilish yo'li bilan meteorologik sun'iy yo'ldoshlardan olinadi. 2.5-rasmda 2010 yil Gaitidagi zilziladan keyin zarbadan keyin yo'ldoshning shikastlanishi NASA-ming Terra kosmik kemasida ASTER radiometr asbobi 50 futlik aniqlikdagi soxta rangli tasviri keltirilgan.

Gaiti poytaxti Port-o-Prens rasmda kumush rangga ega. Daryolar oqargan moviy, okean esa ko'k rangda. Fosh qilingan tuproq oq rangga ega.

Radiolokatsion tasvirlar yerdan ham, havodan ham, koinotdan ham turib olinadi. Ular yuborilgan obyektga yetib borgan va undan qaytarilgan radiodiapazondagi ultraqisqa to'lqinlarni qayd qilish natijasida hosil bo'ladi. Har xil meteorologik sharoitlarda, kunning turli paytida bu yo'l bilan joy tasvirga olinadi. Maxsus radiolokatsion markaz bilan jihozlangan sun'iy yo'ldoshlardan olingan tasvirlarning aniqligi 2-50 metr va bir daqiqa mobaynida tasvirga olingan joyning kengligi 20-200 km barobar.

2.6-rasmda Vashington, D.Sh. hududidagi ushbu radar tasvir shaharni rejalashtiruvchilar va menejerlar uchun yerdan foydalanish tartibini xaritada ko'rish va kuzatishda foydali vosita sifatida tasvirlash qobiliyatini namoyish etadi.



2.6-rasm¹. Tasvir 1994-yil 18-aprelda 150-orbitasida Endeavour kosmik kemasi bortida Fazoviy Fototasvir Radar-C / X diapazonli Sintetik Aperture Radar (SIR-C / X-SAR) tomonidan olingan. Kengayib boradigan joyda o'ng tomonda ko'rinadi.

¹ Rasm manbai: <https://www.dvidshub.net/image/744627> bu sayt orqali olingan

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d4/Space_radar_image_of_Washington%2C_D.C._DVI/DN744627.jpg/1024px-Space_radar_image_of_Washington%2C_D.C._DVI/DN744627.jpg

Tasvirning shimol yuqori o'ng tomonga Potomak daryosi tasvirining yuqori qismidagi sahnaga kiradi, tasvir markaziga yaqinlashadi va keyin janub va g'arb tasvirining chap tomonida joylashgan. Tasvirda shimoliy 38.9 daraja va g'arbiy uzunlikning 77,1 darajasida joylashgan 50.3 km 45.0 km maydoni ko'rsatilgan. Radar yoritgichi tasvirning chap tomonida joylashgan. Tasvirda SIR-C radar ma'lumotlarning bitta kanali ko'rsatilgan: L-tasma, gorizontall ravishda uzatilgan va qabul qilingan. Tasvirda davlat va shahar chegaralari ham ko'rinadi.

Virjiniya Potomak daryosining chap tomonida (janubi-g'arbda) joylashgan. Merilend va Kolumbiya okrugi o'ngda (shimoli-sharqda). Merilend va Kolumbiya okrugi o'rtasidagi chegarani tashkil etuvchi avtoulavlar yorqin chiziqlar bo'lib ko'rinadi, chunki radar avtoulavlarining devorlariga perpendikulyar burchak bilan uriladi.

Tasvir markazining yaqinidagi qorong'u chiziq National Mall bo'lib, Ellips va Oq uyning maydonchalarini qo'shni qora yamoq sifatida ko'rish mumkin. Poytaxt Beltway avtomagistrali shaharni o'rab turgan ingichka qora chiziq sifatida paydo bo'ladi. Tasvirning pastki qismidagi katta qorong'u to'rtburchaklar bu Endryus aviabazasi bo'lib, u prezidentlik uchun mo'ljallangan Air Force One samolyotining uyidir. Tasvirning o'ng tomonidagi qorong'u yamalar ushbu shiddat bilan kengayib borayotgan poytaxt hududida qolgan bir necha qishloq xo'jaligini aks ettiradi.

Savollar:

- nimaga sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirlar xaritalarda aks ettirilgan jarayonlar va hodisalarni kuzatishda ishonchli asos hisoblanadi?
- ma'lumotlarning qaysi xususiyatlari ulardan foydalanishda katta ahamiyat kasb etadi?
- nimaga bog'liq holda tasvirlar bir nechta turlarga ajratiladi?
- qaysi tasvirlar o'z yuqori geometrik va tasviriy xususiyatlari bo'yicha ajralib turadi?
- fototelevizion tasvirlarning xususiyatlarini ko'rsatib bering.
- yuqori aniqlikdagi skanerli tasvirlarning eng kichik tafsilotning o'lchovi necha metrga barobar?
- zamonaviy skaner kamera turli xil ilmiy mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun turli xil diapazondagi nurlanishni qayd qilgan holda nechta tasvirga oladi?

- giperspektral tasvirlash tizimlari yuzdan ortiq qo'shni spektral diapazonda tasvirlarni olish maqsadi nimada?
- issiqlik-infragizil diapazondagi **radiometrik** tasvirlardan qanday ma'lumotlar olish afzal?

2.2. Koinotdan turib olingan tasvirlarning sinflari.

Masofadan zondlash ma'lumotlarining sifati uning fazoviy, spektral, radiometrik va vaqtinchalik yechimligidan iborat.

Fazoviy aniqlik. Rasterli raqamli tasvirga yozilgan pikselning o'lchami, odatda, piksellar yon tomonlarining uzunligi 1 metrdan 1000 metr-gacha (3,3 dan 3280,8 futgacha) kvadrat maydonga to'g'ri kelishi mumkin.

Spektral aniqlik. Yozib olingan turli xil to'liq uzunligi - odatda, bu platforma tomonidan qayd etilgan chastota diapazonlarining soni bilan bog'liq. Hozirgi Landsat kolleksiyasi - bu 0,7 dan 2,1 mkm gacha bo'lgan infragizil spektrdagi yettita diapazon. Earth Observing-1 dagi Hyperion sensori 0,4 dan 2,5 mkm gacha bo'lgan 220 diapazon, bir qatorga 0,10 dan 0,11 mkm gacha bo'lgan spektral yechimligini o'rnatadi.

Radiometrik o'lchamlari. Turli nurlanishni ajrata oladigan sensorning ko'rsatkichi. Odatda, bu har bir diapazonda kulrang shkalaning 256 darajasiga va 16.384 gacha intensivlik yoki "soylar" ga mos keladigan 8 dan 14 bitgacha o'zgarib turadi. Bundan tashqari, asbob xatoliklarga ("shovqiniga") bog'liq.

Vaqtinchalik qaror. Yo'ldosh yoki samolyot orqali uchib o'tish chastotasi, o'rtacha yoki mozaik tasvirni talab qiladigan holatlarga tegishli. Takroriy yoritish orqali infratuzilmaning o'zgarishi, jihozlarning joylashishi yoki jihozlarning modifikatsiyasi joriy etilishi aniqlanadi. Masalan, belgilangan maydon yoki obyekt ustidagi bulutli qopqoq tasvirga olishni takrorlashni talab qiladi.

Barcha tasvirlarni tavsif qilishda ularning quyidagi ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

- 1) tasvirning masshtabi;
- 2) joyni ko'rsatish qobiliyati;
- 3) tasvirlarning aniqlik darajasi;
- 4) batafsilligi;
- 5) ma'lumotlarga boy bo'lishi.

Koinotdan turib olingan tasvirlarining masshtabi va joyini ko'zdan kechirish qobiliyati bir-biriga bog'liq bo'lib, tasvirga olingan joyning kattaligini bildiradi. Butun yer va qit'alar kabi 100 000 000 km² kattalikdagi hududlar 1:10 000 000 va undan mayda mashstabi tasvirlarda aks etadi. 1:1 000 000-1:10 000 000 masshtabli tasvirlarda 1 000 000 km² kattalikdagi hududlar, 1:1 000 000 va undan yirik mashstabi tasvirlarda esa 10 000 km² kattalikdagi hududlar tasvirlanadi.

Tasvirlarning sifati, aniqligi, ya'ni eng kichik tasvir tafsilotining ajralib turgan holdagi uzunlik o'lchovi, joydagi kattaligi bilan ifodalanadi. Aniqligiga ko'ra juda past aniqlikka ega bo'lgan tasvirlardagi ajralib turadigan obyektlarning uzunligi o'nlab kilometr bilan hisoblanadi. Past aniqlikka ega bo'lgan tasvirlardagi ushbu ko'rsatkich kilometr lab, o'rta aniklikdagi tasvirlardagi – yuzlab metr va yuqori aniklikdagi tasvirlardagi - o'nlab metr bilan ifodalanadi.

V.I.Kravtsova tasvirlarning bu xususiyatiga ko'ra barcha koinotdan turib olingan tasvirlarni asosiy uchta sinflarga bo'lishni taklif qildi (2.1-jadval). Ko'rinib turibdiki, bu ko'rsatkich tasvirning ravshanligini hamda unga bog'liq bo'lgan holda joydagi obyektlarni tasvirda aks etish xususiyatini ham bildiradi. Juda past aniqlikka ega bo'lgan tasvirlarda 10 000 000 km² kabi katta hududlar tasvirlanadi, va faqat 1 000 km² kattalikdagi hududlar yaqqol ko'rinadi.

2.1-jadval. Koinotdan turib olingan tasvirlarning ayrim sinflari

	Tasvirlarning masshtablar bo'yicha bo'linishi	Tasvirlarning tasvirga olingan maydon kattaligi bo'yicha bo'linishi
1	Mayda masshtabli tasvirlar 1:10 000 000-1:100 000 000	Yerning yarmisiga teng bo'lgan katta maydonlar tasvirga olinadi Maydon – 10 000 000 km ² Tasvirga olingan joyning kengligi -10 000 km
2	O'rta masshtabli tasvirlar 1:1 000 000- 1:10 000 000	Region yoki qit'alar tasvirga olinadi Maydon – 1 000 000 km ² Tasvirga olingan joyning kengligi – 3 000 km

3	Yirik masshtabli tasvirlar 1:1000 000 va undan yirik	Katta bo'lmagan joylar tasvirga olinadi Maydon- 10 000 km ² Tasvirga olish joyining kengligi 100-500 km
---	---	--

Bundan kichik tafsilotlar umuman tasvirlamasligi mumkin. Bu ko'rsatkich oshgan sari tasvirning ravshanligi yahshilangani tufayli mayda tafsilotlarni tadqiq qilish imkoniyati ham oshadi.

Tadqiq qiladigan joy to'g'risida, ayniqsa turli kattalikdagi tabiiy tizimlarni o'rganishda har xil tasvirlardan foydalanib va har xil sifatdagi ma'lumotlarni qabul qilish yo'li bilan ko'ptomonlama fikr yuritish mumkin.

Tasvirlarning asosiy quyidagi ko'rsatkichlarni e'tiborga olgan holda ulardan foydalanish yo'llari ham farqlanadi. Aytaylik, tasvirlardagi tafsilotlarni taqqoslashda teng miqdordagi ma'lumotlarni olish uchun qaysi masshtabdagi tasvirlarni tanlash kerak? Izlanishlar shuni ko'rsatdiki, yirikroq masshtabdagi skanerli tasvirlar maydaroq masshtabdagi fotografik tasvirlarga teng Boshqacha aytganda, koinotdan turib olingan tasvirlardan foydalanilganda teng miqdordagi ma'lumotlarni olish uchun fototasvirlarga nisbatan skanerli tasvirlarning masshtabi yirikroq bo'lgani maqsadga muvofiq.

2.2-jadvalda V.I.Kravtsova taklif etgan tasvirlarni aniqligiga ko'ra sinflarga ajratilishi to'g'risida ma'lumotlar berilgan.

2.2-jadval. Koinotdan turib olingan tasvirlarni aniqligiga ko'ra sinflarga bo'lish

	Joydagi eng kichik tafsilot ajralib turishini bildiruvchi uzunlik o'lchovi, metr hisobida	Tasvirning aniqligi
1	Juda past aniqlikka ega bo'lgan tasvirdagi ko'rsatkich $R_m=10\ 000$	$R<5$ $R'<0.1\text{ mm}$ $E<25$ $V=1$
2	Past aniqlikka ega bo'lgan tasvirdagi ko'rsatkich $R_m=n*1000$	$R=5-20$ $R'=0.5-0.2\text{ mm}$ $E=25-100$ $V=2$

3	O'rta aniqlikka ega bo'lgan tasvirdagi ko'rsatkich $R_m = n * 100$	$R = 10-25$ $R' = 0.02-0.05 \text{ mm}$ $E = 100-500$ $V = 2-5$
4	Yuqori aniqlikka ega bo'lgan tasvirdagi ko'rsatkich $R_m = n * 10 - R_m = n * 1$	$R = 25-50$ $R' = 0.01-0.02$ $E = 2=500-2500$ $V = 5-30$

Tasvirlarning bu xususiyatini taqqoslash maqsadida bir nechta ko'rsatkichlardan foydalaniladi:

- 1) joydagi eng kichik tafsilot ajralib turishini bildiruvchi uzunlik o'lchovi R_m ,
- 2) tasvirdagi tasvirning har bir millimetriga teng bo'lgan joyda juft chiziqlarning sonini bildiradigan R ko'rsatkichi;
- 3) tasvirdagi ajralib turadigan eng kichik tafsilot uzunlik o'lchovi R' ;
- 4) har 1 km^2 maydonda tasvirning elementlar soni E ;
- 5) tasvirlarni kattalashtirish uchiun ma'qul bo'lgan koeffitsienti V .

Havodan olingan tasvirlarning masshtablari to'g'risida ma'lumotlar 1.6-jadvalda berilgan edi. Bu yerda ularni koinotdan turib olingan tasvirlar bilan taqqoslaganda faqat katta bo'lmagan joylarni o'rganishda ishlatish lozim. Lekin, ulardan yasalgan montajlardan foydalanib, ayrim kattalikdagi hududlarni 1:50 000-1:200 000 mashshtabdagi aerofototasvirlar bunday izlanishlar uchun ma'qul deb hisoblanadi.

Tabiiy boyliklarni tadqiq qilishda turli ma'lumot manbalaridan foydalanishga to'g'ri keladi. Bu maqsadda xarita, aerotasvirlar, koinotdan turib olingan tasvirlarni bir-biriga qovushtirib tahlil qilish yo'lidan foydalaniladi. Geoaxborot tizimlari bunday ma'lumotlarni bir joyda to'plab saqlab olish, tahlil qilish orqali joydagi boyliklarni, tabiiy sharoitlarni, hududning rivojlanish imkoniyatlarini boshqarish vazifalarini amalga oshiradi. Shu sababli, tahlil qilish uchun yetarli va kerakli ma'lumotlarni tasvirlardan va xaritalardan olish uchun ularning masshtabiga bog'liq holda axborotga boyligi tekshiriladi. A M Berlyant ko'rsatganidek, tadqiqotning turli bosqichlarida koinotdan turib olingan tasvirning mashshtabi xaritaning masshtabiga ko'ra maydaroq bo'lib, yerni bir butun tarzida o'rganish

orasidagi farqi kamroq. Lekin, tadqiq qilinadigan hududning maydoni kichraygan sari bu farq oshadi. Demak, regionlarni o'rganishda koinotdan turib olingan tasvirlarning masshtabi 1:5 000 000 - 1:10 000 000 bo'lsa, bu tasvirlardan yetarli ma'lumot olinadi. Katta bo'lmagan hududni o'rganishda esa ularning masshtabi 1:2 500 000 bo'lgani ma'qul. Aerofototasvirlar doimo yirikroq bo'lgan mashstabda ishlatiladi, y'ani regionlarni o'rganishda ular 1:100 000 mashstabida, katta bo'lmagan hududlarni o'rganishda esa ularning masshtabi 1:10 000-1:50 000 bo'lishi kerak. A.M.Berlyant bu munosabatni "masshtablarning maydoni" deb nomlagan.

Savollar:

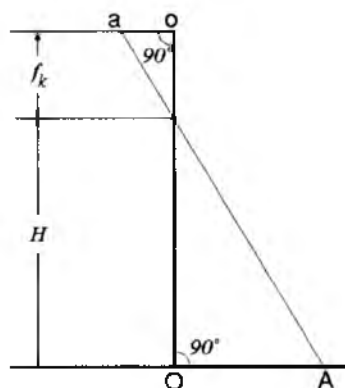
- barcha tasvirlarni tavsif qilishda qaysi ko'rsatkichlardan foydalaniladi?
- qaysi ko'rsatkichlar koinotdan turib olingan tasvirlar olingan joyning kattaligini bildiradi?
- koinotdan turib olingan tasvirlarni aniqligiga ko'ra sinflarga ajratilishida nima e'tiborga olinadi?
- qaysi ko'rsatkichlarni e'tiborga olgan holda tasvirlarning foydalanish yo'llari farqlanadi?
- katta bo'lmagan 1 000 000 km² hududni o'rganishda qaysi mashstabdagi tasvirlardan foydalinalangani maqsadga muvofiq?
- koinotdan turib olingan va aerotasvirlardan tadqiq qilish maqsadida foydalanilganda ularning masshtabini tanlashda nimani e'tiborga olish zarur?
- koinotdan turib olingan tasvirning mashstabi va xaritaning masshtabi bir-biriga qanday munosabatda bo'ladi?

2.3. Tasvirlarning geometrik xususiyatlari

Turli xil tasvirlardan foydalanilganda ularning geometrik xususiyatlarini bilish lozim. Chunochi, har xil o'lchash ishlarini bajarishda tasvirning qulayligini va tasvirdagi paydo bo'lgan metrik xatoliklarning miqdorini e'tiborga olish kerak. Perspektivali tasvirlarni loyihalashtirish va ular orqali obyektlarning katta-kichikligini, nisbiy balandliklarini hisoblash qonun-qoidalarining asoschisi Leonardo da Vinchi hisoblanadi. Hozirgi kunda maxsus fan fotogrammetriya - o'lchash fotografiyasi - fototasvirlarning geometrik xususiyatlarini o'rganib, boshqa tasvirlarning geometrik xususiyatlarini tekshirmoqda.

Tasvirning geometrik va tasviriy xususiyatlari bir-biriga kuchli aloqadadir. Bu hol fototasvirlarda boshqa tasvirlarga ko'ra yuqori turadi. Geometrik xususiyatlarining ko'rsatkichi – bu tasvirning **masshtabidir**. U gorizontaal bo'lgan bo'lakning joydagi hamda tasvirdagi uzunliklar nisbati deb tushuniladi.

1 bobda 1.7-rasmda gorizontaal tasvirning tekis bo'lgan joyining tasvirga olish masshtabini aniqlash yo'li ko'rsatilgan. Bu vaziyatda, ya'ni optik o'qi tik tushgan holda, (2.8-rasm) tasvirning masshtabi faqat fotokameraning fokus oralig'i hamda tasvirga olish masofasiga bog'liq:



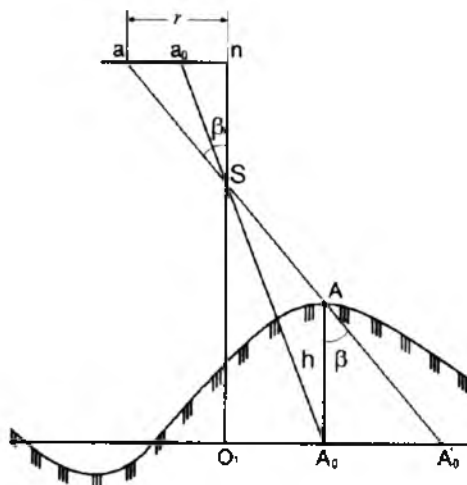
$$\frac{1}{m} = \frac{oa}{OA} = \frac{f_k}{H}$$

m – aerofototasvir sonli masshtabining mahkumi; oa – rasmdagi bo'lak uzunligi; OA – joydagi bu bo'lak uzunligi; f_k – aerofotokameraning fokus oralig'i; H – asbob tashuvchining uchish balanadligi.

2.8-rasm. Gorizontaal tasvirning masshtabi.

Agar optik o'q tik tushgan holatidan chetga chiqsa, natijada havodan olingan fototasvir har bir nuqtada har xil o'lchovga ega bo'ladi, tasvirning turli nuqtalarda uning masshtabi har xil bo'ladi. Bunday holda, biz faqat tasvirning o'rtacha miqyosi haqida gapirishimiz mumkin.

Tog'li joylarni tasvirga olishda tasvirning masshtabi joyning relyefi, shuningdek uning nisbiy balanadligiga bog'liq. Bu vaziyatda rasmning masshtabini hisoblashda joyning xususiyatlari e'tborga olinadi. Obyektivning o'qidan o'tadigan vertikal proektsiyaga nadir nuqta deyiladi va "n" bilan belgilanadi (48-rasm). Bu nuqta rasmdagi xatosiz nuqta, u rasmning markazida joylashgan. Birorta "A" nuqta rasmda "n" nuqtadan "r" masofada ko'rsatiladi, ya'ni $an = r$.



2.9-rasm. Tasvirdagi relyef ta'sirida nuqtaning siljishi

Bunday xatoni hisoblashda quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$\delta_h = \frac{h \cdot r}{H}$$

Bu yerda

h – nuqtaning o'rtacha olingan tekislikka nisbatan balandligi;

r – rasmning asosiy nuqtasidan relyef uchun tuzatish kiritilishi kerak bo'lgan nuqtasigacha qadar bo'lgan masofa;

H – asbob tashuvchining parvoz balandligi

Koinotdan turib olingan tasvirlarning geometrik xususiyatlari bir nechta omillarga bog'liq, ulardan asosiylari quyidagilar:

- tasvirga olish tizimining tashuvchisi harakat qilgan traektoriyaning turi;
- tasvirga olish tizimi optik o'qining fazoviy yo'naltirilishi,
- tasvirga olish tizimining ishlab turishi uchun asos bo'lgan tasvir yaratish qonun-qoidalari.

Koinotdan turib tadqiq qilishda havodan yoki yerdan olib boriladigan tadqiqqa qaraganda tasvirga olish ancha uzoqroq masofadan amalga oshiriladi. Tasvirga olish balandligi yuzlab va minglab kilometrlarni tashkil qiladi. Shu sababli, sun'iy yo'ldosh orqali olingan tasvirlar **maydaroq masshtabda** bo'ladi. Tasvirlar masshtabini yiriklashtirish uchun esa

Agar "A" nuqta o'rtacha tekislik tekisligida bo'lganida, u "a₀" nuqtada tasvirlangan bo'lar edi. Shuning uchun "a₀a" segmenti relyefning ta'siridan kelib chiqqan nuqtaning siljishini anglatadi. Bunday siljish tasvirning geometrik xususiyatiga ta'sir ko'rsatadi va " δ_h " belgilanadi (2.9-rasm).

topografik aviafotografiyada ishlatiladigan fotokameralardan ko'ra kameraning fokus oralig'ini oshirish kerak bo'lar edi. Bundan tashqari, tasvirga olish paytida sun'iy yo'ldoshning **balandligi o'zgaradi**, samoviy jismning nisbiy holati tufayli ham, trayektoriya egriligi va samoviy jism sirtining sharsimonligi tufayli ham sezilarli darajada turli xil masshtabdagi tasvirlarning yaratilishiga olib keladi.

Tasvirga olish balandligining o'zgarib turishi tufayli koinotdan turib olingan fototasvirlarning **bo'ylanma** bir-birini qoplashini saqlashga talab oshadi. Tasvirga olish intervali doimiy bo'lganligi sababli yuqori balandliklarda fototasvir bir-birining ustiga tushishi maksimal qiymatga yaqin bo'ladi. Kamera tashuvchisi sayyoraga yaqinlashganda esa minimal balandlikda eng past qiymatga yetib boradi. Keyin tashuvchining sayyoradan uzoqlashgani sari yana oshadi. Tezlik va balandlikni o'lchash orqali maxsus elektron moslamasi tasvirlarning bo'ylanma bir-birini qoplashini ta'minlab turadi. Koinotdan turib tasvirga olishda tasvirlarning ko'ndalang bir-birini qoplashi ekvator mintaqasida minimal va qutblarga yaqin joylarda maksimal bo'ladi.

Sun'iy yo'ldosh **orbitasining og'ishi** ham tasvirlarning bir-birini qoplashiga ta'sir etadi. Masalan, ekvatorida tasvirga olish paytida orbitalari ($i = 0$) sayyoraning aylanishi bo'ylanma bir-birini qoplash foizini yo'nalishdagi zarbalar orasida o'zgaradi. Bunday holda, marshrutlar orasida rasmlar bir-birini ko'ndalang qoplamaydi. Qutbiy orbitadan rasm olinganda ($i = 90^0$) sayyoraning aylanishi sababli tasvirlar bo'ylama bir-birini qoplashi o'zgarmaydi, balki har bir rasmning boshqasiga nisbatan ko'ndalang siljishini keltirib chiqaradi. Oraliq orbitalarda ($0 < i < 90^0$) haddan tashqari orbitalar uchun ko'rsatilgan omillar bir darajaga yoki boshqasiga to'g'ri keladi.

Koinotdan turib tasvirga olishda tasvir katta maydonlarni qamrab oladi. Yer shakli sferasimon bo'lgani sababli uni tekislikka loyihalashtirish matematik kartografiya tenglamalari yordamida amalga oshiriladi. Ammo har bir kartografik proektsiyasi cheklangan hududda aniqlikni saqlab turadi. Masalan, topografik xaritalarda Gauss-Krueger proektsiyasida olti gradusli tor chiziq bilan bog'langan.

Fotogrammetrik ishlov berilganda tasvirlarning tashqi yo'nalishi bosqichida sayyoraning koordinatalari tizimi bitta bo'lishi kerak. Bunday koordinatalar tizimi sifatida biz kartografik proektsiyani hisoblashda

sayyoramizning butun yuzasi va boshlang'ich uchun yagona bo'lgan sayyora markaziy koordinatalar tizimini olishimiz kerak. Shunday qilib, sun'iy yo'ldosh rasmlarini qayta ishlash fotogrammetrik o'zgarishlarni va tanlangan kartografik proektsiyaning tenglamalarini hisobga olgan holda amalga oshirilishi kerak. Bunday holda, sayyora sharsimonligining ta'siri ushbu proektsiya uchun belgilangan chegaralar va xarita miqyosida bo'ladi.

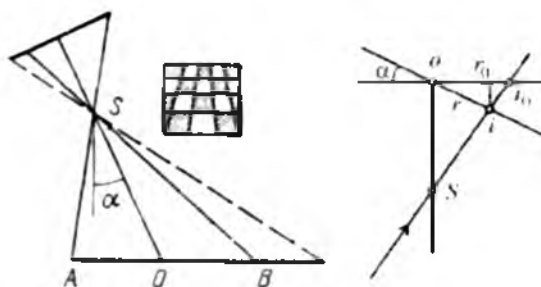
Satrna-satr kuzatilib, joyning nurlanishini qayd qilish yo'li bilan barpo etilgan tasvirlarning masshtabi boshqa omillarga ham bog'liq. U radiolokatsion va issiqlik tasvirlarda parvoz yo'nalishi bo'yicha deyarli o'zgarmaydi, lekin ko'ndalang yo'nalishda o'zgarib turadigan sonidir. Masshtab balandlikka bog'liq bo'lmasdan balki radiolokatsion tasvirlardagi tasvirga olish texnik vositalarining xususiyatlariga ham bog'liq. Televizion tasvirlarning masshtabi tasvirga olish masofasiga hamda television kameraning texnikaviy parametrlariga ham bog'liq. Yaxlit tasvirni kadrma-kadr kuzatish orqali nurlanishni qayd qilib barpo etilgan television tasvirlarning geometrik xususiyatlari fotografik tasvirlarnikiga o'xshashdir.

Masshtabni hisoblash uchun tasvirdagi bo'lak uzunligini va xaritadagi yoki joydagi ushbu bo'lakning uzunligi solishtiriladi. E'tibor bering, xaritaning va tasvirning masshtablari bir-biriga yaqin bo'lgani maqsadga muvofiq. Aniqlikni oshirish uchun geodezik punktlar orasidagi masofa hisobga olinadi. Masshtabni hisoblashda uning aniqligi parvoz paytida masofani aniqlashiga bog'liq. Lekin tasvirning masshtabi doimiy, o'zarmaydigan son deb hisoblash xatodir. Parvoz paytida optik tiziminig vizir o'qi egilishi, joyning relyefi va yeming do'ngligi bunga sabab.

Parvoz paytida optik o'qining og'ishi natijasida tasvirdagi masshtab o'zgarib turadi, tasvirning shakli, katta-kichikligi buziladi. 2.10-rasmda masshtabning xatoliklari ro'y berishi mumkin bo'lgan yo'li grafik usul bilan ko'rsatilgan.

Ko'rinib turibdiki, kamera obyektivning fokus oralig'i hamda tasvirga olish masofasi orasidagi nisbatga teng bo'lgan masshtab faqat ayrim "hh" chiziq bo'yicha kuzatiladi. Ushbu chiziqqa parallel qilib o'tkazilgan chiziqlarda masshtab o'zgarmas son bo'lib, asosiy masshtabdan farq qiladi. "hh" chiziqni kesib o'tadigan chiziqlarda esa masshtab o'zgarib turadigan sonidir. Natijada tasvirlangan obyektalning shakli ham, katta-kichikligi ham

buziladi. Ushbu xato tasvirni qaytadan ishlash yo'li bilan yo'qotiladi va u kerakli masshtabga keltiriladi

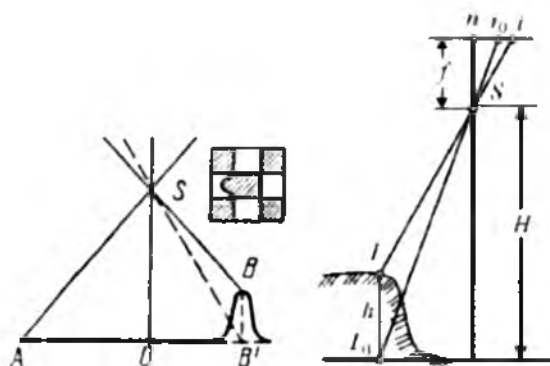


2.10-rasm Optik o'qining og'ishi natijasida tasvirdagi masshtab o'zgarib turadi.

Masshtabning o'zgarishini relyef ta'sirida ham kuzatish mumkin, natijada tasvir uzunlik bo'yicha o'z joyini o'zgartiradi. Bunday xatoliklar televizion, radiolokatsion, infraqizil-issiqlik tasvirlarda ham kuzatiladi va obyektning joylashishi parvoz yo'nalishiga ko'ndalang bo'lgan yo'nalish bo'yicha buziladi. Tasvirning bunday buzilishi daraxtlar, tog'lar, baland binolar kabi baland bo'lgan obyektlar tasvirlarning chetlarida yon tomonidan ko'rinadi va ag'darilib turganday tuyuladi.

Relyefning ta'siri ko'proq tog'li joylarda bo'lib, nisbiy balandlik hamda tasvirga olish masofasi orasidagi munosabat orqali ifodalanadi. Boshqacha aytganda, yaqin bo'lgan masofalardan olingan tasvirlarni tekis bo'lgan joylarning sal bo'lsa qiymalanishi ham ta'sir qilishi mumkin. Koinotdan turib olingan tasvirlarda esa tog'li joylar ham relyefning ta'sirisiz tasvirlanadi. Relyef ta'sirida hosil bo'lgan tasvirning buzilishi natijasida paydo bo'lgan xatoliklarni yo'qotish ancha murakkab masala, chunki bu xatolarni matematik yo'l bilan ta'riflab bo'lmaydi. Har bir nuqta o'ziga xos bo'lgan xato bilan o'z joyidan "qo'zg'alganday" ko'rinadi. Bunday xatolarni yo'qotish uchun tasvir kichik bo'lgan maydonlarga bo'linadi va har bittasi alohida qayta ishlab to'g'rilanadi.

2.11-rasmda relyef ta'sirida paydo bo'ladigan xatolar ko'rsatilgan. Bunday tuzatilgan tasvirlar **ortofototasvirlar** deb nomlanadi va uardan yasalgan plan "ortofotoplan". Bularda xatolar kamaytirilgan deb hisoblanadi.

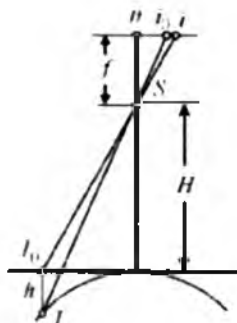


2.11-rasm Relyef ta'sirida paydo bo'ladigan tasvirdagi xatolar

Optik o'qining og'ishi va relyef ta'sirida tasvirlarda yuzaga keluvchi shakl hamda katta-kichiklikdagi xatoliklar qatori yo'nalishlarning xatosi ham hosil bo'ladi. Tasvirdagi yo'nalishlar orasidagi burchak joydagi yo'nalishlar orasidagi burchakka teng bo'lmasligi mumkin. Natijada tasvirning chetlarida xato bir nechta gradusni tashkil etishi mumkin.

Koinotdan turib tasvirga olinganda yerning do'ngligi tasvirlarning metrik xususiatlariga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Shu sababli nuqtaning joylashishi buziladi, xatolar tasvirning chetlarida oshadi. Koinotdan 200 km masofadan olingan tasvirlarda kamera fokus oralig'i $f=100$ mm bo'lgan holda planli tasvirning chetlarida bunday xatolar 2.0 mm atrofida kuzatiladi. Koinotdan turib tasvirga olinganda kameraning o'qi ham og'ishi mumkin. Bu holda olingan tasvirdagi xatoliklar murakkab bo'lgan ravishda tasvirning maydonida tarqalgan bo'ladi.

2.13-rasmda yerning do'ngligi ta'sirida gorizontall bo'lgan tasvirdagi geometrik xatoliklarni hosil bo'lish yo'li ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, qavariq bo'lgan yuzani tekislikka xatosiz loyihalashtirish (kartografik proektsiyalarni yaratishga o'xshash) imkonini yo'q. Koinotdan turib olingan tasvirning geometrik xususiyatlari esa azimutal kartografik proektsiyalardagi geometrik xususiyatlarga o'xshash. Lekin amaliyotda bunday vaziyat faqat kartografik maqsad bilan olingan tasvirlarda bo'ladi. Boshqa tasvirlar esa shartli yo'l bilan o'tkazilgan meridian va parallellar chiziqlari qiyali bo'lgan. 2.12-rasmda ko'rsatilganday bo'ladi. Ularning shakli ham, katta-kichikligi ham o'zgaradi.



2.12-rasm. Yerning do'ngligi ta'siri

Fototasvirning markaziga nisbatan taxminan 4-5 sm atrofida bo'lgan joylarni xatoliklar kam bo'lgan tasvirning "ish" yoki "foydali" maydoni deb qabul qilish mumkin. Yuqori aniqlikni talab qilmagan o'lchash va hisoblash ishlari bajarilganda ushbu maydonning ichida xatoliklar yo'q deb hisoblash bo'ladi.

Savollar:

- nimaga turli xil tasvirlardan foydalanilganda ularning geometrik xususiyatlarini bilish lozim?
- tasvirlar geometrik xususiyatlarining qaysi ko'rsatkichidan foydalaniladi?
- kameraning optik o'qi tik tushgan holda tasvirning masshtabi nimaga bog'liq?
- tog'li joylarda olingan tasvirning masshtabi nimaga bog'liq?
- koinotdan turib olingan tasvirlarining geometrik xususiyatlari qaysi asosiy omillarga bog'liq?
- nimaga sun'iy yo'ldoshdan olingan rasmlari masshtabi maydaroq bo'ladi?
- sun'iy yo'ldosh orbitasining og'ishi tasvirlarning geometrik xususiyatlariga qanday ta'sir qiladi?
- qaysi tasvirlar ortofototasvirlar deb nomlanadi?
- qanday qilib koinotdan turib tasvirga olinganda yerning do'ngligi tasvirlarning metrik xususiyatlariga ta'sir qiladi?

2.4. Tasviriyl xususiyatlari

Tasvirda tabiiy obyektlar tuzilishi, bir-biriga nisbatan joylashishi, ularning o'lehoi kabi ma'lumotlar bilan ta'minlaydi. Barcha tabiiy va inson yaratgan obyektlar o'z tashqi ko'rinishi bilan ajralib turadi, y'ani, o'ziga xos qiyofasiga ega. Shu sababli, tabiiy va sun'iy obyektlar va ulardan iborat bo'lgan tizimlar tasvirning tuzilishida namoyon bo'ladi. Har bir tabiiy yoki sun'iy tizim xususiy elementlarining birgaligi bilan bir qatorda, umumiy belgilar ham tasvirning tuzilishida namoyon bo'ladi. Fotografik va boshqa yo'l bilan olingan tasvirlarda joyning tuzilishi, landshaftlar tuzilmasi, ularni tashkil etadigan elementlari orasidagi aloqalar aks ettiriladi. Eng muhimi, tasvirni o'qish va tahlil qilish yordamida joyning vujudga kelish payti, taraqqiyot jarayoni hamda harakat qilishini o'rganish mumkin. Bu maqsadda tasvirni o'qish va tahlil qilishda turli xil belgilardan foydalaniladi. Umumiy belgilar bilan bir qatorda har bir landshaft, joyning xususiy belgilari tasvirda aks ettiriladi. Bu belgilarni bir-biri bilan taqqoslashda, guruhlariga ajratishda, to'g'ri topishda va namunali tasvirlarni – "etalonlarni" shakllantirishda asos deb qabul qilinadi,

Tabiiy va sun'iy (antropogen) komplekslarning turi va paydo bo'lishi, ularning rivojlanishi tasvirning tuzilishi, rangi, o'lehoi kabi xususiyatlar tasvirga olish yo'li va masshtabiga bog'liq. Masalan, uzoq masofadan olinganda tasvir iqlim mintaqalariga bog'liq holda o'zgaradi va har bir mintaqaning o'ziga xos rangi, naqshi va o'lehoi mavjud. Shu sababli ular bir-biridan ajralib turadi.

Tasvirning belgilari uning shakli bilan bog'liq bo'lib, tasvirni tahlil qilishga asos qilib qabul qilinadi. Bu yo'l bilan avtomatik ravishda tasvir o'rganiladi va tahlil qilinadi. Lekin geografik, geologik ma'noga boy bo'ladigan tadqiq olib borish tasvirning boshqa xil belgilardan foydalanishga olib keladi. Chunochi, har bir tasvirning faqat shakliga asoslanib tabiatning xilma-xilligini ta'riflab bo'lmaydi. Turli xil tabiiy va sun'iy tizimlarni o'rganishda tasvirning barcha belgilari tartibga keltiriladi va maxsus jadval tuziladi. Ma'lumotlar manbalari soni, turi ko'paygan sari bu jadvallar takomillashtiriladi. Bu jadvallar bir shaklda yoki turkumda bo'lgan obyektlarni ajratish jarayonini osonlashtiradi.

Tasvirning naqshida, L.E.Smirnov ko'rsatganiday, uning **tuzilishini (strukturasi)** shakllar, katta-kichikliklar, rang va fototon kabi belgilar tashkil qiladi va bu tasvirning tashqi ko'rinishida o'z aksini topadi. Mayda elementlarning hududda joylashishi, va bir-birga qo'shilishi tasvirning **teksturasi** deb tushuniladi. Demak, strukturani turli ranglar yoki turli shakldagi obyektlar barpo etadi. Obyektlar yorug'ligi o'zgarishi tasvirning rangi yoki fototoni o'zgarishiga olib keladi. Turli rangdagi yoki ochligidagi obyektlar orasidagi chegaralar, chiziqlar, hamda nuqtalar birligi ham tasvirning tuzilishiga o'z hissasini qo'shadi. Ko'rinib turibdiki, tasvirning tuzilishi va teksturasi joyni ikki tomondan ifodalaydi. Joyning murakkabligi tasvirning tuzilishi bilan tushuntiriladi. Joydagi mayda elementlarning hududiy bo'linishi esa tasvirning teksturasi bilan izohlanadi. Boshqacha aytaganda, tuzilish – bu joyning xilma-xilligini, tekstura esa uning tasviridagi geometrik xilma-xilligini bildiradi.

Tabiiyki, tasvirlarning tasviriy xususiyatlari ularning aniqlik darajasiga bog'liq. Eng mayda aniqlikning ajralib turishi tasvirga olish sharoitlari bilan bog'liq, bir xil masshtabdagi tasvirlarda o'zgarib turadi. Fotografik tasvirning to'g'ri o'rganish uchun uni kattalashtirish zarur, chunki inson ko'zining mayda tafsilotlarni ajratish qobiliyati chegaralangan va fotografik tasvirni aniqligiga ko'ra pastroq deb hisoblanadi. Skanerli tasvirlarning hamda televizion, radiolokatsion tasvirlarning aniqligi fotografik tasvirlarning aniqligiga ko'ra pastroqdir. Shu sababli, ularni katta miqdorda kattalashtirib bo'lmaydi.

Tabiiy obyektlarning tasvirini izohlashda murakkab bo'lgan naqshini oddiy, ayrim, bir necha ko'rsatkichlar orqali ifodalanadigan naqshga aylantirishga harakat qilinadi. Nuqta, chiziq va ulardan iborat bo'lgan doiralar va tasmalar kabi geometrik elementlar asosida tasvirning xilma-xilligini izohlash eng ma'qul yo'l deb qabul qilindi.

Tasvirning rang-barangligi, ochligi tasvirga olish sharoitlarga ko'ra, qo'llaniladigan asboblarga va nurlanishni qayd qilish yo'liga bog'liq holda nihoyatda o'zgaruvchan. Shu sababli, joyning tashqi ko'rinishi turli davrda va faslda olingan turli xil tasvirlarda o'xshamasligi mumkin. Turli xil masshtabdagi tasvirlarda ham har xil bo'lib, mayda tafsilotlarni yo'qotish yoki paydo bo'lishi orqali farqlanadi. Tasvirning faslga, atmosfera va

tasvirga olish optik sharoitlariga bog'liq bo'lmagan xislati joyning qiyofasini tashkil qiladi.

Obyektning tasviri uning rangi yoki yorug'ligining o'zgarishiga bog'liq bo'lib, nurlanishning qayd qilingan turli diapazonida har xil bo'ladi. Ko'p zonali va spektrli yo'l bilan olingan tasvirlarda yorug'lik koeffitsienti aniqlanib, turli nurlanish diapazonidagi miqdorlar farqi doimiy bo'lishi tasdiqlandi.

Spektrga oid yorug'lik koeffitsientlar miqdorining o'zgarish xususiyati obyektning xususiy alomati bo'lib, uning **spektrli qiyofasi** deb nomlangan. Bu spektrli qiyofa obyektning tabiiy holatiga aloqador va holati o'zgargan sari o'rtacha olingan miqdorga nisbatan o'zgaradi.

2.3-jadvalda ayrim tabiiy obyektlarning tasvirini bu yo'l bilan izohlashga misoli keltirilgan

2.3-jadval Aerokosmik tasvirlardagi ayrim obyektlar tasvirining guruhlarga bo'linishi (L.E.Smimov, 1975)

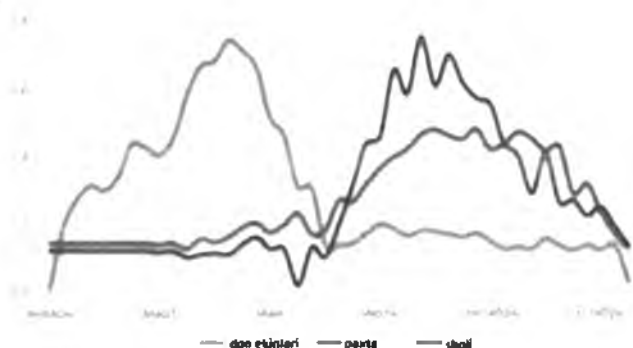
	Qabul qilingan geometrik element	Tekstura		Tabiiy obyektlarning misoli
1	Nuqta, dog'	Zanjir o'xshash	Parallel bo'lgan zanjirlardan iborat	Yo'l bo'yida, ariqlar, kanallar, daryolar bo'yida joylashgan daraxtlar, ko'chalar bo'yidagi uylar
2			Zanjirlardan iborat yelpig'ichsimon	Daryolar qayirlaridagi butalar
3		Tartibli		Bog'lar, aholi turar joylaridagi daha bo'lib solingan uylar
4		Aralash-quralashli	To'g'ri geometrik dog'simon	Sug'oriladigan ekinzorlar, aholi punktlari, poliz ekinlari, karst, do'ng qumlar
5			Chiziqli dog'simon	Sho'rxoklar
6			Yuzali	Taqirlar

7	Chiziq, tasma	Chiziqli	To'g'ri chiziqli	Yo'llar, kanallar, gaz quvurlari
8			Qiya chiziqli	Daryolar, qumlar tizmasi, tog' tizmasi, geologik yoriqlar
9			Yelpig'ichsimon chiziqli	Soliflyuktsiyalarning 'izi, yoyilma konus, daryolar deltasi, bo'linib ketgan ariqlar
10			Daraxtsimon to'g'ri chiziqli	Melioratsiya va sug'orish kanallarining to'ri
11			Daraxtsimon qiya chiziqli	Daryolar, ariqlar to'ri, jarliklar
12			Yoysimon yoki doirasimon	Koinotdan turib olingan tasvirlardagi bulutlarning burama chiziqlari, geologik tuzilmalar, barxanli kumlar
13		Mutaxassis chiziqli	Yondosh to'g'ri chiziqlardan iborat	Uzumzorlar, bog'lar, haydalgan yerlar, inshootlar qatorlari
14			Yondosh to'g'ri chiziqlardan iborat	Sho'rxoklar, geologik qatlamlar, daryo qirg'og'i yaqinida sayoz qumli joylar, muzliklar, haydalgan ekinzorlar
15			Yelpig'ichsimon	Yoyilma daryolar konuslari, delta
16			Kontsentrik doiraviy	Bulutlarning burama chiziqlari, hosil terishning izlari, terrasalik dalalar

Paxta ekinzonlarining defoliatsiyadan avval va keyin olingan tasvirning spektrli qiyofasi bir-biridan ajralib turadi, lekin ularning umumiy xususiyatlari bir-biriga o'xshash va boshqa obyektlardan farq qiladi. 2.13-

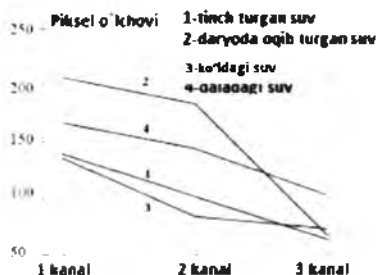
¹ suv bilan to'ldirilgan, muz bilan sementlangan qiyalik bazasining muzlatilgan yuzasida tuproqning oqib chiqishi. Soliflyuksiya turli tabiiy zonalarda kuzatiladi.

rasmda turli xil qishloq xo'jalik ekinlarining spektrli qiyofasi grafik usulda ko'rsatilgan.



2.13-rasm Qishloq xo'jalik ekinlarining spektrli qiyofasi

Suv orqali (2.14-rasm) yorug'lik aks ettirishning asosiy muntazamligi bu spektarning ko'rinadigan diapazonidagi (ko'kdan qizilgacha) spektral egri chizig'ining keskin pasayishi va spektrning yaqin infraqizil mintaqasida minimal akslanishidir.



2.14-rasm. Turli holatdagi suvning spektral qiyofasi. 1 kanal – 0,5–0,6 mkm; 2 kanal – 0,6–0,7 mkm va 3 kanal – 0,8–0,9 mkm

Tasvirda turli naqshlarning hosil bo'lishini bir necha sabablardan ko'rish mumkin:

- 1) turli yorug'likdagi obyektlarning navbatma-navbat kelishi tufayli, tabiatda bir xil tuyulgan joylarning tasviri rang-barang, aralash-quralash bo'lishi mumkin;
- 2) bir xilda bo'lgan joylarning holatiga (namligiga, barglarning to'kilishiga va h.k.) ko'ra ular tasvirning xilma-xilligi kuzatiladi;
- 3) turli xil elementlardan tarkib topgan joyning tasviri tasvirga olish asbobining quyoshga hamda nur qaytaradigan tekislikka nisbatan

joylashishiga bog'liq. Ayataylik, tasvirning turli qismlarida yoki bitta joyning turli nuqtalardan olingan tasvirlarda yorug'lik shu'lası tufayli suv havzalarining yoki qumlarning rang-barangligi o'zgarib turadi;

4) quyoshning ufqqa nisbatan balandligi va nurlanishini yer yuzasiga tushish burchagi o'zgarib turgani tufayli, bir xil yo'l bilan olingan tasvirlarda tasvir ham o'zgaradi.

Masshtab o'zgarishi bilan tasvirning umumlashtilishi kuzatiladi va tasvirni o'qish imkoniyatlari o'zgaradi. Tasvirni barpo etadigan rang, fototon ochligi, o'lchovi, shakli kabi naqsh elementlari fizika qonun-qoidalariga binoan o'zgarib, tasvirning hamda obyekt tashqi korinishining o'zgarishiga olib keladi.

Chegaralar hamda naqshning umumiy tuzilishini bildiradigan tasvirning masshtabi va aniqligi bilan bog'liq holda o'zgaradi, rang-baranglarning umumlashtirishi esa masshtabning kichrayishi bilan bog'liq holda kuzatiladi. Mayda bo'lgan obyekt atrofidagi obyektlar yorug'lik farqi qancha kam bo'lsa, shuncha masshtabi kichraygan sari uning yo'qolib ketishi mumkin. Chiziqli bo'lgan obyektlar mayda masshtabli koinotdan turib olingan tasvirlarda ham yaqqol tasvirlanadi.

Tasviriy xususiyatlarini e'tiborga olgan holda, ular orqali qay darajadagi yoki kattalikdagi hududni o'rganish imkoni bor? Turli xil masshtabdagi tasvirlarni o'qish imkoniyatlarini tekshirib, tasvirning umumlashtirish qonun-qoidalarini topish lozim (2.4 – jadval).

2.4-jadval. Tasvirga olish masshtablari va tasvirning hududiy umumlashtirish darajalari (L.E.Smirnov, 1975)

	Tasvirga olish yo'li,	Masshtabning sinfi	Masshtab	Hududni umumlashtirish darajasi
1	Havodan olingan rasmlar	Nihoyatda yirik masshtablar sinfi	1:1000-1:2000	fatsiya ¹
2		Yirik masshtablar sinfi	1:2000-1:10000	fatsiya
3		O'rta masshtablar sinfi	1:15000-1:25000	Urochishe ² Fatsiyalar majmuasi

¹ elementar ajralmas geografik birlik, ya'ni bir xil kompleks

² genetik, dinamik va geografik jihatdan bog'liq fatsiyalarning yoki ularning guruhlarining birlashtirilgan tizimi

4		Mayda masshtablar sinfi	1:30000- 1:200000	Urochishe guruhlari
5	Koinotdan turib olingan rasmlar	Nihoyatda mayda masshtablar sinfi	1:1 000 000- 1:10 000 000	landshaftlar
6		Yerni bir butun qilib tasvirga olish masshtab- larning sinfi	1:50 000 000 va undan mayda	Iqlim mintaqalari

Tasvirlarni ma'lumot manbai sifatida ishlatish imkoniyatlari uning afzalligida, ya'ni turli xil joy obyektlarini bir payt ichida tasvirlash hamda murakkab bo'lgan obyektlarni umumlashtirib aks etishi tasvirning yig'indisidadir. Tasviriy xususiyatlari ularning kerakli va yetarli ma'lumotni olish uchun ma'qulligini bildiradi. Obyektlar chegaralarini aniqlash uchun tasvirlarning masshtabi maydaroq bo'lishi kerak, ularning ma'nosini tekshirish uchun esa yirikroq. O'simliklar turini aniqlashda rangli tasvirlarning tabiiy rangdagi tuzilgan xili, o'simliklar hamda boshqa obyektlarni bir-biridan ajratish uchun sun'iy ranglardan iborat tasvir ma'qulroqdir. O'zbekistonning turli xil landshaftlarining tasvirini o'rganib, shuni aytib ketish kerak-ki, ularning tasviriy xususiyatlari farqlanadi va yuqorida ko'rsatilgan omillarga bog'liq bo'lib, tadqiq qilish yo'llariga ta'sir qiladi.

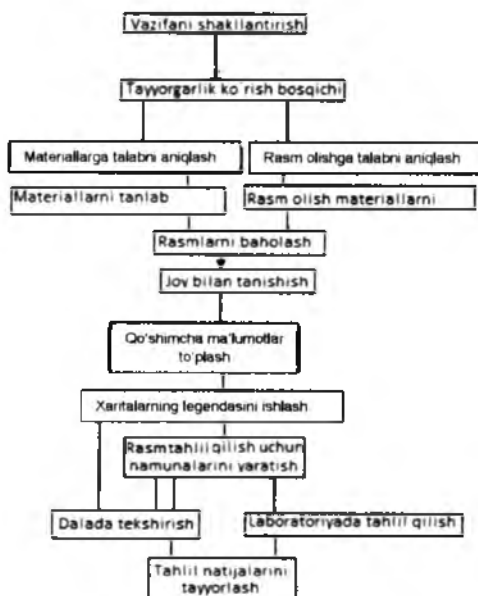
Savollar:

- tabiiy va sun'iy (antropogen) komplekslarning turi va paydo bo'lishi, ularning rivojlanishi tasvirda aks ettirilishi nimaga bog'liq?
- uzoq masofadan olingan tasvirlarda tasvir nimaga bog'liq holda o'zgaradi?
- qanday qilib har bir mintaq koinotdan turib olingan tasvirlarda bir-biridan ajralib turadi?
- tasvirning tuzilishini (strukturasini) nima tashkil qiladi va bu tasvirning tashqi ko'rinishida o'z aksini topadi?
- joydagi qaysi elementlarning hududiy bo'linishi tasvirning teksturasi bilan izohlanadi?
- tasviriy xususiyatlar nimaga bog'liq?
- aerokosmik tasvirlardagi ayrim obyektlar tasvirini guruhlarga bo'linishida nima asos turibdi?
- spektrli qiyofasi nimani bildiradi?

3 bob. TASVIRLARNI TAHLIL QILISH VA ULARDAN FOYDALANISH YO'LLARI

3.1. Havo va koinotdan turib olingan tasvirlarni tahlil qilishning nazariy asoslari

Yerning geografik qobig'ini bir butun qilib, uning qismlarini va alohida olingan elementlarini o'rganish maqsadi bilan yerdan, havodan va koinotdan turib olingan tasvirlarni tadqiq qilish jarayoni **tasvirni o'qish va tahlil qilish** deb tushuniladi. Bu jarayon murakkab bo'lib, o'z asosiy maqsadini tadqiqotning vazifasiga ko'ra kerakli ma'lumotlarni tasvirdan olishda ko'radi. **Tasvirni o'qish va tahlil qilish** (rus tilida – дешифрирование, ingliz tilida-decryption, interpretation) - bu obyektlarning xususiyatlari, o'zaro aloqalarni ularning tasviri orqali tanib olish jarayoni. Ana'naviy tahlil qilish texnologik jarayonlar bir necha bosqichdan iborat (3.1-rasm)



3.1-rasm. Rasm tahlil qilishning texnologik chizmasi

Tasvirni tahlil qilishda ayrim xususiy masalalarni yechishga to'g'ri keladi. Masalan, usullari haqidagi ilmga oid bo'lgan muammosi hamda tasviriy xususiyatlarini aniqlash, ularni ma'lumotlar manbalari sifatida

ishlatish yo'llarini tekshirish, o'lchash-hisoblash ishlarini tasvirlar orqali bajarish yo'llari hamda aniqlik darajasini o'rganish, tasvirni tahlil qilishning maqsadiga muvofiq yo'lini va uslubini tanlash va takomillashtirish, tasvirni tahlil qilish jarayonini oqilona tartibda o'tkazish, turli xaritalarni bu asosda tuzish tartibi va yo'lini aniqlash hamda tekshirish kabi vazifalar yechiladi.

Bilim nazariyasi nuqtai nazaridan kuzatib, tasvirni tahlil qilish jarayonining bir necha **bosqichlarini** ko'rsatish mumkin:

- 1) kerakli obyektни tasvirda ko'rish yoki topish,
- 2) obyektни o'rganish va u to'g'risida fikr yuritish;
- 3) to'plangan bilimlarni tabiat qonun-qoidalariga asoslanib izohlab berish.

Ushbu tartib turli tasvirlarni tahlil qilish yo'llari tanlanganda saqlanib qoladi, ayrim vaziyatda bitta bosqichdagi ishlarni bajarib, tasvirni tahlil qilishni tugatish mumkin, ayrim vaziyatlarda esa turli bosqichdagi ishlar bir necha marta takrorlanadi.

Tasvirda kerakli obyektни topish tezligi hamda aniqligi uning rangi, o'lchovi bo'yicha boshqa obyektlardan ajralib turish xususiyatlariga bog'liq. Bu ishni bajarishda tasvirni tahlil qiluvchining tajribasi ham katta ahamiyatga ega. Uning tajribasi oshgan sari izlangan obyektни boshqalaridan ajratish ishlari tezlashtiriladi va osonlashtiriladi. Ko'pincha tajribasi kam bo'lgan shaxslar tasvirdagi farqlarni ko'rib ularga e'tibor bermaydi yoki nimaligini bilmaydi.

Tasvirni tahlil qilish mobaynida tasvirning rasmiy hamda ma'noviy tahlili bajariladi. Tasvirni umuman baholab, uning strukturasi va teksturasi izohlanadi. So'ng tasvirda tekstura va strukturasi bir-biridan ajralib turadigan tasvirning qismlari alohida o'rganiladi. Ushbu qismlarni tadqiq qilishda ranglar, oq-qoralarining ochligi va to'qligi, shakllari tekshiriladi. Ular asosida tabiiy komponentlarning o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari aniqlanadi. Boshqacha aytganda, tasvirni rasmiy yo'l bilan tahlil qilish obyektning tashqi ko'rinishiga ko'ra guruhlariga ajratishdir. Bundan tashqari, ajratilgan va o'rganilgan obyektlar asosida joydagi barcha boshqa obyektlar to'g'risidagi bilimlarni o'rganib, joyning mohiyatini ham o'rganish mumkin. Tabiiyki, tahlil qilish sifati tasvirni o'quvchisining muayyan sohadagi bilimlariga bog'liq. Joyning xususiyatlarini yaxshi bilgan kishi uning tasvirini ham bimalol o'qib oladi. Ko'pincha o'quvchi tasvirni tahlil qilish

paytida yodida saqlanib qolgan tasvirlar bilan ilgari o'rganilgan obyektlarning tashqi ko'rinishini taqqoslab, o'xshash yoki o'xshamasligiga e'tibor beradi.

Tasvirni tahlil qilishning muvaffaqiyati oldindan tuzilgan dastur yoki o'rnatilgan tartib bo'yicha olib borish, aniqlashni talab qiladigan obyektlarning ro'yxatini nazarda tutish, aniq ko'rsatilgan maqsadga muvofiq bo'lishiga bog'liq. Barcha bosqichlarda tasvir tahlil qilinadi. Uni tashqi ko'rinishi baholanib, joy to'grisidagi umumiy hamda obyekt to'g'risida maxsus fikr yuritishga ta'sir qiladi.

Tasvirda obyektning qiyofasi uning shakli, rangi, o'lchovi, oq-qora ranglarning ochligi-to'qligi bilan ifodalanadi. Bular tasvirni tahlil qilishning to'g'ri belgilari deb nomlanadi. Bu belgilar tasvirda bevosita o'qiladi va aniqlanadi. Yuqorida ko'rsatlganday, bu belgilar tasvirlarning tasviriy xususiyatlari bilan kuchli aloqada bo'lib, uch sinfga bo'linadi: nuqtasimon, chiziqsimon, ko'p-o'lchovli xususiyatlarga ega bo'lgan belgilar. Chiziqlisimon belgilar deb rangning to'qligi-ochligi, o'lchovning katta-kichikligi kabi xislatlari tushuniladi. Amaliyotda rangning yoki o'lchovning mutloq miqdorlari emas balki ularning farqi hisobga olinadi. Sababi, bu farqlar ishonchliroq, ular davr mobaynida tez sur'atda o'zgarmaydi. Ko'p o'lchovli belgilar esa turli sonli va sifatli ko'rsatkichlar bilan ifodalanadi. Masalan, tasvirning rangi qatori uning to'qligi, quyuqligi, tasvirning tekstruasi bir butun bo'lib hisoblanadi.

Turli xil obyektlar tasvirlarda bilvosita yo'l bilan aniqlanadi. Chunki bevosita yo'l bilan ularni ajratish va aniqlash mushkul yoki umuman bajarib bo'lmaydigan vazifa. Masalan, aholi turadigan joylar yorug'ligi atrofidagi obyektlar yorug'ligidan sezilarli darajada farq qilmagani tufayli tasvirda yaqqol bo'lib ko'rinmaydi. Shaharlar yoki qishloqlarni birlashtiradigan yo'llar orqali ularning kattaligini hamda joyini aniq topish mumkin.

Bilvosita belgiar ikki guruhga bo'linadi. Birinchisida ularning tabiiy qonun-qoidalarini bo'lib, o'zaro mutanosib. Masalan, o'simlik va relyef, relyef va gidrografiya, tuproq va o'simliklarning o'zaro aloqalarini bilib, ularni bir-biridan ajratib o'rganish eng ma'qul yo'l hisoblanadi. Ikkinchi guruhdagi belgilar tabiiy va sun'iy belgilar bo'lib, antropogen obyektlar hamda hodisalarning o'zaro aloqadorligidir. Aytaylik, relyef va ekinzor turlari, yo'llar va ular o'tgan joylarning tuproq turlari, namligi va tarkibi hamda

haydalgan yerlarning miqdori kabi munosabatlar asosida joy o'rganiladi. Bilvosita belgilardan foydalanish uchun tasvirni ko'ptomonlama kompleks nuqtai nazaridan tahlil qilish kerak. Bir qator tasvirlarni yoki ulardan bir butun qilib yasalgan montajlarni qo'llash vaziyatida tasvirni tahlil qilish ishonchlilik oshadi. Bilvosita belgilardan tasvirda ko'rinadigan, lekin shubha bilan aniqlanadigan obyektlarni o'rganishda ham foydalaniladi. Masalan, bir-biriga qo'shilib ketgan yo'llarning turi bir xil deb qabul qilinadi. Ular hududda joylanishiga bog'liq holda aniqlanadi.

Bilvosita belgilardan **indikatorlarni** ajratishadi, ya'ni aniq ajratilgan va o'rganilgan obyekt, agarkı boshqa obyektlarni o'rganishda ishlatilsa, u indikator deb hisoblanadi. Indikator sifatida turli xil tabiiy hamda sun'iy obyektlar ishlatilishi, va ayrim holda ular o'z o'rnini almashtirib qo'yishi mumkin. Misol uchun, tog'li joylarda relyefga asoslanib, o'simliklar o'rganiladi, cho'l yoki dasht joylarda esa o'simlik orqali relyef shakllari aniqlanadi.

Bilvosita belgilar uchun ko'pincha o'simliklar, relyef va gidrografiya elementlaridan foydalaniladi. Ular tasvirlarda batafsil va yaqqol ko'ringani tufayli boshqa obyektlarni yoki hodisalarni o'rganishda qo'llanilgani ma'qul. Faqat ularni tasvirlash xususiyatlarini masshtabga bog'liq holda o'zgarib turishini e'tiborga olish zarur. 1:5000 - 1:25000 kabi yirik masshtabli fototasvirlarda relyef ham, gidrografiya ham indikator sifatida qabul qilinishi mumkin, lekin tasvirning batafsilligi tufayli asosiysi o'simlik hisoblanadi. Tasvirning masshtabi kichrayishi sari relyefning mezo¹- va makro²- shakllari yaqqol ko'ringani tufayli ushbu belgi asosiy deb hisoblanadi. Koinotdan turib olingan tasvirlarda esa landshaftlar kabi yirik bo'lgan tabiiy birliklar asosiy belgi deb qabul qilingan.

Ayrim belgilar turg'unlik xususiyatiga ega bo'lib, turli faslda yoki yillarda, turli joylarda olingan tasvirlarda bir xil bo'lib ko'rinadi. Bunday belgilar **obyektning o'ziga xos belgisidir**. Masalan, paxta dalalarining shakli va katta-kichikligi, yo'llarning shakli va kengligi kabi belgilar shular jumlasidandir. O'zgaruvchan bo'lgan belgilar faqat ayrim sharoitlarda namoyon bo'ladi. Faqat ularga asoslanib katta ishonch bilan obyektni aniqlab bo'lmaydi. Masalan, tuproqlarning rangi ularning namligiga bog'liq holda o'zgaradi. Lekin bir xil rang turli xil tuproqlarning tasvirida kuzatilishi

¹ Makroformalar - tog'larda, tog'larda va pasttekisliklarda individual tog tizmalari

² Mezoformlarga jarliklar, tepaliklar

mumkin. Tasvirni tahlil qilish yo'llarini takomillashtirishda bunday obyektlarni to'plab, ularni guruhlariga bo'lib, **namuna – etalon tasvirlar** tuziladi. Bu yo'l bilan tasvirni o'qish va tahlil qilish jarayonining unumdorligi oshadi.

Aholi punktlarini **yer-kadastr**i maqsadida tasviriy tahlil qilish bir necha talablarga javob berish kerak. Aniqlik nuqtai nazaridan bu talablar quyidagilar¹:

1) Yerdan foydalanish va kapital inshootlarning chegaralarini aniqlashda eng yuqori aniqlik talab etiladi. Bunday obyektlar ulashgan kontur nuqtalarining o'zaro joylashishidagi xatolik kadastr rejasi shkalasi bo'yicha 0,4 mm dan oshmasligi kerak va geodezik asoslash nuqtalariga nisbatan joylashishning xatosi 0,3 mm dan oshmasligi kerak;

2) fototasvirda ko'rinadigan fototasvir chizig'iga nisbatan an'anaviy fototasvirda aniq ko'rsatilgan konturlar va obyektlarning chegaralarini aniqlash va chizishda xatolik 0,2 mm dan oshmasligi kerak;

3) kontur chegaralari va obyektlari chegaralari aniq bo'lgan, ammo aerofototasvirda tasvirlanmagan obyektlarning chegaralarini aniqlashning farqlari 0,3 mm dan oshmasligi kerak;

4) tabiatda aniq chegaralarga ega bo'lmagan kontur chegaralarni (xatolar, yaylovlar va boshqalar) belgilashda xatolik 1,5 mm dan oshmasligi kerak;

5) egri chiziqlarni ochishda, ularning perpendikulyar uzunligi boshqa ikkita nuqta orasidagi nuqtadan, shu ikki nuqtani bog'laydigan chiziqqa tushganda 0,5 mm dan oshmasa, ularni to'g'rilashga ruxsat beriladi;

6) kadastr rejasi shkalasida 0,5 mm dan oshiq bo'lsa, kapital tuzilmalarning qirralari ko'rsatiladi;

7) noma'lum (loyqa) chegaralar (konturlar, butalar, kamyob o'rmonlar, qamish va boshqalar) taxminan dekodlanadi;

8) reja bo'yicha masshtabda 20 mm² dan kam maydonga ega bo'lgan obyektlar (kapital inshootlar bundan mustasno) tahlil qilinmaydi;

9) chiziqli obyektlar, agar ularning kengligi kadastr rejasi miqyosida ifodalangan bo'lsa, foydalanish faktiga binoan qirg'oq, qazish, drenaj zovurini, yo'lni va boshqalarni hisobga olgan holda tahlil qilinadi. Bundan tashqari, barcha zarur tushuntirish yo'rliqlari ko'rsatilishi kerak. Agar

¹ Инвентаризация земель населенных пунктов. Кадастровое дешифрирование. Требования к точности дешифрирования <http://zem-kadastr.ru/blog/zem-kadastr/261.html>.

chiziqli obyektning kengligi kadastr rejasi miqyosida ifoda etilmasa, unda ushbu obyekt "odatiy belgilar" ga muvofiq kengligi va boshqa zaruriy belgilarini ko'rsatishi shart.

10) tahlil qilish jarayonida olingan barcha ma'lumotlar kattalashtirilgan tegishli shartli belgilar va tushuntirish yozuvlari bilan aerotasvirda ko'rsatiladi. Kadastr xaritasi va aerofototasvirlarni geodezik yo'naltirish bo'yicha ishlarni amalga oshirayotganda, "1: 500–1: 5,000 o'lchovlarini topografik tasvirga olish bo'yicha ko'rsatmalar, "Dala kuzatish jurnali" olib borilishi lozim. Barcha dala materiallari shahar (tuman) yer qo'mitasi ma'muriyati va boshqa vakolatli va manfaatdor shaxslar va tashkilotlar vakillarining imzosi va muhri bilan tasdiqlanishi kerak.

11) dala ishlari tugallangandan so'ng kadastr tahlili va avia fototasvirlarga geodezik ma'lumot, dala nazorati va dala ish materiallarini qabul qilish amalga oshiriladi. Umumiy ish hajmining kamida 15% dalada qabul qilinishi va nazorati ostida bo'lishi kerak.

Savollar:

- tasvirni o'qish va tahlil qilish jarayoni deb nima tushuniladi?
- tasvirni tahlil qilishda qaysi masalalarni yechishga to'g'ri keladi?
- tasvirni tahlil qilish jarayonining bosqichlarini ta'riflab bering
- tasvirda kerakli obyektни topish tezligi hamda aniqligi nimaga bog'liq?
- tasvirni tahlil qilishning muvaffaqiyati nimaga bog'liq?
- tasvirni tahlil qilishning to'g'ri belgilari deb nimani tushunasiz?
- bilvosita belgiar guruhlariga bo'linishida nima asos bor?
- yirik masshtabli tasvirlarda indikator sifatida qaysi obyektlar ishlatiladi?

3.2. Tasvirni tahlil qilish yo'llari va texnologiyasi

Tasvirni tahlil qilish texnologiyasi deb tasvirdan ma'lumotlarni to'plash vositalari hamda yo'llari to'g'risidagi bilimlar birligi deb tushuniladi. Tasvirni tahlil qilish yo'llarini va usullarini tanlab olinishi aerokosmik tadqiq qilish usullarining eng muhim vazifasi. Havodan va koinotdan turib olingan ma'lumotlardan foydalanilganda bu vazifani yechishga to'g'ri keladi. Tasvirni tahlil qilish natijalari nihoyat bu tanlashga va ishlarni boshqarishga katta darajada bog'liq. Bunga ma'lumotlarni muntazam ravishda tekshirish, mavjud xaritalarni o'rganish, dala

ma'lumotlarini to'plash va har xil murakkablik darajasidagi ishlar kiradi. Tahlil shaxsning idrokiga va tajribasiga, obyektning tabiati, ma'lumotlarning sifati, ko'lami, maxsus tasmlar birikmasi va boshqalarga bog'liq.

Mazmuniga qarab, tasvirni tahlil qilish quyidagi turlarga bo'linadi: topografik va maxsus hamda mavzuli. Topografik xarita tuzish maqsadida landshaft elementlari tahlil qilinadi va shartli belgilar yordamida ko'rsatiladi.

Qo'llaniladigan **texnologiyasiga** ko'ra quyidagi asosiy usullari:

- **ko'z bilan chamalash** (vizual) usuli, bunda ma'lumot tasvirlardan o'qiladi va odam tomonidan tahlil qilinadi; ijro etish joyiga qarab kameralar ajralib turadi, variantlarga bo'linishi mumkin bo'lgan maydon va estrodiol usullar;

- **mashina-vizual** - bu vizual tahlil qilishni osonlashtirish uchun kompyuter yoki maxsus moslamalar yordamida tasvirlarni dastlabki ishlashi amalga oshiriladi. Ushbu usul quyidagilardan iborat bo'lishi mumkin: tasvir sintezi, video signal darajasini kvantlash, tasvir filtrlash va hk.;

- **avtomatlashtirilgan**, unda tasvirning tahlili qayta ishlashi uchun tasvirlar kompyuter tomonidan dialog rejimida olinadi, operator esa ishlov berish usulini tanlaydi, ya'ni tizimni "o'qitish" ni amalga oshiradi, sifatni nazorat qiladi, tasniflagichning ishini tekshiradi, dasturlarga tuzatishlar kiritadi va hk.

- **avtomatik**, bunda tasvir tahlil qilish tizimi operatorning aralashuvisiz tuzatilgan vazifalarni hal qiladi.

Texnologiyaning asosiy vazifasi – bu havodan hamda koinotdan turib olingan tasvirlarni o'qish tartibini oqilona tuzish, kamroq bo'lgan mablag'larni, vaqtni va vositalarni ishlatib, iloji boricha ko'proq ma'lumotlar to'plash.

Bu jarayonning xususiyatlari:

- rasmlarda joy to'g'risida barcha narsa aks etilmaydi, faqat obyektlarning ma'lum xususiyatlari (ba'zi xususiyatlar yo'qoladi, boshqalari qisman buziladi);

- obyekt rasmda umumlashtirilgan shaklda berilgan, ko'plab tafsilotlar yo'qoladi;

- tasvirda obyektning ma'lum bir lahzasi ushlanib qoladi, shu bilan birga biz atrofda olamni rivojlanayotganini idrok etamiz;

- obyektning tasviri ko'pgina omillarga qarab o'zgaruvchan bo'ladi;

- juda katta bo'lgani sababli yerdan ko'rinmaydigan narsalar tasvirda ko'rsatiladi;

- koinotdan turib olingan tasvir bizning odatiy ko'rimishga to'g'ri kelmaydi, chunki yuqoridan ko'rish burchagi odatiy emas.

Tasvirni tahlil qilish bir necha bosqichlardan iborat bo'lib, u dastlabki, oraliqdagi va yakunlovchi ishlashni o'z ichiga oladi. Turli xil tasvirni tahlil qilish ishlari vazifani aniqlashdan boshlanadi, bunga bog'liq holda tasvirga olish, tasvirlardan foydalanish yo'llari ham tanlanadi. Qo'yilgan vazifaga ko'ra turli xaritalar, adabiyotlar, uslubiy ko'rsatmalar kabi joy tog'risidagi ma'lumotlar to'planadi. Tasvirni tahlil qilish tartibi ketma-ket joylashgan turli xil ishlarning majmuidan iborat bo'lib, dalada ham, laboratoriyada ham olib boriladigan ishlarni o'z ichiga oladi.

Tasvirni o'qish va tahlil qilish mobaynida tadqiq qilinadigan kerakli obyektlar tasvirdan topiladi va aniqlanadi, sonli va sifatli ko'rsatkichlari tanlanadi, obyektlararo aloqalar tekshiriladi. Bu asosda tasvirlanmagan obyektlarning xususiyatlari to'g'risida fikr yuritiladi. Ko'rinib turibdiki, tasvirni tahlil qilishda doimo kerakli ma'lumotlar olinadi va qo'yilgan vazifaga ko'ra tasvirni tahlil qilish tartibi ham, qo'llaniladigan usullar ham bir-biridan farq qiladi.

Maxsus bo'lgan tasvirni tahlil qilishda ayrim alohida olingan tabiiy yoki iqtisodiy obyektlar tasvirlar orqali o'rganiladi. Tasvirni tahlil qilishni dalada ham, laboratoriyada ham, ko'z bilan chamalab ham, avtomatik yo'l bilan ham turli o'lchash-hisoblash ishlarini bajarib ham o'tkazish mumkin. Bunga bog'liq holda bajarish usullarining majmui bir-biridan farq qiladi. Joyning xususiyatlari o'rganilganda ularning xislatlari o'rni ularning tasviri bosadi. Tasvirlardan ma'lumotlarni olish to'liqligi va to'g'riligi qo'llaniladigan asboblarga, usullarga, tasvirlarning xusuiyatlariga, tasvirni tadqiq qiladigan shaxsning tajribasiga bog'liq. Ayrim ma'lumotlarni tasvirlardan olib bo'lmaydi va ular boshqa yo'l bilan to'planadi. Tasvirni tahlil qilish paytida yana bir narsaga e'tibor berish kerak, ya'ni tasvirlar joyning modeli va boshqa o'xshash modellar tabiatidan farqlanadi.

Tasvir ikki yo'l bilan ishlatilishi mumkin: 1. uni kartografik asos sifatida qabul qilib, faqat obyektlarning chegaralarini aniqlash yo'li, 2. tasvirni tadqiq qilib obyektlarning xususiyatlarini va xislatlarini o'rganish yo'li.

Agarki tadqiqotchi dastlabki ma'lumotlarga ega bo'lsa, barcha ishlar laboratoriya sharoitida boshlanadi. Bu vaziyatda ishlarning tartibi:

- dastlab laboratoriya sharoitidagi ishlar amalga oshiriladi;
- oldindan tanlangan yo'nalishlarda yoki joylarda tasvir dalada o'qiladi va tekshiriladi, bu bosqichda samolyot, vertolyotdan joy kuzatiladi;
- dalada tekshirilgan joylarga o'xshash joylar aniqlanadi va tekshirilmagan joylar aniqlanadi;
- kerak bo'lsa tanlangan tasvirning tahlil qilish natijalari yana dalada tekshiriladi;
- barcha tekshirishdan keyin yakunlovchi tasvirning tahlil qilish ishlari bajariladi.

Ko'p bosqichdan iborat bo'lgan tasvirni tahlil qilish tartibi maxsus maqsad bilan bajariladigan tadqiqotlarda yoki turli xil mavzuli xaritalarni tuzishda ishlatiladi. Topografik xaritalarni yangilashda barcha ishlar ikki yoki uch bosqichdan iborat.

Havodan turib olingan tasvirlarni tahlil qilish ishlaridan farqliroq koinotdan turib olingan tasvirlarni tahlil qilish ishlari laboratoriyada olib boriladi, bunda turli xaritalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Ulardan olingan ma'lumotlar tasvirga olingan joyning koordinatalarini aniqlashda hamda tasvirni tahlil qilish natijalarini yakunlashgacha keng foydalaniladi. Sun'iy yo'ldoshdan olingan rasmlardan ma'lumot olishning 3 usuli mavjud:

- 1) tasvirni o'qish va tahlil qilish;
- 2) fotogrammetrik ishlov berish;
- 3) kompyuter texnologiyalaridan foydalanish.

Kerakli usulni tanlash quyidagi omillarga bog'liq:

- belgilangan vazifa;
- obyektning tabiati;
- geografik sharoitlar;
- xaritaning masshtabi va aniqligi;
- ishlarni bajarish muddati;
- materiallar va asboblarni ta'minlanish darajasi;
- tegishli malakaga ega bo'lgan xodimlar.

Tadqiqotlarda tasvirlar asosiy ma'lumotlar manbaiga aylangan. Ularni bir-biriga bog'lab, uch o'lchovli modellarni yaratish imkonoyatlari ortib bormoqda. Turli masshtabdagi va turli yo'l bilan olingan tasvirlar bir-biriga

qovushtirilib ishlatilsa, tadqiq qilish yo'li muvaffaqiyatli bo'ladi, kompleksli yondashuvni, tabiatni hamda jamiyatni organishda qollanilishi mumkin.

Tasvirlarni tahlil qilishning ishonchligini oshirish hamda qulay sharoitlarni yaratish maqsadida ular bir necha xil yo'l bilan ishga tayyorlanadi. Fototasvirlarni kattalashtirib, inson ko'zi uchun ma'qul bo'lgan sharoitlar yaratilganda mayda bo'lgan tafsilotlar ham yaqqol ko'rinadi. Tasvirlarni kattalashtirish darajasi ularning masshtabi hamda geometrik, tasviriy xususiyatlariga ko'ra har xil bo'ladi. Amaliyotda koinotdan olingan fototasvirlar asosiy manba sifatida ishlatilish uchun 2-4 marta, manba sifatida ishlatilish uchun esa 4-10 marta kattalashtiriladi.

Koinotdan turib olingan tasvirlarni ishlatish tartibi o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, quyidagi ishlardan iborat:

- 1). olingan ma'lumotlarni to'plash, ko'zdan kechirish, baholash;
- 2). tadqiq qilinadigan joy to'g'risidagi adabiyotlar hamda kartografik ma'lumotlar bilan tanishib chiqish;
- 3). tasvirlarni ishga tayyorlash va qaytadan ishlash,
- 4). tasvirni tahlil qilish;
- 5). olingan ma'lumotlarni tartibga keltirish va xulosa chiqarib, natijalarni rasmiylashtirish.

Koinotdan turib olingan ma'lumotlarni **to'plash ishlari** ko'pincha olib boriladigan tadqiqotning maqsadiga hamda mavzuiga bog'liq bo'lgani sababli bir-biridan farqlanadi. Oritirilgan tajribaga ko'ra, tasvirlar tuziladigan xaritaning asosiy masshtabiga keltiriladi va ulardan bir butun qilib yasalgan "montajlar" ishlatiladi. Namuna qilib olingan joylar uchun turli xil fototasvirlar (ko'pzonali, spektrozonal, giperzonal) 4-10 marta kattalashtirilgan holda ko'proq ma'lumot olishga yordam beradi.

Joy to'g'risidagi **adabiyotlar bilan tanishish**, tasvirlarni ko'zdan kechirish va ularni xaritalar bilan taqqoslash paytida tasvirdagi obyektlarning belgilariga, ularning qiyofasiga ko'proq e'tibor beriladi. Aniqlangan to'g'ri va bilvosita belgilar tartibga keltiriladi va bunga ko'ra kerakli, ma'lumotga boy bo'lgan rasmlar tanlanadi, tasvirlarni qayta ishlash yoki tayyorlash to'g'risida tadbirlar mo'ljallanadi.

Tasvirlarni ishga tayyorlash deb, ularning geometrik xatoliklarni yo'qotish hamda kerakli masshtabga keltirish kabi fotogrammetrik ishlarni bajarish, tasviriy xususiyatlarni yaxshilash bo'yicha choralar ko'rish

tushiniladi. Bu ishlar tadqiq qilish ishlarining samarasini oshiradi va qulaylik yaratadi. Qaytadan ishlash davomida oddiy filtrlar, turli xil “niqoblar” qo‘llab, fototasvirning tasviriy xususiyatlarini yaxshilash mumkin. Qo‘shimcha ma’lumotlar bunday ishlar natijasida paydo bo‘lmaydi. Qayta ishlash maqsadi tasvirning to‘qligini yoki rangini o‘zgartirib obyektlarning chegaralarini aniqlashda. Tasvir o‘z rang-barangligini yo‘qotishi ham mumkin, lekin ranglar yoki oq-qora ranglarning to‘qligi bir-biridan yaqqol ajratiladi. Bu ishlar tasvirning umumlashtirilishiga olib keladi hamda joyning mohiyatini belgilaydi.

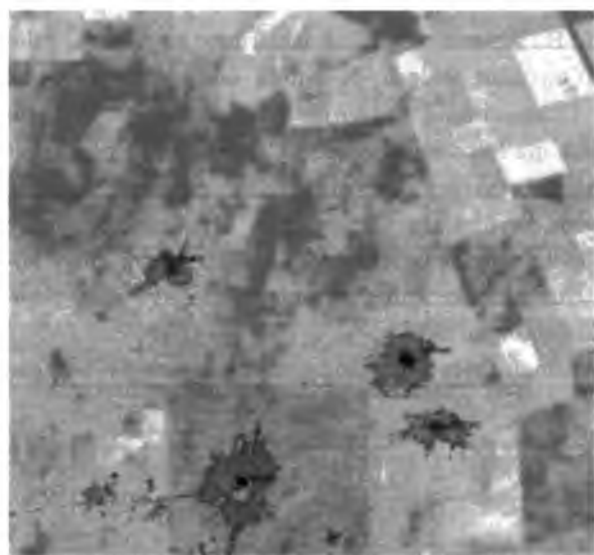
3.2-rasmda qayta ishlanmagan tasvirning misoli berilgan



3.2-rasm. Koinotdan turib olingan qayta ishlanmagan tasvir

3.3-rasmda ArcGIS yordamida amalga oshirilgan turli xil jarayonlar tahlili natijasida tuzilgan joy xaritasining parchasi berilgan.

Tasvirning o‘zgarishida obyektlar yorug‘ligini bir-biriga qo‘shish, ayirish, ko‘paytirish kabi hisob ArcGIS amallaridan foydalaniladi. Ko‘p zonali fototasvirlar ham bu yo‘l bilan qayta ishlanadi. Tor bo‘lgan diapazondagi nurlanishni qayd qilish natijasida olingan tasvirlarning har bittasini alohida ishlatganda, obyekt to‘g‘risida bir tomonlama ma’lumot olinadi. Albatta, bu ishonchlilikka, to‘liqlikka, aniqlikka ta’sir qiladi. Yuqorida ko‘rsatilgan tabiiy obyektlarning optikaviy xususiyatlarini, turli tasvirlarning tasviriy xususiyatlarini e’tiborga olgan holda tasvirlarni bir-biriga turlicha qo‘shish mumkin. Bu yo‘l bilan tuzilgan tasvirlarda, kerak bo‘lsa, obyektlar orasidagi yorug‘lik bo‘yicha farqini kamaytirish yoki kuchaytirish orqali ular yaqqol ko‘zga ko‘rinadi.



3.3-rasm Koinotdan turib olingan tasvir tahlil natijasida yaratilgan xarita misoli¹

Tasvirlarni bir-biriga qo'shishda turli obyektlarning yorug'ligiga bog'liq holda har bir qayd qilingan nurlanish diapazonning ma'lumotga boyligi tekshiriladi. Masalan, sho'rxoklarni qumlardan ajratishda 460 nm hamda 500 nm elektromagnit nurlanishning spektrdagi diapazonida qayd qilingan tasvilar bir-biriga qo'shib tahlil qilinsa, mavaffaqiyatga erishish shubhasiz. 600 nm va 700 nm (BMF fotografik tasvirga olish vositalari uchun) yoki 560 nm va 680 nm (MKF-6M fotografik kamera uchun) tasvirlarni bir-biriga qo'shish orqali mayda va chiziqsimon obyektlarni ajratishga, geologik va strukturali geologik elementlarni o'rganishda qo'l keladi. Bu jarayon sintezlashtirish deb nomlanadi.

Dalada tasvirni tahlil qilish-joyda bevosita yo'l bilan tadqiq qilinadigan obyektlarni tekshirish hamda tasvirdan olib bo'lmaydigan

¹ ДЕШИФРИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ИХ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ (на примере северной части озера Шалкар, Западно-Казахстанская область) Кошмы А. Г., Кишибекова А. Казахский национальный университет им аль-Фараби <http://mlrcatle.msu.ru/jour/article/article50.pdf>

ma'lumotlarni to'plash maqsadida bajariladi. Tasvirni tahlil qilish qatorida boshqa tadqiqotlarda qo'llaniladigan usullardan foydalanish mumkin. Masalan, dalada geologik tuzilish, tuproqlarning turi va tarkibi, ularning profillari va kesmalari orqali aniqlanadi. Dalaga chiqishdan avval barcha ma'lumotlar, ya'ni tasvirlar, xaritalar to'planadi va ko'zdan kechiriladi. Xarita va tasvirlarning masshtabi bir xil yoki iloji boricha bir-biriga yaqin bo'lgani ma'qul. Tasvirlar va xaritani ko'zdan kechirgan paytda noma'lum yoki shubhali bo'lgan obyektlarga e'tibor beriladi. Dastlabki joyni o'rganish natijalarini tartibga keltirib, joyning shartli belgilari ro'yxatini tuzish yoki to'g'rilash yo'li bilan rasmiylashtirish ma'qul. Shubhasiz ajratilgan obyektlar yoki uzoq muddat ichida shakli o'zgarmaydigan obyektlarni tasvirlarda kuzatib, daryolarni va boshqa gidrografik elementlarni chizish bilan tasvirni tayyorlab qo'yib, daladagi ishlarni osonlashtirish mumkin. Har bir tasvirning ish yoki foydali maydonini ko'rsatib, ushbu maydon ichida hamma daladagi bajariladigan ishlar olib boriladi.

Joyda tasvirlarni, albatta, shimolga qarab yo'naltirish kerak va tasvir oldindan tanlangan joylarda yoki ayrim yo'nalish bo'yicha joydagi obyektlar bilan tabiiy xislatlar bo'yicha bir-biriga o'xshash joylarda marshrutlar siyrak qilib tuziladi. Lekin tasvir hamda joydagi obyektlarni o'xshatish murakkab ish emas. Tasvirlarlanmagan obyektlar uchrab qolishi mumkin va ularni tasvirga tushirishga to'g'ri keladi. Aniq topilgan nuqta yoki chiziqqa nisbatan masofani o'lchab tushiriladigan obyekt tasvirga chiziladi. Ayrim vaziyatda tasvirning rangi yoki obyektlarning shaklini dalada bevosita yo'l bilan aniqlash mushkul bo'ladi. Sababini tasvirga olish davri bilan yoki joyning mohiyati bilan bog'lash kerak. Yonma-yon qilib olingan tasvirlarni ishlatish ular orqali dalada uch-o'lehovli stereoskopik modelni kuzatish tasvirni tahlil qilish aniqligini oshirishi mumkin. Agar tasvir orqali tuziladigan xaritaga aniqlik bo'yicha talab katta bo'lsa, obyektlarning geodezik asboblardan foydalanib tushirish kerak.

Daladagi ishlarni samolyot, vertolyotlardan joyni kuzatish orqali ham olib borish mumkin. Bunday hollarda bu **aerovizual tasvirni tahlil qilish** deb nomlanadi. Kosmik visual (ko'z bilan chamalab) kuzatishlar koinotdan turib ham olib boriladi. Tasvirni tahlil qilishning ushbu yo'lidan foydalanilganda, ko'pincha ayrim oldindan tanlangan landshaftlarning komponentlari, ya'ni o'simliklarning muayyan turi yoki relyef shakli

o'rganiladi. Tezligi katta bo'lmagan samolyot (tezligi 150 km/soat), vertolyotlardan (balandligi 200 metrdan ortmagan holda) tasvirni tahlil qilish muvaffaqiyatli kechadi.

Dalada tasvirni tahlil qilish ishlari joyning namunali bo'lgan tasvirlarini tanlab olish maqsadida bajariladi. Bu tekshirilgan tasvirlar keyinchalik boshqa joylarning tasvirlarini laboratoriya sharoitida o'rganishda asos bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, tasvir mukammal darajada tekshirilgan bo'lishi kerak va bu maqsad bilan yuqori malakali mutaxassis shu ish bilan shug'ullangani ma'qul. Dalada o'rganilgan joyning tasvirida aholi turar joylarini, sanoat markazlarini, ayrim muayyan tabiiy komponentlar kabi barcha obyektlarni tekshirib ko'rsatish mumkin. Bu nuqtai nazardan umumiy va kompleksli namunalarni hamda mavzu bo'yicha, ayrim sohaga oid bo'lgan namunali tasvirlarni bir-biridan ajratish kerak.

Laboratoriya sharoitida koinotdan turib olingan tasvirlar avtomatik yo'l bilan tahlil qilinadi va bunda turli xil kartografik manbalardan foydalanish talab qilinadi. Bunday tahlil qilish yo'llari texnikaviy vositalardan foydalanishiga ko'ra bir necha xil bo'ladi:

- 1). ko'z bilan chamalab tasvirni tahlil qilish;
- 2). tahlil qilishda asosan o'lchov ishlariga tayanib, joy to'g'risida xulosa chiqarish;
- 3). avtomatik asboblardan va kompyuter dasturlaridan foydalanib, tasvirni tahlil qilish

Ko'z bilan chamalab (vizual) tasvirni tahlil qilish keng ma'noda ehtimoliy bo'lib, boshqa tasvirni tahlil qilish yo'llaridan foydalanishni talab qiladi. Sababi, inson tasvirni tekshirib obyektning turi, joyning xilma-xilligi kabi sifatli ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin. Lekin sonli ko'rsatkichlarni aniqlash uchun turli o'lchov-hisoblash ishlarini bajarish lozim. Joyning uch-o'lchovli modelini kuzatish va tahlil qilishning muvaffaqiyatini ham, ishonchliligini ham oshiradi. Vizual talqinning butun jarayonini obyektни aniqlash, talqin qilish, tanib olish va identifikatsiyalash, tahlil qilish, tasniflash, deduksiya va idealizatsiya bo'yicha bir necha bosqichlarga ajratish mumkin va shu bilan obyektни aniqlash xulosasiga asoslanadi. Demak, sharhlash - fototasvirlarni aniqlash, maydonlarni tekshirish va yakuniy mavzuli xaritalarni tayyorlash orqali xususiyatni aniqlashning qo'shma

natijasidir. Bu, shuningdek, tasavvur va katta sabr-toqat bilan birlashtirilgan kuzatish jarayonini talab qiladi.

Tasvirni tahlil qilish, uni umumiy o'rganishdan boshlab, ma'lumotlar to'plangan sari alohida olingan joy yoki obyektning o'rganishga o'tiladi. Dastlab obyektning umumiy shakli, so'ng uning ma'naviy tarkibi organiladi. Yirik obyektlar mayda obyektlardan oldin o'rganiladi. Bevosita ajratiladigan obyektlarni aniqlab, bilvosita belgilar orqali boshqa ko'rinmaydigan yoki yaxshi ajratilmaydigan obyektlar o'rganiladi.

Aerotasvirlarni o'rganishdan farqliroq koinotdan turib olingan tasvirlarni ko'z bilan chamalab tahlil qilish tartibi tasvirning geografik joylanishini aniqlashdan boshlanadi. Koinotdan turib olingan tasvir umumlashtirilgan bo'lgani sababli bilvosita belgilarning ahamiyati birinchi darajali bo'lib qoladi. Bunday tasvirlarni va xaritani o'xshatish uchun daryo va boshqa gidrografik elementlar asos sifatida ishlatilgani ma'qul chunki ularning shakli o'ziga xos xususiyatlarga ega va boshqa obyektlardan yaqqol ajralib turadi. Kamerali sharoitda koinotdan turib olingan tasvirlar tahlilida namunalı deb qabul qilingan tasvirlardan keng foydalaniladi. Bunda geografik interpolatsiya hamda ekstrapolyatsiya yo'lidan foydalanib, tabiiy qonun-qoidalarini hamda ularning aloqadorligini, obyektning mohiyati va uning tasviri orasida aniqlanganda boshqa o'xshash joylarga tarqatiladi. Aytaylik, tez-tez uchrab turadigan obyektlarni bir marta mufassal o'rganib, so'ng unga qarab o'xshash boshqalarini ham tahlil qilish mumkin.

Sonli ko'rsatkichlarni to'plash maqsadida obyektning katta-kichikligi, kengligi, uzunligi, nisbiy balandligi, maydoni kabi turli o'lchovlari hamda yorug'ligi aniqlanadi. Obyektlarning spektral qiyofasi hamda geometrik o'lchovlari birgalikda ishlatilganda tasvirning tahlili ishonchligi va aniqligi oshadi. Fototmetrik kuzatishlar, ya'ni yorug'likni aniqlash ishlari, avtomatik yo'l bilan tasvirni tahlil qilishda keng qo'llaniladi.

Asboblarni rasm o'qishda ishlatish yo'llari quyidagilar:

- tasvir orqali obyektning katta-kichikligini, kengligini, maydonlarni aniqlash maqsadida qo'llaniladigan oddiy asboblarni ham, avtomatik asboblarni ham ishlatish mumkin;
- obyektlarning nisbiy balandliklarini aniqlashda maxsus fototgrammetrik asboblari va kompyuter dasturlari va ularga bog'langan avtomatlarni ishlatish lozim;

- tasvirning rangi, och-to'qligi, quyuqligi kabi optikaviy xususiyatlari uning yorug'ligini o'rganish uchun maxsus fotometrik asboblari yoki ularga bog'langan avtomatlar qo'llaniladi.

Geoaxborot tizimlari va dasturlar tasvirlarni tahlil qilishda muhim o'rin egallaydi. Kompyuterda yarim avtomatik ishlov berishdan keyin ko'z bilan chamalab rastri tasvirdan ekrandagi geokodlash yordamida vektorli qatlamni va uch-o'lchovli DTM / DEM modellar yaratiladi.

Vuzual tahlilning afzalliklari:

- oddiy usul;
- arzon uskunalari;
- tasvirning yorqinligi va hududiy tarkibidan foyalaniladi;
- sifatli ko'rsatkichlar aniqlanadi.

Raqamli tasvirni qayta ishlashning afzalliklari¹:

- takroriy talqinlar uchun tejimli;
- katta geografik hududlar uchun mablag'larni tejaydi;
- standard tasvir formatlari uchun tejamkor;
- izchil natijalar;
- bir nechta kanallarni sinxron talqin qilish;
- murakkab talqin algoritmlari mavjud;
- tezlik, afzallik bo'lishi mumkin;
- boshqa variantlarni tekshirish imkoniyati mavjud;
- boshqa raqamli ma'lumotlar bilan mos keladi.

Raqamli ishlov berishning kamchiliklari:

- kichik joylar uchun qimmat;
- bir martalik talqin uchun qimmat;
- ishga tushirish xarajatlari baland bo'lishi mumkin;
- murakkab, bitta maqsadli uskunalarni talab qiladi;
- aniqlikni baholash qiyin bo'lishi mumkin;
- standart tasvir formatlarini talab qiladi;
- ma'lumotlar qimmat bo'lishi mumkin yoki mavjud emas;
- dastlabki ishlov berish talab qilinishi mumkin;
- katta yordamchi xodimlarni talab qilishi mumkin.

¹ Image Interpretation of Remote Sensing data By Geospatial World 12/09/2010
<https://www.geospatialworld.net/article/image-interpretation-of-remote-sensing-data>

Yuqori aniqlikdagi tasvirlar.

Tasvir fototasvirning fazoviy o'lchamlari xaritaning o'lchamini va ma'lumotlarning tasniflash darajasini belgilovchi asosiy elementlardan biridir. Sensorni rivojlantirishdagi yutuqlar yuqori aniqlikdagi tasvirga olishga imkon berdi. Bu rejalashtiruvchilarga va mutaxassislarga katta hajmdagi xaritalar tuzish, yaxshiroq rejalashtirish va monitoring qilishda yordam beradi. Keng miqyosli xaritalash uchun IKONOS o'lchamlari 1mt / 4mt bo'lgan panxromatik ma'lumotlar keng qo'llaniladi. Ushbu yuqori aniqlikdagi tasvirlar inson tomonidan tez vizual izohlashga yordam beradi, eng yaxshi tasvir protsessori eng mayda tafsilotlarni osongina aniqlashi mumkin. Demak, inson miyasi kontekstni tushunish, tahlil qilish orqali obyektни aniqlay oladi. Vizual tahlilda bu sohada va joy to'g'risida bilim, tajriba tufayli obyektни noto'g'ri talqin qilish ehtimoli juda past.

Savollar:

- rasmni tahlil qilish texnologiyasi qanday bilimlarning birligi?
- texnologiyaning asosiy vazifasi nimani nazarda tutmoqda?
- jarayonning xususiyatlarini nima uchun e'tiborga olish lozim?
- tasvirni tahlil qilish qaysi bosqichlardan iborat?
- tasvirni qaysi yo'l bilan ishlatish mumkin?
- qaysi vaziyatda barcha ishlar laboratoriya sharoitida boshlanadi?
- ko'p bosqichdan iborat bo'lgan tasvirni tahlil qilish tartibi qaysi tadqiqotlarda ishlatiladi?
- sun'iy yo'ldoshdan olingan rasmlardan ma'lumot olishning qanday usullari mavjud?
- tasvirlarni tahlil qilishning ishonchligini oshirish hamda qulay sharoitlarni yaratish maqsadida qanday ishlar amalga oshiriladi?
- tasvirlarni ishga tayyorlash o'z ichiga nimani oladi?

3.3. Tasvirda o'lchash ishlarini olib borish yo'llari va usullari

Sonli ko'rsatkichlar joydagi obyektlarni taqqoslashda qo'llaniladi. Chunki ularning o'lchovi obyektning tarkibini ham, paydo bo'lish va rivojlanish jarayoni to'g'risida ham ma'lumot berish mumkin. Ayataylik, sholi ekinzorlari o'z kattaligi bilan boshqa ekinzorlardan farq qiladi. Ularning maydoni 0.1 - 0.2 ga teng bo'lib, koinotdan turib olingan tasvirlarda kichik dog' yoki nuqta shaklida tasvirlanadi. Lalmikorlikdagi don

ekinlari esa mayda masshtabli tasvirlarda ham o'z kattaligi va shakli tufayli ajralib turadi.

Tez-tez uchrab turadigan vazifalardan biri - bu **bo'lakning uzunligini** o'lchashdir. Tasvirda bunday o'lchashlarni olib borishda tasvirning turli qismlarida masshtab har xil bo'lishini e'tiborga olish kerak. Bo'lakning uzunligi relyef, optik o'qining og'ishi, yerning do'ngligi ta'sirida ayrim xatoliklar bilan aniqlanadi. Xatoliklarni kamaytirish yo'li - bu tog'rilangan tasvirlarni ishlatish yoki geometrik xususiyatlari noma'lum bo'lgan tasvirlarda ularning ish maydonida barcha o'lchashlarni olib borish.

Optik o'qining og'ishi tufayli hosil bo'lgan xatolar uzoq masofalardan uzun fokusli kameralar orqali olingan tasvirlarda kamroq deb hisoblanadi. Masalan, 200 mm fokus oralig'i kameraning og'ishi 2 gradusga teng va uning yordamida olingan tasvirda 100 mm fokusli kamera yordamida olingan tasvirdagi xatoliklarga nisbatan 2 marta kamroq. Birinchi vaziyatda olingan tasvirda xatoliklar markazga nisbatan 10 sm atrofidagi nuqtalarda 2%dan oshmaydi. Tog'li joylarning tasvirlarida esa xatoliklar joyning qiyaligiga, nisbiy balandligiga bog'liq bo'lib, bo'lakning uzunligi xatoliklar bilan o'lchanadi. Xatoliklarning oshishi joyning nisbiy balandligi hamda tasvirga olish masofasiga o'zaro munosabatining oshishiga bog'liq. Aytaylik, tog'li joyning yaqin va uzoq masofadan olingan tasvirlarini solishtirib ko'rsak, uzoqdan olingan tasvirda, ya'ni masshtabi maydaroq bo'lgan tasvirlarda xatoliklar kamroq bo'ladi. Masalan, nisbiy relyefi va nisbiy balandligining tasvirga olish masofasiga o'zaro munosabati 1:50 bo'lganda xatoliklar 4%, 1:250 da esa 1%ni tashkil qiladi.

Koinotdan turib olingan tasvirlarda yerning do'ngligi relyef ta'siriga ko'ra xatoliklarning paydo bo'lishiga sababchi bo'ladi. Masalan, bu sababli paydo bo'lgan xatoliklar tasvirning markaziga nisbatan 10 sm uzoqlikda joylashgan nuqtalarda 2%ni tashkil qiladi. Ko'rinib turibdiki, o'lchovlarni ko'z bilan chamalab va taxminan olingan vaziyatlarda bu xatoliklarni e'tiborga olmaslik ham mumkin. Fotogrammetrik qonun-qoidalarini va tenglamalarni tasvirga olish sharoitlari ma'lum bo'lgan vaziyatda ishlatilib, xatoliklarning miqdorini oldindan aytib berish mumkin.

Yuqorida ko'rsatilgan sabablar joyning maydonini hisoblashda xatoliklarni ro'y berishiga ta'sir qiladi. Tasvirlarning metrik xususiyatlarini tekshirib, shunday xulosaga kelish mumkin: maydon hisoblashda shunday

tasvirlarni tanlash kerak-ki, ushbu maydon tasvirning markaziga nisbatan simmetrik holatda joylashtirilgan bo'lsa, xatoliklar kamayadi. Planli olingan tasvirlarda ham xatoliklar mavjud. Ularning miqdori tasvirning markazidan 10 sm uzoqlikda joylashgan nuqtalarda 15%, agar kameraning fokus oralig'i $f=70$ mm, agar kameraning fokus oralig'i $f=200$ mm ga teng bo'lsa bu xatoliklar 5%ni tashkil qiladi. Tog'li va tekislik joylarning tasvirlari taqqoslab tekshirilsa, tekislikda olingan tasvirda maydonlarni hisoblash xatosi kamroq bo'lib, xatoliklarning miqdori taxminan 5 marta kamdir. Turli qiyalikdagi yon bag'irda joylashgan maydonlarni teng qiyalikdagi qismlarga ajratgan holda va har biri uchun alohida hisoblansa xatolar kamayadi.

Nisbiy balandlikni aniqlashning bir necha usullari yaratilgan. Bular markaziy loyihalashtirish yo'li bilan yaratilgan tasvirlarning geometrik xususiyatlari asosida qo'llaniladi yoki obyektning soyasi hamda uning balandligi orasidagi munosabatlarni e'tiborga olgan holda aniqlanadi. Obyektlarning nisbiy balandligini tasvirlarda bo'ylama parallaksning farqini hisoblash yo'li bilan aniqlanadi. Masalan, yonma-yon bir-birini qoplaydigan tasvirlarda birorta obyekt tasvirlanadi. Tabiiyki, uning koordinatalari bu tasvirlarda bir xil emas va bularning orasidagi farq **bo'ylama parallaks (p)** deb nomlanadi.

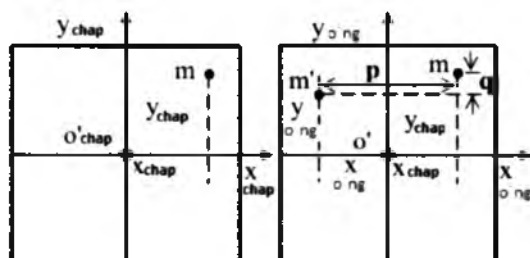
Ko'ndalang parallaks (q), agar tasvirlar gorizontaal bo'lsa, tasvirlarning egilish va aylanish burchaklariga bog'liq (3.4-rasm). 3.5-rasmdan ko'rinib turibdiki, bo'ylama parallaks nuqtaning tasvir markaziga nisbatan joylashishiga bog'liq. Bu nuqta markazga nisbatan o'z joyini o'zgarishi parallaksning oshishiga olib keladi, chunki koordinatalar orasidagi farqi oshadi. Boshqacha aytaganda, tasvirdagi nuqtaning siljish miqdori uning parallaksini bildiradi.

Turli balandlikdagi nuqtalarning bo'ylama parallakslarining farqini aniqlash yo'li bilan nisbiy balandlik hisoblanadi. Obyektning nisbiy balandligi oshgan sari tasvirning bo'ylama parallaksi ham oshadi, lekin nisbiy balandliklar hamda tasvirga olish masofasi orasidagi farq oshgan sari bo'ylama parallaks kichrayadi. Shu sababli, koinotdan turib olingan tasvirlarda faqat baland tog'larning nisbiy balandligini bu yo'l bilan aniqlash mumkin. Havodan olingan tasvirlarda esa uylarning, daraxtlarning balandliklarini aniqlash oson.

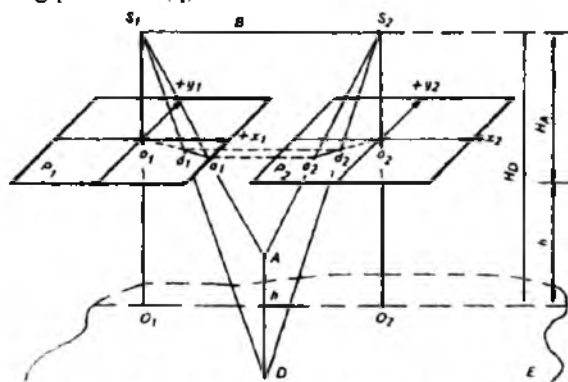
Obyektning balandligini ular soyalarining uzunligiga (3.6-rasm) ko'ra aniqlashda quyidagi tenglamadan foydalaniladi:

$$h = l \cdot m / n = l / n$$

bu yerda l – obyekt tasvirdagi soyasining uzunligi; m -tasvir mashstabining maxraji; l -obyekt haqiqiy soyasining uzunligi; n -soyaning nisbiy uzunligi, obyektning balandligi va soyasi orasidagi munosabat.



3.4-rasm. Ikkita yonma-yon turgan tasvirda bo'ylama parallaks (p) va ko'ndalang parallaks (q)



3.5. Nuqta bo'ylama parallaksining o'zgarishi



3.6-rasm. Binolarning balandligini va ular soyalarining uzunligi.

Tabiiyki, bu usulning aniqligi bir qator omillarga, ya'ni joyning geografik kengligiga, quyosh nurlarining gorizonttal tekislikka tushish burchagiga, tasvirga olish kunning va yilning vaqtiga bog'liq. Soyaning nisbiy balandligi maxsus jadvallardan topiladi¹.

Soyalarning uzunligini nihoyatda katta ehtiyotlik bilan aniqlash lozim, chunki tasvirda obyektlar mayda bo'lgani tufayli ularning soyalari ham kichikdir. Tekis joydagi obyektlar soyasining uzunligi quyosh balandligiga bog'liq bo'lib, quyosh balandligi oshgan sari soyaning uzunligini aniqlash xatosi ham oshadi. Joyning qiyaligi soya uzunligini aniqlashga ham ta'sir qilib, 25 -30 gradus va undan ortiq bo'lgan qiyalikdagi joylarda bu balandlikni aniqlash yo'ldan foydalanib bo'lmaydi. Umuman, soyaning uzunligini tasvirning ish maydonida aniqlaganda xatoliklar kamroq bo'ladi.

Obyektlarning balandligini ko'z chamalab ham aniqlash mumkin. Buning uchun tasvir stereoskop orqali kuzatiladi va balandligi aniq bo'lgan obyekt bilan taqqoslanadi. Uch-o'lchovli joyning modeli kuzatilganda joyning past-balandligi namoyon bo'ladi. Suv havzalarining chuqurligini ham tasvirlar orqali bevosita yo'l bilan aniqlash mumkin. Bu maqsadda stereofotogrammetrik yoki fotometrik usuldan foydalaniladi. Stereofotogrammetrik usul tasvirning nuqtalar parallaksini aniqlashga asoslangan. Maxsus tenglamalar yordamida balandlikni o'lchashdagi o'xshashliklar aniqlanadi. Ammo, ikki har xil bo'lgan muhitdan o'tganda nurlarni singdirish ko'rsatkichini e'tiborga olish zarur.

¹ Druj V.I. muallifligida tuzilgan jadvallar va chizmalar

Fotometrik usuldan foydalanilganda suv havzasining chuqurligi uning optik qalinligi orasidagi munosabat asosida hisoblanadi. Ikki zonali tasvirlar birlashtirilib ishlatishi orqali chuqurlikni ishonchli darajada aniqlash mumkin. Joyning qiyalik burchagini tasvir orqali aniqlashda oddiy doiraviy paletkadan tortib murakkab stereofotogrammetrik asboblargacha foydalanish mumkin.

Savollar:

- sonli ko'rsatkichlardan foydalanish maqsadi nimada?
- bo'lakning uzunligiga qaysi xatoliklar ta'sir etadi?
- uzoq masofalardan olingan tasvirlarda qaysi kameralar ishlatilganda xatoliklar kamroq deb hisoblanadi?
- xatoliklarning oshishi joyning nisbiy balandligi hamda tasvirga olish masofasiga o'zaro munosabatining oshishiga bog'liqligini ko'rsating.
- koinotdan turib olingan tasvirlarda xatoliklarning paydo bo'lishiga nima sababchi bo'ladi?
- maydon hisoblashda qanday tasvirlarni tanlash kerak?
- obyektlarning nisbiy balandligini tasvirlarda qaysi yo'l bilan aniqlanadi?
- bo'ylama parallaks deb nima nomlanadi?
- joyning past-balandligini o'rganishda nimadan foydalanilgani maqsadga muvofiq?

4 bob. TABIAT VA JAMIYATNI O'RGANISH USULLARI

4.1. Uzoq masofadan tadqiq qilish orqali xaritalarni yaratish yo'llari

Havodan va koinotdan turib olingan ma'lumotlarni yer to'g'risidagi fanlarda qo'llanishining **asosiy maqsadi** – bular asosida turli mavzudagi, umumgeografik, topografik xaritalarni va ulardan iborat bo'lgan to'plamlarni tuzishdir. Ma'lumotlarni olish va to'plashning birinchi bosqichlarida ayrim tadqiqotchilar xaritaning qadriga yetmasdan, tasvirlar butunlay xaritaning o'rmini egallaydi deb o'ylashgan. Lekin, tasvirlarni ishlatishda turli xil masalalarni yechishga to'g'ri keladi, tasvirlarning hamda xaritalarning tasviriy, geometrik va boshqa xususiyatlarini tekshirish bilan bog'liqligi, ularning ma'lumot manba sifatida ishlatish to'liqligi, aniqligi, ishonchliligi kabi savollar paydo bo'ladi. Tadqiqotchilar uchun tasvirlarni yaqindan tanish bo'lgan xaritalarga aylantirish yo'li hozirgacha eng ma'qul deb hisoblanadi va tasvirlar hamda xaritalarning afzalligini bir-birga qo'shishga harakat qilishadi.

Tasvirlarning asosida xarita yaratish yo'llarini tekshirish, tasvirlar va xaritalardan oqilona foydalanish muammolarini yechib turadigan **“aerokosmik kartografiya”** ilmiy yo'nalishi paydo bo'lgan. Bu yo'nalishning asosiy vazifasi – bu havodan va koinotdan olingan ma'lumotlarni tekshirib, ularga baho berish, ularning xususiyatlarini e'tiborga olgan holda tasvirni tahlil qilish qonun-qoidalarini va tartibini tuzish, tasvirlar va xaritalardagi tasvirning umumlashtirish jarayonmi tekshirish, tasvirga olish, ma'lumotlar asosida xaritalar tuzish yo'llarini o'rganish kabi masalalarni yechishdir.

Ma'lumki, tasvirni loyihalashtirish qonun-qoidalari farqlangani sababli tasvirlar va xaritalarning geometrik xususiyatlari bir xil emas. Ayniqsa, fotografik tasvirlarda bu farq sezilarli, chunki fototasvir – bu markaziy loyihalashtirish qonunlariga binoan tuzilgan, xarita esa ortogonal yo'l bilan. Tasviriy xususiyatlari ham farqlanadi, chunki xaritaning tili - bu shartli belgilardir, ular ayrim ilmiy asoslangan tartibda ishlatiladi. Tasvirning tili esa – bu uning tashqi ko'rinishi, joyning manzarasiga o'xshash yoki o'xshamas modeli.

Uzoq masofadan tadqiq qilish usullari rivojlangan sari xaritalarning turlari, mazmuni, mavzui o'zgarib, takomillashtirilib borilmoqda. Ilgari

yaratishning iloji bo'lmagan xaritalar yaratilmoqda. Masalan, Antarktidadagi muzliklar qoplamini batafsil xaritalar yoki Pomir-Oloy tog'li hududining muzliklar yerni qoplash maydoni, ularning harakat qilish qonun-qoidalari, hajmi kabi masalalar o'rganishni osonlashtiriladi va ilmiy jihatdan asosanib takomillashtiriladi. Ayniqsa, uzoqda joylashgan va ularga yetib borish mushkul bo'lgan yerning tog'li joylarini, qumlarini, okeanlarini, dengizlarini o'rganishda bu usullar katta ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, butun yerda tarqalgan havo muhitini, atmosferani hamda boshqa tabiiy komponentlarni bir payt ichida kuzatish ham ularni rivojlanish qonun-qoidalarni aniqlash va nazariy hamda amaliy masalalarni yechishda bu usullardan keng foydalinaldi.

Yagona olingan tasvir yoki tasvir xaritalarini yaratish asos ham, manba ham bo'lib xizmat qiladi. Bir qator tasvirlar yoki tasvirlardan quyidagi ishlarni amalga oshirish mumkin:

- 1) yangi mavzuidagi, ilgari yaratishning iloji bo'lmagan yoki bir butun qilib ko'rsatadigan xarita va atlaslarni yaratish,
- 2) ilgari tuzilgan xaritalarning mazmunini tekshirish, to'g'rilash va takomillashtirish,
- 3) tabiiy boyliklardan oqilona va samarali foydalanish, atrof muhitni muhofaza qilish, tabiiy ofatlarni kuzatish maqsadida bir-biriga bog'liq bo'lgan izlanishlarni olib borish.

1926 yildan boshlab havodan olingan tasvirlar topografik xaritalarni yaratishda keng ishlatilib kelinmoqda. Bugun koinotdan turib olingan ma'lumotlar aniqligi va batafsilligi yuqori bo'lgani sababli 1:25 000 – 1:100 000 masshtabdagi topografik xaritalarni takomillashtirib, yangilatish osonlashtiriladi. Maxsus topografik kameralar koinotdan ishlatilish nuqtalarining planli koordinatalari hamda balandliklari yuqori aniqlik bilan o'lchanadi. Bugun okean va atmosferani tadqiq qiladigan Jason-2 kabi yo'ldoshlardagi radar altimetrleri Dunyo okeanlarining sirt topografiyasini bir necha santimetrgacha o'lchash imkonini beradi.

Landsat sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan ko'p spektrli skanerli TM qurilma yordamida olingan tasvirlar tayanch koordinatalar asosi sifatida 1:24 000 masshtabdagi holatda ishlatilishi mumkin. Bu tizimning texnikaviy xususiyatlari tufayli olingan tasvirlarning geometrik aniqligi 1:100 000 masshtabli xaritalarga qo'yilgan talablardan yuqori bo'lishi aniqlangan.

SPOT-7 sun'iy yo'ldoshidan olingan skanerli tasvirlarning xususiyatlari undan ham yuqori turibdi. 1:25 000 masshtabli xaritalarni tuzish uchun o'z aniqligi bo'yicha, y'ani koordinatalarini va balandligini aniqlash xatosi 1.5 m ortiq bo'lmagani tufayli ishlatiladi.

Stereoskopik tasvirga olish uchun mo'ljallangan optik-elektronli vositalar orqali 1:10 000 masshtabli xaritalarni tuzish mumkin. Bunda kesim balandligi 25 m bo'lib, boshqa odatdagi y'ol bilan tuziladigan xaritalardan farq qilmaydi. Sun'iy yo'ldoshlarda o'rnatilgan yuqori aniqlikka ega bo'lgan radiolokatsion markazlardan olingan ma'lumotlar nuqtaning joylanishini 3 m xato bilan aniqlash imkonini beradi.

Koinotdan turib olingan tasvirlar asosida xaritalar tuzilsa va yangilansa, barcha xarajatlar 30%gacha kamayadi. Birinchi bosqichda tasvirlarni stereofotogrammetrik qaytadan ishlash amalga oshirilganda, havodan olingan tasvirlarga ko'ra koinotdan turib olingan tasvirlar 6-10 marta kamroq miqdorda ishlatiladi. Bu tasvirlarning qo'llanilishi ketma-ket tashkil qilinsa, turli masshtabdagi topografik xaritalarni yangilash imkoni yaratiladi. Bunda avval mayda masshtabli, so'ng yirik masshtabli xaritalarni yangilashga imkon paydo bo'ladi. Ko'rinib tirubdiki, odat bo'lib qolgan topografik xaritalarni tuzish texnologiyalardan farq qiladi.

Koinotdan turib olingan tasvirlar 1:1 000 000 va 1:2 500 000 masshtabli xaritalarni yangilash va tuzishda bebaho manba hisoblanadi. Xaritani tuzish turli bosqichlarida asos ham, manba ham sifatida keng ishlatiladi. Ularning afzalligi – bu tasvirning umumlashtirilgan holati xaritani umumlashtirish qonun-qoidalari deb qabul qilish mumkin. Ayniqsa, tasvir va xaritaning masshtablari bir-biriga yaqin bo'lsa, xaritani tuzish ham osonlashtiriladi hamda sifati oshadi, murakkab bo'lgan ishlar kamayadi. Xaritaning masshtabiga ko'ra havodan olingan tasvirning masshtabi yirikroq, koinotdan turib olingan tasvirning masshtabi maydaroq qilib ishlatiladi.

Masalan, maxsus xaritalarni tuzish yo'nalishlari quyidagilardir:

- 1) yer bag'ini o'rganish, yoqilg'i, mineral-xomashyo boyliklarini, boshqa foydali qazilmalarni qidiruv ishlarini oldindan aytish va boyliklardan foydalanish, idora qilish maqsadida fotogeologik xaritalar tuzish,
- 2) yerlarning zamonaviy holatini va ularni baholash, tabiiy yem-hashak boyligini, yerdan foydalanishni, yer qobig'ining oqar suvlar va muz ta'siri ostida yemirilish xavfini aniqlash hamda yerlarni muhofaza qilish chora-

tadbirlarini rejalashtirish maqsadida yerdan foydalanish, tuproqlar va o'simliklar xaritalarini tuzish;

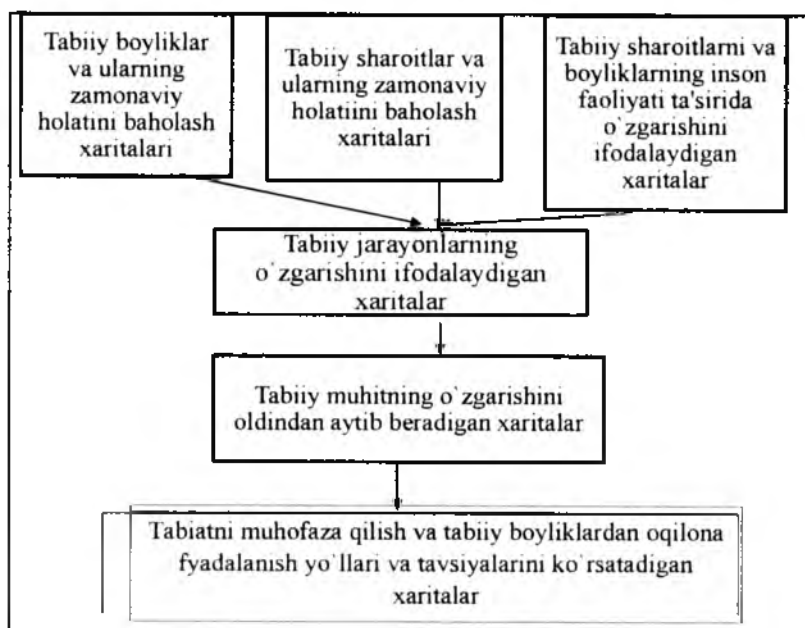
- 3) o'rmonlar maydonlarini, ularning zamonaviy holatini tekshirish va muhofaza qilish tadbirlarini rejalashtirish koinotdan va havodan olingan turli ma'lumotlar asosida o'rmon xo'jaligi xaritalarini tuzish;
- 4) joyning seysmik, tog'lardan ko'chib tushadigan qor ko'chishning xavfi, sel kelish ehtimolligini aniqlash nuqtai nazaridan baholash va turli inshootlarni loyihalashtirish va qurish uchun mo'ljallangan joyning ma'qulligini tekshirish maqsadi bilan turli xil xaritalarni tuzish;
- 5) suv havzalarining xaritalarini, yer osti va yer usti suvlarini, muzliklarni, tuproqlarning melioratsiya uchun sharoitlarni va tizimlarning holatini tekshirish uchun tuzish;
- 6) tabiiy boyliklarni va ularning zamonaviy holatini, ulardan foydalanishning zamonaviy ahvoli va yo'nalishlari, atrof-muhitning o'zgarish jarayonini ko'rsatadigan va ushbu o'zgarishlarni oldindan aytib beradigan, atrof-muhitni va tabiatni muhofaza qilish chora-tadbirlarini ko'rsatadigan va yoritadigan xaritalarni tuzish.

Tabiiy qonun-qoidalarni aniqlash uchun mo'ljallangan guruhga kiradigan landshaftli, strukturali-geologik, geomorfologik, tuproqlar va o'simliklar xaritalari iqtisodiy rivojlanishning kelajak imkoniyatlarini ham bildiradi. Bular ichida landshaftli xaritalar eng muhimi bo'lib, joyning to'liq bo'lmish tasvirida landshaftlaroro o'zaro aloqalar o'z aksini topadi. Atrof-muhitni muhofaza qilish tadbirlarini ta'minlash uchun landshaftli xaritalarning ahamiyati nihoyatda kattadir.

Tabiiy boyliklarning holatini va ulardan oqilona foydalanishni yoritadigan xaritalar ma'lum bir vaqtga munosib bo'lib, ular landshaftga va uning komponentlariga nisbatan inson faoliyati ta'sirini e'tiborga olgan holda tuzilishi kerak (4.1-rasm). Yerdan foydalanish xaritalarining mazmuni yerlarning zamonaviy holati hamda sun'iy (antropogen) landshaftlarning xaritalari tabiatga bo'lgan inson ta'sirini va unga bog'liq bo'lgan oqibatlarni yoritadigan xaritalar hisoblanadi.

Turli davrga oid olingan ma'lumotlar hamda landshaft va uning komponentlari xaritalarini tahlil qilib, atrof muhitning o'zgarish jarayonini va ularga bog'liq bo'lgan oqibatlarni aytib beradigan xaritalar tuziladi. Albatta, bunday xaritalar muayyan davrdagi holatni hamda muayyan davr

ichida paydo bo'lishi mumkin tabiatning o'zgarishlarini ayrim ehtimollik bilan yoritadi.



4.1-rasm. Tabiatni muhofaza qilish chora-tadbirlarini ta'minlash uchun mo'ljallangan xaritalarni tuzish tartibi.

Tabiatni muhofaza qilish uchun tavsiyalarga boy bo'lgan xaritalar o'z mazmuniga ko'ra xulosalarga yoki tavsiya qilinadigan umumiy chora-tadbirlarga boy bo'lgan hamda ayrim landshaftning komponentini muhofaza qilish uchun tadbirlarni tavsiya qiladigan xaritalar mavjud. Lekin, alohida olingan landshaftning komponentini muhofaza qilish choralarini yoritadigan xaritani tuzishdan avval tabiiy boyliklarni muhofaza qilish va ulardan unumli foydalanish ko'ptomonlama chora-tadbirlarini tasvirlaydigan xaritani tuzish lozim.

Koinotdan turib olingan ma'lumotlarning har bir mavzuidagi xaritani tuzishdagi o'rni va mohiyati har xildir. Ushbu ma'lumotlardan tabiiy sharoitlar, ularning zamonaviy holati va ulardan foydalanish hamda tabiiy muhitni o'zgarishlari haqidagi xaritalarni tuzishda foydalaniladi. Koinotdan

turib olingan ma'lumotlar asosida tuzilgan xaritalar quyidagi tartibda yaratilishi tavsiya etiladi (4.2.-rasm).

Birinchi bo'lib, ishning loyihasi tuziladi. Unda xaritalarning mazmuni va ro'yxati, har bir xaritaning dasturi, tasvirni tahlil qilish, natijalarni tekshirish uchun mo'ljallangan ishlarning dasturi, ishlarni tashkil qilish va boshqarish qoidalarini yoritiladi.



Ikkinchi bosqichda koinotdan turib olingan ma'lumotlarni tahlil qilish va bu asosda turli mavzudagi xaritalarni tuzishga oid tayyorgarlik ishlarini olib borish, bu bilan birgalikda dastlabki laboratoriya sharoitida tasvirni tahlil qilish uchun kerakli ma'lumotlarni qayta ishlash va qayta ishlangan tasvirlarni o'qish, dalada tasvirni tahlil qilish, yakunlovchi laboratoriya sharoitida tasvirning tahlili kabi ishlar bajariladi.



Muharrirlik ishlari kartograflar va muayyan sohadagi mutaxassislar tomonidan bajariladi. Bunda qo'yilgan vazifaga javob berish, vaziyatni to'g'ri aks ettirish kabi masalalarga e'tibor beriladi.

4.2.-rasm. Koinotdan turib olingan ma'lumotlar asosida xaritalar tuzish tartibi.

Tavsiyalar, modellar va xarita tuzishda ulardan foydalanish imkoniyatlari chegaralangan deb hisoblanadi. Turli mavzudagi xaritalar bir-biri bilan bog'lash uchun koinotdan turib olingan ma'lumotlardan yagona kartografik asos sifatida ham foydalaniladi. Foydalaniladigan ma'lumotlar tuziladigan xaritaning masshtabiga ko'ra tanlanadi. 4.1.-jadvalda bu masalaga oid ayrim tavsiyalar berilgan.

4.1.-jadval. Turli xaritalar tuzish uchun foydalaniladigan manbalarning masshtabi

Tuziladigan xaritaning masshtabi	Foydalaniladigan manbalarning masshtabi			
	Umumgeografik va topografik xaritalar	Koinotdan turib olingan ma'lumotlar		
		Asosiy		Qo'shimcha
		Tasvirga olingan material	Fotografik asoslar	Rangli, spektrozonal tasvirlar
1:200 000	1:100 000 1:200 000 1:500 000	1:200 000 1:500 000	1:200 000	1:100 000 1:1 000 000
1:500 000	1:200 000 1:500 000 1:1 000 000	1:500 000 1:300 000	1:500 000	1:200 000 1:1 000 000
1:1 000 000	1:500 000 1:1 000 000	1:500 000 1:1 000 000	1:1 000 000	1:200 000 1:2 500 000

Tabiiy ofatlar kabi tez o'zgaruvchan obyektlarning xaritasini tuzish uchun har 1-2 kunda olingan tasvirlar inson faoliyati ta'sirida o'zgarishlarni kuzatib, tegishli xaritalarni tuzishda esa har 1-2 yilda olingan tasvirlar, ekzogen jarayonlarni kuzatishda esa 3-5 yilda va undan ortiq vaqtda olingan tasvirlardan foydalaniladi.

Oxirgi yillarda qishloq xo'jaligi, aloqa vositalari, shaharlarning o'sishi kabi iqtisodiy obyektlarni ham kuzatib, tegishli mavzudagi xaritalarni tuzish tajribasi ortmoqda. Avtomatik vositalardan foydalanilgan holda turli xil xaritalar tuzish osonlashtiriladi va tez o'zgaruvchan hodisalarni o'rganishda bu ma'lumotlarni tez sur'atda olish va ularni tahlil qilish imkoniyatlari kengayib bormoqda. Masalan, qishloq xo'jalik ekinlari holatini va fenologik davrlarni kuzatishda bu yo'l eng qulay deb topildi. Yuqorida ko'rsatilgan vositalardan foydalanib, turli xil modellar yaratilmoqda va ular asosida hamda yakunlovchi hujjat sifatida xarita turibdi.

Savollar:

- havodan va koinotdan turib olingan ma'lumotlarni yer to'g'risidagi fanlarda qo'llanishining asosiy maqsadi nimada?
- tadqiqot olib borishda qaysi yo'l eng ma'qul deb hisoblanadi?
- "aerokosmik kartografiya" ilmiy yo'nalishi paydo bo'lishiga nima sabab bor?
- tasvirlar va xaritalarning geometrik xususiyatlari farqlanishida nima sabab bor?
- yagona olingan tasvir xaritalarni yaratishda qanday xizmat qiladi?
- koinotdan turib olingan tasvirlar asosida xaritalar tuzilsa va yangilansa barcha harajatlar necha foizgacha kamayadi?
- qanday masshtabli koinotdan turib olingan tasvirlar xaritalarni yangilash va tizishda bebaho manba deb hisoblanadi?
- tabiiy muhitning o'zgarishini oldindan aytib beradigan xaritalar ayrim ehtimollik bilan yoritilishining sababi nimada?
- koinotdan turib olingan ma'lumotlarni tahlil qilish va bu asosda turli mavzudagi xaritalarni tuzishning ikkinchi bosqichida qanday ishlar bajariladi?
- tabiiy ofatlar kabi tez o'zgaruvchan obyektlarning xaritasini tuzish uchun necha kunda olingan tasvirlardan foydalaniladi?

4.2. Koinotda turib olingan ma'lumotlar orqali joyning tuzilishini o'rganish yo'llari va usullari

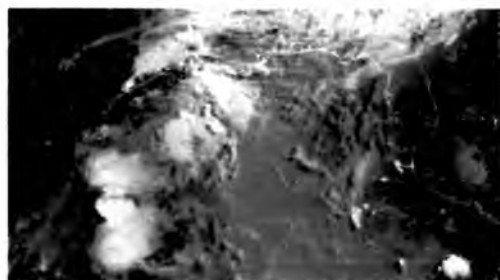
Bugun yer o'rganadigan fanlar izohlaydigan fan emas balki amaliy fanga aylangan. Shu sababli, bu fanlar muayyan tabiiy va iqtisodiy kompleksini, uning komponentlarini aniqlab, taraqqiyotning umumiy nazariy qonun-qoidalarini o'ragnishda va tushuntirishda o'z vazifasini ko'radi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi – bu joyning xilma-xilligini o'rganib, bir butun qilib olingan landshaftning tarqalish qonun-qoidalarini, tarkibini, rivojlanish umumiy yo'nalishlarini va xususiyatlarini aniqlashdir.

Joyning tuzilishini tadqiq qilish – bu yuqorida ko'rsatilgan vazifalardan biri bo'lib, taraqqiyot jarayonini o'rganish, turli tabiiy mintaqalarni taqqoslash orqali yangi bilim yaratishdir. Bunda uzoqdan tadqiq qilish usuli nazariy hamda amaliy masalalarning yechimini ta'minlaydi.

Tasvirlarning tasviriy xususiyatlari o'zgarib turishi qoidalarni bilib turib tasvirni izohlashi mumkin. Asosiy deb qabul qilingan to'g'ri belgilar tasvirni izohlab berishda qo'llaniladi. Agarki boshqa xil ma'lumotlardan foydalanilsa va turli belgilarni bir-biriga bog'langan holda taqqoslab, muayyan maqsad nazarda tutilsa, tahlil qilish muvaffaqiyati oshadi.

Birinchi bo'lib, mayda masshtabli televizion, radiometrk, IQ-issiqlik diapazonidagi koinotdan turib olingan tasvirlar **iqlimshunoslikda** ishlatilgan. Bu asosda, ya'ni dunyo va mintaqalarda bulutlarning tarqalishini aniqlab, ob-havo oldindan aytib beriladi. Umumiy quyosh radiatsiyasi, albedosi va yerdan qaytib turadigan nurlanishni, issiqlik balansini aniqlash yo'li bilan tegishli xaritalar tuziladi va yangi modellar hamda ilgari hisoblash uchun qo'llanilgan modellar to'g'rilanadi. Masalan, iqlim o'zgarishi to'g'risidagi fikr koinotdan olingan ma'lumotlar asosida yuritilmoqda (4.3.-rasm).



4.3.-rasm. Sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirlar 2020 yil iyun 25 kuni ertalab Meksika ko'rfazini qoplagan sahro changini - loyqa, oq rangni aks ettiradi¹.

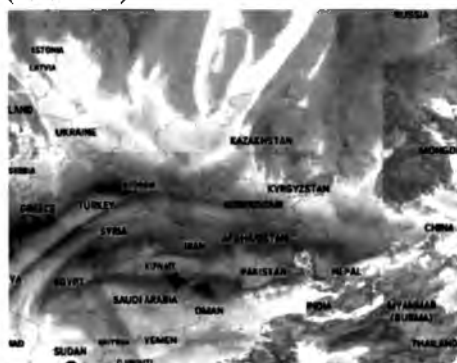
Bulutlanish to'g'risidagi ma'lumotlar boshqa meteorologik ko'rsatkichlarni, ya'ni yog'in tushgan maydonlarni, ular qalinligini, shamollar to'g'risidagi kabi turli ma'lumotlarni aniqlashda ham qo'llaniladi (4.4.-rasm).

¹ <https://edition.cnn.com/2020/06/25/weather/saharan-dust-plume-forecast-us/index.html>



4.4 -rasm. 2020 yil 25 iyun kuni sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirda bulutlanish aks ettirilgan¹

IQ - issiqlik diapazonida olingan tasvirlar orqali quruqlik va suvlarning haroratini tekshirib, turli atmosfera qatlamlaridagi namlik, bug'ning atmosferada tarqalishi, bulutlarda suvning bor-yo'qligi to'g'risida kabi xulosalar chiqariladi (4.5.-rasm).



4.5.-rasm. Sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirda suv bug'i²

Turli xil bulutlarning qiyofasi o'ziga xos xususiyatlarga egaligini tasvirning struktura va teksturasi namoyon qilmoqda va shu sababli bunday tasvirlar avtomatik yo'l bilan izohlanib meteorologik xaritalar tuzishda ishlatiladi.

¹ <https://www.accuweather.com/en/uz/national/satellite-ir>

² <https://www.accuweather.com/en/uz/national/satellite-lwv>

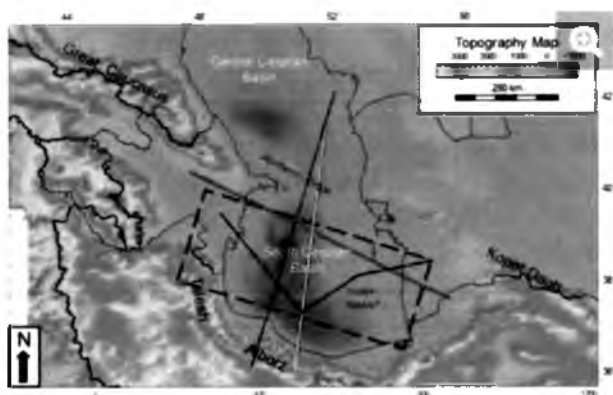
Okeanlarni o'rganish maqsadi bilan koinotga yuborilgan "Seasat", "Kosmos" kabi sun'iy yo'ldoshlardan olingan ma'lumotlar asos bo'lmoqda. Suv hududlarini o'rganishda ular ko'rsatkichlarini o'lchash yo'li va radiofizik hamda IQ-issiqlik asboblariidan foydalaniladi. O'ziga xos xususiyatini kuzatish orqali suvlarni quruqlikdan ajratish mumkin. Tasvirda o'qib bolmaydigan ko'rsatkichlar, ya'ni suv yuzasining harorati, okeanlarning sathi, suvlarning sho'rligi, ifloslanish kabi masalalarni yechishda kuzatish natijalari ko'pincha avtomatik yo'l bilan qabul qilinadi va qayta ishlatiladi. Suv haroratiga ko'ra biologik boyligi, neft pardasining qalinligi aniqlanadi. Tasvirni izohlash yo'li bilan suv ostidagi relyef shakllarini, sayoz bo'lgan joylarni ham ko'p tomonlama tadqiq qilish mumkin. Ko'p zonali fotografik va skanerli tasvirlarda 20-40 metr bo'lgan chuqurlikdagi relyef shakllari yaqqol tasvirlanadi. Alohida turgan o'simliklar, relyef, suv ostidagi landshaftlar, qirg'oq chegarasi va uning o'zgarishi shu yo'l bilan tadqiq qilinadi.

Uzoq masofadan **geologik tadqiq qilish** maqsadi – bu joyning tuzilishini o'rganish orqali foydali qazilmalarni, geotermal zonalarini va vulqonlarni, turli xil geologik xaritalarni yaratishdir. Koinotdan turib olingan tasvir umumlashtirilgan tasvir bo'lib, yirik bo'lgan strukturalarni ko'rsatadi. Mayda elementlar umumlashtirilganligi tufayli, strukturalar bir butun bo'lib namoyon bo'ladi. Bunday tasvirlarni o'qish ham, tahlil qilish ham oson. Chiziqli yoriqlar o'z ravshanligi bilan ajralib turadi. Shu sababli bu tasvirlardan yasalgan montajlarda butun yer bo'ylab yaxlit birlik kuzatiladi. Tasvirning teksturasi turli xil doiraviy strukturalar va ularning rudali qatlamlari indikator sifatida ishlatilishi aniqlandi. Litosfera qobig'ining chuqurlikdagi tuzilishi ham joyning tashqi ko'rinishidan o'rganiladi. Yoriqlarning o'zaro joylashishi joyning gaz, neft va boshqa foydali qazilmalar boyligi to'g'risida ma'lumot beradi. Geologik strukturalarni tasvirlardan tahlil qilib, joyning yer qimirlashi va zilzila xavfi tekshiriladi. Bilvosita yo'ldan foydalanib, yer ostidagi suv boyligi to'g'risida ma'lumot olinadi. Hidrogeologik rayonlashtirish maqsadida mayda masshtabli tasvirlar eng qulay ma'lumot manbaidir. O'rta masshtabli tasvirlar esa hidrogeologik sharoitlarni hamda ayrim ko'rsatkichlarni aniqlashda ishlatiladi. Turli xil litologik tog' jinslarining hidrogeologik ko'rsatkichlari, qumli joylarda

chuchuk yer ostidagi suvlarni tekshirishda yirik masshtabli tasvirlardan foydalanilgani ma'qul.

Yerning issiqlik endogen maydonini kuzatib, neft va rudali joylar aniqlanadi. Bu maqsadda, issiqlik diapazonidagi, ayniqsa 1,6 – 2,4 mkm diapazondagi nurlanishni qayd qilib, mineral xom ashyoning joylanishini aniqlash yo'li ham keng qo'llanilib kelinmoqda. Radiolokatsion tasvirlar yer yuzidagi geologik strukturalarni va chuqurlikdagi strukturalarni o'rganishda ishlatilishi ma'qul deb topildi. Tasvirning shakli hamda rang-barangligi asosiy belgi bo'lib, geologik strukturalarni tadqiq qilish yo'li bilan boshqa xil geologik ma'lumotlarni olishda qo'llanilmoqda.

4.6.-rasm¹ Janubiy Kaspiy havzasi va uning atrofidagi tog' tizmalari joylashgan soyali relyef xaritasi keltirilgan. Qora chiziqli poligon teleseysmik qabul qilgich funksiyasini o'rganish bilan qamrab olingan hududni ko'rsatadi; qizil chiziq tortishish va gravitatsion modellashda sharq va g'arbiy qobiqning kesishishini ko'rsatadi. Qora qattiq chiziqlar 2D litosfera o'lchovli ikkita tortishish modelini ko'rsatadi. Sariq rangli qattiq chiziq 2D gravitatsiyaviy modellashda ishlatiladigan geologik kesishishni ko'rsatadi.



4.6.-rasm Janubiy Kaspiy havzasi va uning atrofidagi tog' tizmalari.

¹ N. A. Abdullayev, F. Kadirov and I. S. Guliyev. Subsidence history and basin-fill evolution in the South Caspian Basin from geophysical mapping, flexural backstripping, forward lithospheric modelling and gravity modelling. Geological Society London. Special Publications. 427. 175-196. 27 August 2015. <https://doi.org/10.1144/SP427.5>
<https://sp.lyellcollection.org/content/427/1/175>

Relyef shakllari ham tasvirlarda ravshan ko'rinadi. Lekin ularning vujudga kelishi va taraqqiyoti to'g'risida bilvosita belgilardan foydalanib, ma'lumotlar olinadi. Koinotdan turib olingan tasvirlar relyefni o'rganishda quyidagi tartibda ishlatiladi:

- 1) relyefning morfologiyasi va morfometriyasi, ya'ni tashqi qiyofasi o'rganiladi;
- 2) so'ng uning vujudga kelishi va taraqqiyoti hamda vaqt mobaynida o'zgarishi aniqlanadi;
- 3) yakunlovchi bosqichda esa nisbiy yoshi va rivojlanish bosqichlari tekshiriladi.

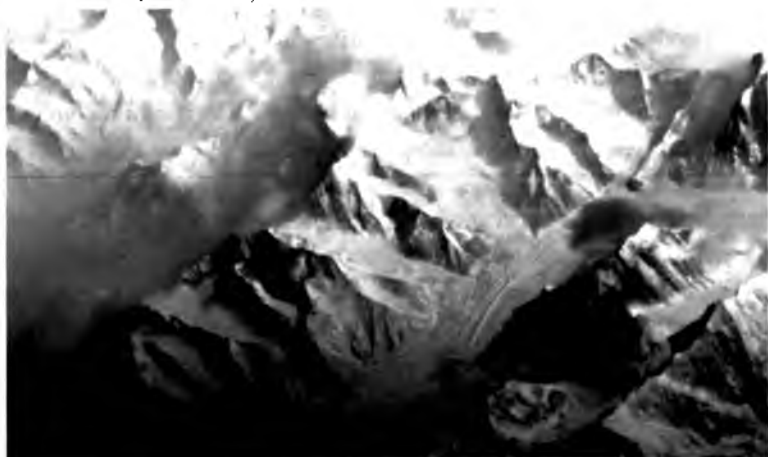
Tasvirlardan foydalanib, **tektonik yoriqlar** orqali morfostrukturalar aniqlanadi. Suv va shamol harakati ostida paydo bo'lgan ekzogen relyef shakllari barcha tasvirlarda ravshan aks etgan. Daryolarning vohalari, ular tuzilishining tafsilotlari, daryolarning yoyilib qo'shiladigan joylari morfometrik va morfologik kabi masalalar o'rganilishida tasvirlarning ahamiyati katta. Suv ta'sirida shakllangan relyef tafsilotlarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, masshtabi 1:2 000 000 bo'lgan koinotdan turib olingan tasvirlardan olingan ma'lumot 1:200 000 masshtabli xaritadan olingan ma'lumotga teng. Shamol ta'sirida vujudga kelgan relyef shakllari ham tasvirlarda aniq tasvirlanadi, ularning batafsilligi bo'yicha umumiy-topografik xaritalarga ko'ra yuqori turibdi. Cho'l joylarni o'rganishda, albatta, bu ma'lumotlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Relyefning tasvirdagi shakli ko'chib turadigan qatlamlarning yoshini ifodalashi, qumli tizimlar orasidagi masofa ularning qalinlik ko'rsatkichi bo'lib, joyning tuzilishi to'g'risida qo'shimcha ma'lumot beradi. Tasvirlarda daryolarning qadimgi o'zanlari joyning tuzilishidagi o'zgarishlarini bildiradi. Qizilqumdagi usti qoplangan relyefning pasaygan joylari, yoriqlar izi, qadimgi daryo o'zanlari va vohalari kabi turli xil relyef shakllari yuzaning harorati o'zgarishi orqali aniqlanadi. 13 sm qalinlikdagi allyuviy bilan qoplangan ona tog' jinslarning notekisiliklari issiqlik IQ diapazonida nurlanishni qayd qilingan tasvirlarda aks etadi. Turli masshtabdagi tasvirlar qirg'oqlar relyef shakllarini aniqlashda qo'llanilgan. Masalan, Orol dengizning suvi doimiy pasayib ketishi tufayli ular tasvirda yaqqol ko'rinadi. Ko'p zonali tasvirlar, ya'ni 0.48 mkm, 0.66 mkm, 0.80 mkm diapazonida

olingan bo'lib, qirg'oqlar zonasini ko'z bilan chamalab o'rganishda ham qo'llaniladi. 1:200 000 masshtabli tasvirlar yordamida batafsil qirg'oqlar geomorfologiyasi xaritalari tuzilgan. Suv ostidagi relyef shakllarini turli xil fotografik, radiolokatsion tasvirlarda ham o'rganish mumkin,

Muzliklar ta'sirida vujudga kelgan relyef shakllarini tasvirlar orqali tadqiq qilishda fototon hamda teksturasiga ko'ra yer ostidagi hamda daryo suvlarining yuzada muzlab qolishdan hosil bo'lgan joylar, ko'chmalarning izlari, yoyilma konuslar, sellar natijasida barpo etilgan kabi relyef elementlari ravshan ko'rinadi.

Nival-glyatsial kabi obyektlarni ularning o'lchovi va shakllari orqali o'rganish mumkin. (4.7 -rasm).

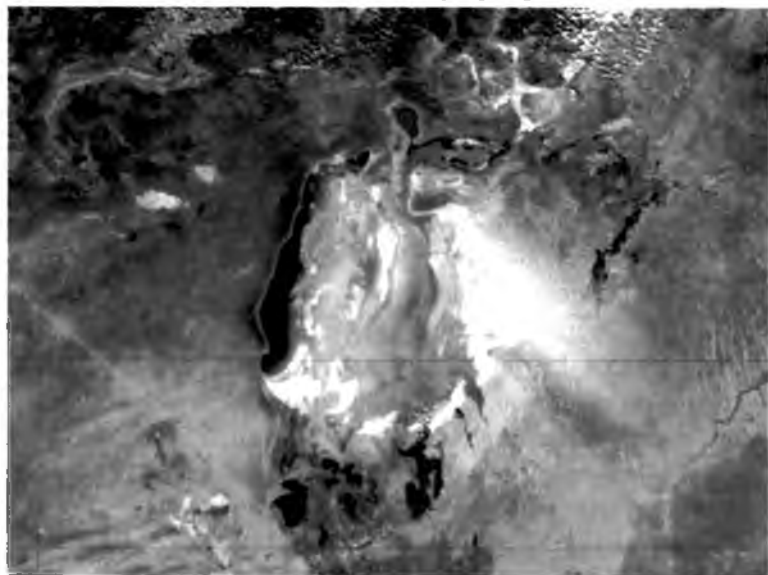


4.7.-rasm. Yuqori aniqlikdagi tasvirda tog'li nival-glatsial relyef shakllari aks ettirilgan¹.

Ayniqsa, muzliklar elementlarini o'rganish tajribasi shuni ko'rsatidiki, O'rta Osiyo muzliklarining hududiy joylashishi hamda yoriqlar namoyon bo'lishining o'zaro munosibligi bor. Yoriqlar bor joyda yirik muzliklar bo'lsa, uvalarining burilish joyi yoriqlar tutashgan joyida kuzatiladi. Suvga boy gorizontall muzliklar harakati ta'sirida ko'milgan vodiylarning chegaralari orqali aniqlanadi. Bahorda olingan tasvirlarda joylar namlanishining farqi yaqqol ko'rinadi. Ko'p zonali tasvirlarni taqqoslab tahlil qilish yo'li ham nam bo'lgan muz va qorlarni ajratishda qo'llaniladi.

¹ <https://pxhere.com/en/photo/1135486>

Shamol harakati ta'sirida hosil bo'lgan relyef shakllari masshtabi 1:250 000 koinotdan turib olingan va masshtabi 1:50 000 havodan turib olingan tasvirlar orqali tadqiq qilinadi. Qoraqumning sharqiy qismini, janubiy-g'arbiy Qizilqum qumlarning turlarini va ulardagi o'simliklar joylashishini tasvirleydigan xaritalarni tuzishda o'rta masshtabdagi tasvirlar ishlatilgan. Bu tasvirlar turli tabiiy ta'sir qiladigan omillarni o'rganish va ularni qumlarning shakliga va yonbag'irlariga yo'naltirishning o'rganishdagi mahalliy xislatlarni, mintaqaviy qonun-qoidalarini aniqlashda boshqa usullarga ko'ra yuqori turibdi. Qumlarning shakllanishi, vujudga kelishi, taraqqiyoti, akkumulyatsiya jarayonlarini o'rganish, joyning tuzilishini chuqur o'rganish amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.



4.8.-rasm. Orol dengizi qurigan maydonidan ko'tarilgan qum shamoli bilan atrofidagi hududda yoylmoqda.

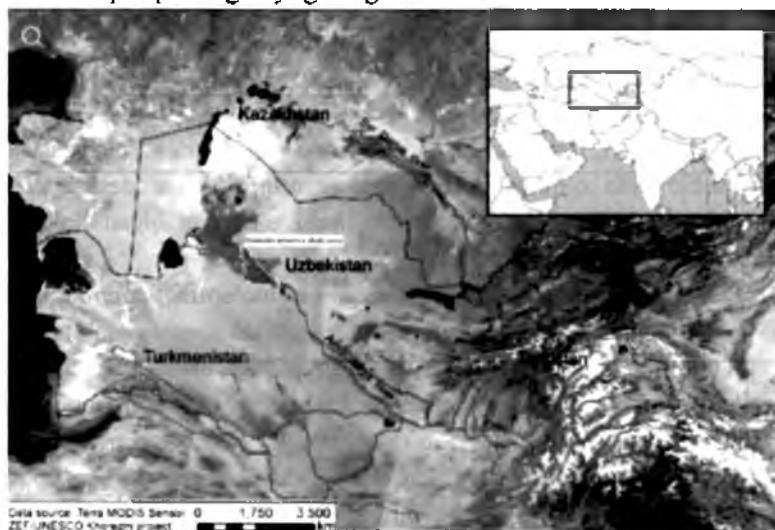
Radiolokatsion va lazerli kuzatishlar yer qobig'ining o'zgarishini ko'rsatib turganligi uchun tabiiy ofatlarni oldindan aytib berishda keng ishlatiladi. Bunda katta geologik strukturalar tasviri zilzila xavfi yuqori bo'lgan joylarni aniqlab berishda belgi sifatida ishlatiladi. Sel oqimlari va ularning konuslari tasvirlarda yaqqol ko'ringanligi uchun ularning

maydonlari hamda suvning gradiyenti tasvirda aniqlanadi. Bu selni oldindan aytib berishda yordam beradi.

Tuproqlar bevosita holda tasvirlarda tasvirlanmaydi. Ularni aniqlash uchun bilvosita yo'ldan foydalanishga to'g'ri keladi. Relyef va uni tashkil qiladigan yumshoq tog', uning ustidagi o'simliklarni hamda ularning spektral ko'rsatkichlarini tahlil qilish yo'ldan foydalanish lozim. Tuproq qobig'ining hamda relyef, tuproqlarning paydo bo'lishiga sababchi bo'lgan tog' jinslarining litologiyasi va o'simliklar orasidagi o'zaro munosabatlar inobatga olinib, rasm tahlil qilinadi. Amaliyotda ayrim tanlangan joylar uchun ushbu munosabatlar aniqlanadi va ularga asoslanib, umumiy hududdagi tuproqlar turi va uning tarqalishi o'rganiladi. Tuproq, geomorfologiyaga oid rayonlashtirishni tasvirlar yordamida olib borish maqsadga muvofiq. Yaratilgan tuproq xaritalarini tuzishda koinotdan turib olingan tasvirlarning ahamiyati katta. Tajriba shuni ko'rsatadiki, masshtabi 1:250 000 – 1:100 000 kenglikda tuzilgan xaritalarni tuzishda fotografik tasvirlar ishlatilgan holda tuproqlarning turlarini sinflarga ajratish aniqligi 93%, skanerli tasvirlar ishlatilgan holda – 78%ga teng. Tuproqlarning suv ta'sirida buzilishini o'rganish spektr yorug'ligining o'zgarishiga asoslanadi. Panxromatik oq-qora yirik masshtabli yozda va kuzda havodan olingan fototasvirlarda sug'oriladigan joylardagi tuproqlarning sho'rlanish jarayonlari yaqqol ko'rinadi. Bilvosita yo'ldan foydalanib, ya'ni paxta ekinlarining xilma-xilligini, ekinlarning buzilishini, siyrak bo'lib chiqishini kuzatib, tuproqlarning sho'rlanishi to'g'risidagi ma'lumotlarni to'plash mumkin. Sho'r bosgan joylarda o'simlik kamayib ketishi, ular tarkibining o'zgarib ketishi tufayli ularning tasviri o'roq bo'lib ko'rinadi.

Radiolokatsion tasvirlar tuproqlarning namligini aniqlashda katta yordam beradi. Avval tuproqdagi suv miqdori va radioto'lqin o'zgarishining o'zaro munosibligini o'rganib, keyin esa turli mexanik tarkibdagi tuproqlar namligini o'rganish muvaffaqiyatli bo'ladi. Turli to'lqinlar 0-20, 0-50, 0-100 sm chuqurlikdagi tuproqlarning namligini tekshirishga yordam beradi. Aniqlangan munosabatlar modellarni tuzishga asos bo'lib, tuproqlarning turlarini, namligini, tarkibini, xilma-xilligini ko'rsatadigan xaritalarni avtomatik yo'l bilan tuzish tajribasi kundan-kunga ortib bormoqda. Turli yo'l bilan tekshirilgan spektral ko'rsatkichlarning holati vaqt mobaynida va hududiy o'zgarishi tuproqlarning xususiyatlari hamda tarkibi to'g'risida fikr

yuritishga asos hisoblanadi. Avtomatik yo'l bilan tasvirni tahlil qilish ham shu munosabatlarga asoslangan. Tuproq xaritalarini tuzishda ularning suv ta'sirida qiymalanishi va tabiiy sharoitlar e'tiborga olinadi. Haydalgan yerlarning tuproqlari sifatini tasvirdagi spektrli yorug'lik o'zgarishiga ko'ra o'rganiladi. Rang va chirindi miqdori orasidagi munosabatni o'rganib, 94% aniqlik bilan tuproqlarning boyligi o'rganiladi.



4.9.-rasm. Sun'iy yo'ldoshlardan olingan tasvirda tuproqlar holati aks ettirilgan.

Ko'p zonali tasvirlardan juda qiziqarli ma'lumot olish mumkin. 0.4 mkm diapazondagi tasvirlarda sho'rlangan yerlar yaxshi ajralib ko'rinadi. IQ-optik diapazondagi tasvirlarda o'z rangi to'qlashib ketganligi tufayli tuproqlarning ortiqcha namlanishini ko'rish mumkin. Tasvirning strukturasi shag'allarning, qumlarning ko'payishini bildiradi. Shamol yo'nalishi bo'ylab cho'zilgan o'q dog'lar deflyatsiya belgisidir. Do'ng joylardagi yuvilgan tuproqlarning oq dog'lari va pastlikdagi to'q rangdagi dog'larning aralash-quralash bo'lib tasvirlanish tekislikdagi tuproqlarning suv bilan yuvib ketishini bildiradi. Tasvirlarning xilma-xilligi tuproqlar kompleksli holatining isbotidir.

Joyning tuzilishi **o'simlik qoplamini** o'rganish yo'li bilan ham tadqiq qilinadi. Ekologik vaziyatning o'zgarishi tufayli o'simliklar tarqalishi, ular

tarkibining o'zgarishi tasvirlarda namoyon bo'ladi. Yaxshi o'rganilmagan va olis joydagi o'simliklarni o'rganishda koinotdan turib olingan ma'lumotlar eng muhim manbadir. Turli faslda olingan tasvirlardan o'simliklarning xilma-xilligini, holatini, tarkibini, tarqalish qonun-qoidalarini tekshirish maqsadga muvofiq. Ko'p zonali tasvirlardan foydalanish eng unumli natija beradi. Masalan, cho'l va chala-cho'l o'simliklari rangli sintezlashtirilgan tasvirlarda yaxshi ajratiladi. Zonal o'simliklarning turi o'zgarishi yaxshi bir holda namoyon bo'lmaydi, lekin intrazonal o'simliklar ularning o'sish sharoitlari noqulay bo'lsa, tasvirda yaxshi ko'rinadi. Cho'l va chala-cho'l, dasht o'simliklari, umuman olganda, boshqa o'simliklarga nisbatan tasvirda mushkullik bilan o'qiladi. Ularni xatosiz o'qish uchun daladagi ishlarga asoslanishga to'g'ri keladi. Ko'p omillarni e'tiborga olgan holda dalada namunalarni tanlab olish lozim.

Yaylovlarning va poda haydaladigan o'tloqlarning serunumligini iyun va iyul oyida olingan tasvirlarning rangi hamda teksturasi orqali tekshiriladi. Ko'p zonali tasvirlarni ishlatib, spektrli qiyofasiga asoslanib, turli o'tloqlar ajratiladi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, koinotdan turib olingan tasvirlarni laboratoriya sharoitida o'rganib, o'tloqlarning sinflarini va turlarini 90-100% aniqlik bilan ajratish mumkin. Cho'ldagi poda haydaladigan o'tloqlarning holatini, ularning buzilib ketishini ham tasvirdan o'rganiladi. Bunga asoslanib, Qizil qumdagi o'tloqlarning boyligini yil mobaynida o'zgarib turishini oldindan aytib berish tajribasi bu usulning afzalligini ko'rsatmoqda. O'simliklarning yo'q bo'lib ketishi ham tasvirning teksturasi hamda rangi o'zgarib ketishidan va tasvirning oqarishi orqali o'rganiladi.

Tabiiy sharoitlarning zamonaviy holatini yoritadigan xaritalarni tuzishda landshaftli usuldan foydalanilgan holda koinotdan turib olingan tasvirdan to'liq ma'lumot olinadi. Bu usuldan foydalanilganda asosiy landshaftlar ichidagi hamda landshaftlar o'zaro aloqadorligini e'tiborga olgan holda yaxshi ko'rinadigan tafsilotlar asosida boshqa yaqqol kuzatilmaydigan obyektlar aniqlanadi. Bunday aloqalar tasvirning teksturasidan namoyon bo'lib, tadqiq qilinadigan hududni o'rganishga imkon yaratadi.

Landshaftli-indikatsionli qonun-qoidalariga tayanib, geologik hamda gidrogeologik sharoitlar bir-biriga bog'langanligi tadqiq qilinadi. Masalan, Turon platosining Buxoro-Xiva zonasida qiya past-balandli joylarda

qumlarning shakliga ko'ra yer ostidagi suvlarning bor-yo'qligi o'rganiladi. Baland qumli tizmalar, barxanli-do'nglik qumli cho'llarda relyefning shaklidagi joyning egilishi kabi xislatlarini bildiradi. Bunday joylarda yer ostidagi suvlar va ularning oqimlari kuzatiladi. Siyrak saksovul bilan mahkamlangan tizmalı-do'ngli qumlarda esa tuproqlar ostidagi chuchuk suvlarning vujudga kelishini kuzatish mumkin.

4.2.-jadvalda ayrim aloqalarni o'rganish y'ollari berilgan.

4.2.-jadval Koinotdan turib olingan tasvirlarning mavzuli tasvirini tahlil qilishda landshaftli-indikatsionli aloqalarni ishlatish yo'llari

Aloqadorlik turi	Tasvirda ajralib turadigan obyektlar	Tasvirning belgilari	Aniqlanadigan obyektlar
Landshaftlar ichidagi aloqalar-vertikal aloqalar	Landshaftlarning fotografik qiyofasiga ega bo'lgan komponentlari - relyef, o'simliklar	Rangi, to'qligi, naqshi	Qiyinchilik bilan kuzatiladigan landshaftlarning komponentlari - yer ostidagi suvlar, tuproqlar
Landshaftlar o'zaro aloqadorligi, gorizontal aloqalar	Landshaftning morfologik strukturasi, elementlarning br-biriga bog'lanishi	Fototasvirning strukturasi va teksturasi	Ekzogen jarayonlarning bosqichlari, hodisalarning va obyektlarning vujudga kelishi va taraqqiyoti

Lanshaftlarni o'rganishdan avval daryolar, suv havzalari, dengiz qirg'ogi o'rganiladi. Hidrografik turning xislati joyning yirik landshaftlar orasidagi farqini bildiradi. 1: 500 00 – 1:1 000 000 masshtabli tasvirlarda landshaftlarni bir-biridan ajratish uchun relyef shakllarini o'rganish lozim. Masshtab kichraygani sari tasvirning tahlil qilishdagi o'simliklarning ahamiyati kamayadi. Tog'li va tekislikdagi landshaftlar o'ziga xos xususiyatlarga egadir. Arid zonasidagi aniq to'g'ri belgilarga qumli cho'llar, sho'rxoklar, taqirlar ega bo'ladi. Ular tasvirning ochligi o'simliklarning siyraklashib ketishini bildiradi. Bir xil naqshdagi va och rangdagi tasvir

sho'rxoklar va taqirlar bor joyda kuzatiladi. Shamol ta'siri ostida paydo bo'lgan rel'eyf shakllari xususiy va turg'un belgilarga ega va ushbu landshaftlar tasvirming teksturasidan o'simliklar turi osonlik bilan o'rganiladi.

Yerdan foydalanish yo'nalishini va unumdorligini o'rganish uchun tasvirni tahlil qilishda asosiy xo'jaliklar, aholi punktlari, sanoat komplekslari, yo'llar va boshqa transport vositalari ajratiladi. To'g'ri belgilar yordamida ularni rasmdan aniqlab va tabiiy komplekslar tasviri bilan "ustma-ust" tushirib, joyning ekologik sharoitlari tekshiriladi.

Savollar:

- yer o'rganadigan fanlar asosiy maqsadiga erishish uchun fazodan tadqiq qilish usulalrining ahamiyati nimada?
- meteorologik xaritalarni avtomatik yo'l bilan tuzishda tasvirning qaysi belgilari ishlatiladi?
- okean suv hududlarini o'rganishda qaysi asboblardan foydalaniladi?
- koinotdan turib olingan tasvir nima uchun yirik geologik strukturalarni ko'rsatadi?
- issiqlik endogen maydonini kuzatib, neft va rudali joylarni aniqlashda qayd qilishning qanday usulidan foydalaniladi?
- relyef shakllari vujudga kelishi va taraqqiyoti to'g'risida qanday belgilardan foydalanib, ma'lumotlar olinadi?
- nival-glyatsial obyektlarni qaysi belgilari orqali o'rganish mumkin?
- qanday kuzatishlar yer qobig'ining o'zgarishini ko'rsatib turgani uchun tabiiy ofatlarni oldindan aytib berishda keng ishlatiladi?
- o'simliklarni o'rganishda qaysi tasvirlardan foydalanish eng umumli natija beradi?
- qanday usuldan foydalanib, tabiiy sharoitlarning zamonaviy holatini yoritadigan xaritalarni tuzishda koinodan turib olingan tasvirdan to'liq ma'lumot olinadi?

4.3. Ijtimoiy – iqtisodiy sharoitlarni uzoqdan tadqiq qilish yo'llari va usullari

Ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarni tadqiq qilishda mintaqalar o'rganiladi va aholi joylashuvining xususiyatlarini, joyning kelajakdagi rivojlanishini oldindan aytib berish kabi masalalar yechiladi. Bunday hodisa va jarayonlarni tadqiq qilishda o'rta va yuqori aniqlikka ega bo'lgan tasvirlar asosiy manbalardir. Ularda yirik aholi punktlarini va qishloqlarni, hattoki ularning chegaralari, katta ko'chalar va dahalar yaxshi ajratiladi. Tasvirlarning bunday o'ziga xos fazilat va afzalliklari borki, ulardagi tasvir bir ma'noga ega va solishtirish tahlil usulidan foydalanishga ancha qulaydir.

Mamlakatimizda va chet elda turli xil uzoq masofadan olingan ma'lumotlar aholi turar joylarini va ulardan iborat bo'lgan turkumlarni tahlil qilishda, bir qator masalalarni hal qilishda yordam beradi. Shaharlar rivojlanishini rejalashtirish eng ma'qul yo'l bilan ular o'sishini ta'minlash uchun olib boriladigan chora-tadbirlarni aniq rejalash va boshqarish, aholi turar joylaridagi ekologik vaziyatni o'rganish va boshqa vazifalarni yechishda ulardan foydalanilgani maqsadga muvofiqdir.

Shaharlarni o'rganishda yerdan foydalanish unumdorligiga katta e'tibor beriladi. Zotan, uzoq masofadan olingan tasvirlarda qurilishdan holi ochiq maydonlar, bog', xiyobon, ko'kalamzor joylar va sanoat korxonalari yaqqol ko'rinadi. Bu kabi ma'lumotlardan foydalanib, to'liq ishonch bilan qurilish bosqichlarini 81% ini aniqlashga imkon beradi. To'g'ri, shahar qurilishining kichik maydonlarini faqat yirik masshtabli havodan olingan tasvirlargina aniq va samaraliroq tadqiq qilishi mumkin. Koinotdan olingan tasvirlarda esa, garchand alohida binolar farqlanib tursa ham, umuman shahar o'zagim, sanoat maydonlari va shahar chekkasidagi joylarni ajratib ko'rsatish mumkin. Tajribaga ko'ra, shahar tuzilishida 30ga yaqin xilma-xil elementni 90% aniqlikda farqlanadi (4.11-rasm).



4.11.-rasm. Sun'iy yo'ldoshdan olingan yuqori aniqlikdagi tasvirdan shaharda yerdan foydalanish

Shahar ustidagi havo haroratining yuqoriligi o'ziga xos issiqlik gumbazi paydo bo'lishiga olib keladi. Ayrim shaharlar havosining harorati uning markazida va chetida bir xil emas. Shu boisdan ham spektrning issiqlikka sezgir IQ zonasida olingan tasvirlar asosida turli maqsadlarga mo'ljallangan binolarni, yo'llar va neft tankerlarni o'zaro farqlash mumkin. Bunday tasvirlarda shaharda yerdan foydalanish masalasi hatto uning ustini tutun yoki bulutlar qo'plab turgan sharoitda ham o'rganishga imkon beradi. Shunisi qiziqarlili, IQ zonadan olingan tasvirlarda nisbatan issiq bo'lgan daraxtlar bilan uylarning sovuq tomi o'rtasidagi tavofut tufayli ko'chalarni ham aniqlash mumkin.

Shu vaqtga qadar statistik ma'lumotlar bo'yicha o'rganib qilingan ko'pgina ijtimoiy hodisalarni tadqiq qilishda hozir koinotdan turib olingan ma'lumotlardan foydalanilmoqda (4.12.-rasm).

Ayniqsa, yer yuzida teng qiymatli materiallar bo'lmagan paytlarda bu ma'lumotlar katta foyda keltiradi. Chunonchi, ko'plab mamlakatlarda yer suni'y yo'ldoshlaridan olinuvchi rasmlar asosida aholiga oid xilma-xil ma'lumotlar to'planmoqda. Masalan, Tailand va Singapurda bunday ma'lumotlar yordamida aholi zichligini aniqlashga muvaffaq bo'lindi.

Tasvirlarda turli obyektlar fototoniga ko'ra farqlanadi, qolaversa, sanoat rayonlari, yo'llari, suv sathi, shahar chekkasidagi daraxtzor yoki o'rmonlarning har biri yorug'likni qaytarish va nurlanish bo'yicha o'ziga xos xususiytlarga egaligi sababli, o'zaro juda yaxshi farqlanadi. Bu esa shaharlarning tasvirini tahlil qilish masalasini muvaffaqiyatli hal etadi.



4.12 -rasm Toshkent shahri Olmazor tumani Oltinsoy mahallasi chizmasi koinotdan turib olingan tasvir yordamida tuzildi.

Shaharda yerdan foydalanish tartibini bu usulda o'rganish orqali xaritalar ancha tez tayyorlanadi va ishonchliroq hisoblanadi. Buning sabablari, birinchidan, uzoqdan olingan ma'lumotlar ancha to'laroq va zamonaviyroq ekanligidir. Ko'plab havodan olingan tasvirlardan farqli o'laroq, har bir koinotdan olingan tasvir istagan kattalikdagi, har qanday shaharni doimo o'ziga sig'dira oladi. Ikkinchidan, shaharlar tasvirini tahlil qilishda geoaxborot texnologiyalaridan foydalanish, shaharda yerdan foydalanishning yangi xaritalarini jadallik bilan tuzishga va eskilarini yangilashga imkon beradi.

Koinotdan olingan tasvirlarni kattalashtirish ushbu materiallardan foydalanish imkoniyatlarini ham kengaytiradi, chunki kattalashtirilgan tasvirlarda mayda tafsilotlar ham yaxshi ko'rinadi. Bunday tasvirlardan olinadigan ma'lumotni ko'paytirishning boshqa yo'li – bu spektrning turli zonalarida tasvirga olingan obyektlarning tasvirini geoaxborot

texnologiyalari yordamida tahlil qilishdan iborat. Juda ko'plab ma'lumotlarni geoaxborot texnologiyalari yordamida qayta ishlash esa aholi punktlaridagi turli funktsional qismlarni ajratib ko'rsatish imkonini beradi.

Aholi punktining ma'qul bo'lgan tarkibini yaratish orqali ularning chegarasi qanday o'zgarayotgani, o'sishi qay yo'nalishda borayotganini bilish ham mumkin. Ana shu jihatdan, koinotdan turib olingab tasvirlarning muhim bir afzalligi – bu katta hududni tasvirlash imkonini bo'yicha boshqa materiallardan ajralib turadi. Aytaylik, tasvirda ancha katta hudud tasvirlangan, ma'lum vaqtdan keyin uni qayta tasvirga olish shahar yoki qishloqlarning o'sish sur'atini aniqlash imkonini beradi.

Shahar va qishloqlarning o'sishi ko'proq ularning o'zaro qo'shilib ketishiga – bu aglomeratsiyalar hosil bo'lishiga olib keladi. Bu jihatdan olganda, koinotdan turib olingan tasvirlar shahar bilan uning atrofidagi yerlar chegarasini aniqlashda qo'l keladi.

Aholini va aholi turar joylarini fazodan turib o'rganish masalasining boshqa jihatlari ham bor. Shaharlar - aholisi ancha ko'p bo'lgan punktlar markaz sifatida insonning tabiatga kuchli tazyiq o'tkazadigan markazlari bo'lib hisoblanadi. Ularda tabiatni o'zgartirish jarayoni ancha chuqur bo'lib, keng ko'lam kasb etadi.

Aholi turar joylaridagi ekologik sharoitning keskinlashuvi uni nazorat qilish maqsadini, atrof-muhit sharoitini kuzatish vositalari va usullarining tarmog'idan keng foydalanishni taqozo etadi.

Uzoq masofadan olib boriluvchi kuzatish yirik shaharlar ta'sirida ularning atrofidagi landshaftda ro'y beruvchi o'zgarishlar ko'lamini yanada yaxshiroq tasavvur qilishga imkon beradi. Bu ma'lumotlar shahar atrofida hozirgacha saqlanib qolgan kichik o'rmon, bog'larni, shuningdek, ularni asrab-avaylash zarurligini yana bir bor ta'kidlaydi, ularni kengaytirish va yangilarini barpo etish muhimligini ko'rsatadi. Zotan, saqlanib qolganlari ham tasvirlar guvohlik berishicha, ba'zan asta-sekin yo'qolish xavfi ostida qoladi. Ularni xilma-xil kommunikatsiya vositalari kesib o'tib, hayotiy qobiliyati susaygan kichik qismlarga ajratib tashlaydi.

Shaharlar atrofidagi hududlarning ifloslanishi avvaldan ma'lum bo'lsa ham, bu umumiy ma'lumot edi, xolos. Ifloslanishning bu turi, ko'lam koinotdan kuzatuv ma'lumotlarini tahlil qilishdan keyingina ayon bo'ldi. Qolaversa, hatto qishda olingan tasvirlar ham qimmatli ma'lumotlar bo'lishi

mumkin. Bu hollarda yer sirtining qor bosgan qismidagi ko'plab shaharlar atrofida qoraygan qor zonasi ko'rinadi – bu shahar chiqindilaridan havo orqali ifloslangan qor qoplamidir. Aniqlanishicha, ifloslangan qor maydoni shahar maydonidan ba'zi bir necha martagacha katta bo'lar ekan. Bu esa atmosferaga chiqarib tashlanadigan sanoat va boshqa chiqindilarning miqdoriga, shuningdek, ularning havoda ko'chishi va tarqalishi uchun qulay yoki noqulay bo'lgan meteorologik sharoitlarga bog'liq.

Bahor, yoz va kuzda olingan tasvirlarda shahar atrofidagi muhitning ifloslanishi bevosita ko'rinmaydi. Biroq tasvirlarda atmosfera iflosliklari tushishining ayrim natijalari belgilari bo'yicha yaxshi kuzatiladi. Bir qator sanoat markazlarining atrofida tutundan va uning tarkibidagi iflosliklardan zararlangan, qisman yoki to'liq nobud bo'lgan o'simlik zonalar ko'rib turadi. Koinotdan turib olingan tasvirlarda, masalan, Kanadaning Yuqori ko'li yaqinida joylashgan sanoat shahar atrofida qisman yoki to'liq halok bo'lgan shunday o'rmon zonasi qayd qilingan. Temir koni qazib olish va qayta ishlash hamda shahardagi korxonalarning tutun chiqindilaridan 500 kvadrat metr ga yaqin maydondagi o'rmon zaharlangan.

Shaharni uning tashqarisidan ham ekologik qiyinchiliklar qurshab oladi. Suv toshqini kabi tabiiy ofatlar kichikroq qishloqlarga nisbatan shaharlarga ko'proq zarar keltiradi. Koinotdan aholi punktlarining atrof-muhitiga ko'rsatiladigan ta'sirning ko'plab boshqa jihatlari, jumladan, issiqlik va yorug'lik ta'siri ham tadqiq qilinadi. Juda katta miqdorda energiya va issiqlik ajratish manbai bo'lgan ayrim shaharlar infraqizil tasvirlarda o'ziga xos issiqlik "orollari" sifatida qayd qilinadi.

To'liq uzunligining ko'rinadigan diapazonida tunda olingan tasvirlarda yer, ayniqsa uning ayrim joylari shahar chiroqlari yog'disidan yorishib ketadi. Bu xil yorig' dog'larning o'lchami va yorug'lik jadalligi shaharning bir qator xususiyatlarini, shu jumladan, aholi soni va uning taqsimlanishini bildiradi. 4.13-rasmda O'zbekiston hududining tunda olingan tasviri keltirilgan.



4.13-rasm. O'zbekiston hududining tunda olingan tasviri

Yuqori aniqlikdagi skanerli tasvirlar orqali 1:100 000 – 1:500 000 masshtabdagi aholi zichligi, shaharlarning o'sishi, ularning tuzilishi va yerdan foydalanish xaritalari tuzilmoqda. Uzoq masofadan olingan tasvirlarni birgalikda ishlatish natijasida, aholi punktlarini va ular tizimlarining bir necha taraqqiyot bosqichlarini tekshirib, xususiyatlari tadqiq qilinadi.

Masalan, Braziliyadagi San-Jode-rus-Kampus shahri aholisining iqtisodiy va ijtimoiy ahvolini shunday tasvirlardan o'rganildi. Shahardagi qurilish elementarlari, ya'ni uylar holati, ularning kattaligi, ko'chalar va turli o'simliklar xususiyatlari belgilar sifatida qabul qilindi. Natijada aholi daromadiga ko'ra asosiy 5 guruhga bo'lindi. Bunday xaritalarning shahar ichki ijtimoiy-iqtisodiy tuzilishini o'rganishda hamda shaharning rivojlanishini rejalashtirish va boshqarishda ahamiyati katta.

Havo va koinotda turib olingan ma'lumotlarni boshqa, odatda ishlatiladigan ma'lumotlar bilan birgalikda ishlatishning quyidagi eng qulay yo'nalishlari :

- 1) joyning xilma-xilligini xo'jalik ishlarida ishlatilishini baholashda va bu asosda iqtisodiy, ijtimoiy jihatdan maxsus rayonlashtirish ishlarini bajarish;
- 2) aholi punktlarining transport-geografik o'rmini va tabiiy, iqtisodiy-hududiy rivojlanish omillarini baholash;

- 3) aholi punktlarining funktsional tuzilishini, xo'jalikning rivojlanish darajasini va yo'nalishlarini o'rganish;
- 4) aholi punktlari tizimlarining rivojlanish yo'nalishlarini va imkoniyatlarini o'rganish va bu asosda boshqarish;
- 5) aholining ijtimoiy yashash sharoitlarini o'rganish va baholash;
- 6) aholi joylashishning hududiy xususiyatlarini o'rganishda aholi punktlarining shaklini, turini, funktsional ahamiyatini hamda tizimdagi o'rini aniqlash;
- 7) aholi punktlari va tabiat orasidagi o'zaro aloqalarni o'rganish;
- 8) aholi va qishloqlarni kuzatib turish (monitoring) tizimlarini yaratish.

Xulosa qilib aytganda, koinotdan turib olingan tasvirlar shahar va qishloqlarni o'rganishda asosiy manba bo'lib qolmay, balki ularning o'sish an'analarini, atrofdagi landshaftlar bilan o'zaro ta'siri to'g'risidagi ma'lumotlar manbai sifatida ham shahar qurilish amaliyotida muhim o'rin tutadi.

Rejalashtirish ishlarini, ya'ni ishlab chiqarish kuchlarini hududiy tashkil qilishdagi izlanishlarni ma'lumotlar bilan ta'minlashda ham uzoqdan olingan ma'lumotlarning ahamiyati katta. Batafsil ma'lumotlar talab qiladigan, aytaylik, aholi punktlari tizimlarining rivojlanish loyihalarini tuzishda, iqtisodiy rayonlarni va sanoat bo'g'inlarini, joyning rivojlanish dasturlarini ishlab chiqishda, shahar va qishloqlarning maxsus rejalari kabi alohida vazifalarni yechishda keng qo'llaniladi.

Shahar va qishloq to'g'risida ma'lumot to'plash uchun tasvirning qiyofasini o'rganishga to'g'ri keladi. O'zbekiston va boshqa bu singari arid mintaqalarning tasvirlarida shaharlar va qishloqlar kichik yo'rug' dog'lar ko'rinishida aks etib, atrofdagi o'simliklar mo'l-ko'l bo'lgan va sug'oriladigan qishloq xo'jalik maydonlari kabi hududlarining qoramtir kulrang fototonida yaqqol ajralib turadi. Inshootlar bilan band bo'lgan va o'simlik qoplamidan holi joylar esa yorqin yorug' dog'lar ko'rinishida aks etadi. Geoaxborot texnologiyalari maxsus dasturlari bunday tasvirlarni mavaffaqiyat bilan tahlil qiladi va ulardagi shahar maydonlarini ajratib turadi. Lekin bunday hollarda obyektlarni to'g'ri aniqlashga ko'rsatmalar orqali o'rgatish nihoyatda muhim. Gap shundaki, olimlarning aniqlashicha, shaharlar chegarasi ularning ma'muriy chegaralariga muvofiq kelmaydi. Bundan tashqari, shahar inshootlarining ixchamligi va yuqori darajada nur

qayatarish xususiyati obyektlarni turlarga ajratishni qiyinlashtiradi. Bu o'rinda tasvirdagi obyektlarni bunga o'xshash o'rganilgan va joyida tekshirilgan tasvirga qiyoslash vazifani aniq bajarishga yordam beradi.

Aholi punktlari va ularda joylashgan **sanoat** tarmoqlarining turi tasvirning ko'rinishiga ta'sir qiladi. Masalan, sanoatning turli tarmoqlaridagi korxonalar o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, ularning tasviri ham bunga bog'liqdir. Chunonchi, karyerlar (4.14-rasm), turli shaxtalar yoki foydali qazilmalar konlarining shakli, rangi va katta-kichikligi tasvirda aniq ajralib turadi.



4.14.-rasm. Sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvirda Navoiy viloyatidagi Qorakutan koni.

Obyektning fototoni yoki rangi uning yorug'ligiga bog'liq bo'lib, tasvirga olish sharoitlariga, qo'llaniladigan tasvirga olish texnologiyasiga ko'ra o'zgarib turadi. Shu sababli, tasvimi tahlil qilishda ko'proq fototon yoki rangning o'zaro munosabatiga e'tibor beriladi. Aholi punktlari uzoqdan olingan tasvirlarda bir xil bo'lib tasvirlanmaydi. Buning sababi, turli

inshootlar, o'simliklar qoplami, suv sathi, shaharlardagi boshqa obyektlarning yorug'ligi bir-biridan farq qiladi. Fototonga qaraganda rangning o'zgarib turish holati pastroqdir, lekin yuqorida aytilganiday, rangning to'qligi tasvirga olish vaqti va sharoitiga bog'liq. Buning uchun, koinotdan turib olingan tasvirlarni tahlil qilishda ranglarning namunalarni tuzib olish ma'quldir.

Obyektlarning shaklini esa asosiy belgi sifatida qabul qilish lozim. Aholi punktlarining shakli, chegaralari va umumiy ko'rinishi ularning tabiatini ko'rsatib turadi. Buni turli davrda olingan tasvirlarni taqqoslashda, ayniqsa o'zgarmaydigan va o'zgarib turish jarayonlari o'rganiladi. Obyektlarning geometrik shaklini va yorug'lik ko'rsatkichlarining o'zgarish xususiyatlarini mustaqil belgi sifatida ham ishlatish mumkin.

Aholi punktlarining katta-kichikligi rasmning masshtabiga bog'liq bo'ladi. Turli masshtabdagi tasvirlarni solishtirishda ularning aniqligi va batafsilligini e'tiborga olib, shaharlar va qishloqlarning shakli, o'lchovi o'zgarishini nazarda tutush kerak. Tasvirni tahlil qilish sharoitini yaxshilash maqsadida tasvirlar kattalashtiriladi. Yuqori aniqlikka ega bo'lgan tasvirlarni 5-10 marotaba kattalashtirish natijasida ularda tasvirlangan aholi punktlarining soni va tasvirlanish aniqligi 1:100 000 va 1:50 000 masshtabdagi topografik xaritalardagi aholi punktlarining soni va tasvirlanish aniqligiga tengdir. OpenStreetMap portalida joylashtirilgan ma'lumotlar sun'iy yo'ldoshlardan olingan bo'lib, aniqligi va to'liqligi 1:10 000 masshtabdagi topografik xaritalariga teng (4.15-rasm).



4.15-rasm. Shahardagi bino va inshootlar yaqqol ajratiladi.

Ijtimoiy-iqtisodiy sharoitlarni o'rganishda ko'p tomonlama joyni o'rganishning ahamiyati katta bo'lganligi sababli bir paytning o'zida turli elementlar egallagan maydonlar bir-biriga taqqoslab o'rganiladi. Bu elementlarning soni, hududiy taqsimlanish tabiati hamda chegara va shaharlarning birgaligi va ularning o'zgarishlari tekshiriladi. Bevosita va bilvosita belgilar tasvirni tahlil qilish paytida birgalikda ishlatiladi.

Aholi punktlarining tezroq topilishi ko'proq tasvirning fototoni yoki rangining farqiga bog'liq. Bundan tashqari, shakl, tuzilishi qancha aniq ko'rinsa, shunchalik tahlil qilish muvaffaqiyatli kechadi. Lekin aholi punktlaridan iborat tizimlarni aniqlash va o'rganishda bilvosita belgilarning ahamiyati ko'proq. O'rta kattalikdagi shaharlarni tasvirda topa olish, ularning tasviri atrofdagi boshqa shaharlarga nisbatan ajralib tirushiga bog'liq. Farqi qancha katta bo'lsa, shahar yoki qishloq shuncha osonroq topiladi. Demak, qishda olingan tasvirlarda arid muntazadagi shahar va qishloqlar yaxshi, yaqqol tasvirlanadi hamda ularning chegaralari, kattaligi va ichki tuzilishi ravshan ko'rinadi. Yoz va kuzda olingan tasvirlarda esa

katta va o'rta shaharlarning ajratilish imkoni bo'lsa, lekin kichik shaharlar va qishloqlarni ajratib bo'lmaydi.

Alohida shaharning tuzilishini yirik masshtabdagi koinotdan turib olingan tasvirlar havodan olingan tasvirlar bilan birgalikda ishlatilsa, tadqiqotning aniqligi oshadi. Mayda aholi punktlaridan iborat tizimlarni o'rganishda koinotdan turib olingan tasvirlarni mayda masshtabli havodan olingan tasvirlar bilan birgalikda ishlatish lozim.

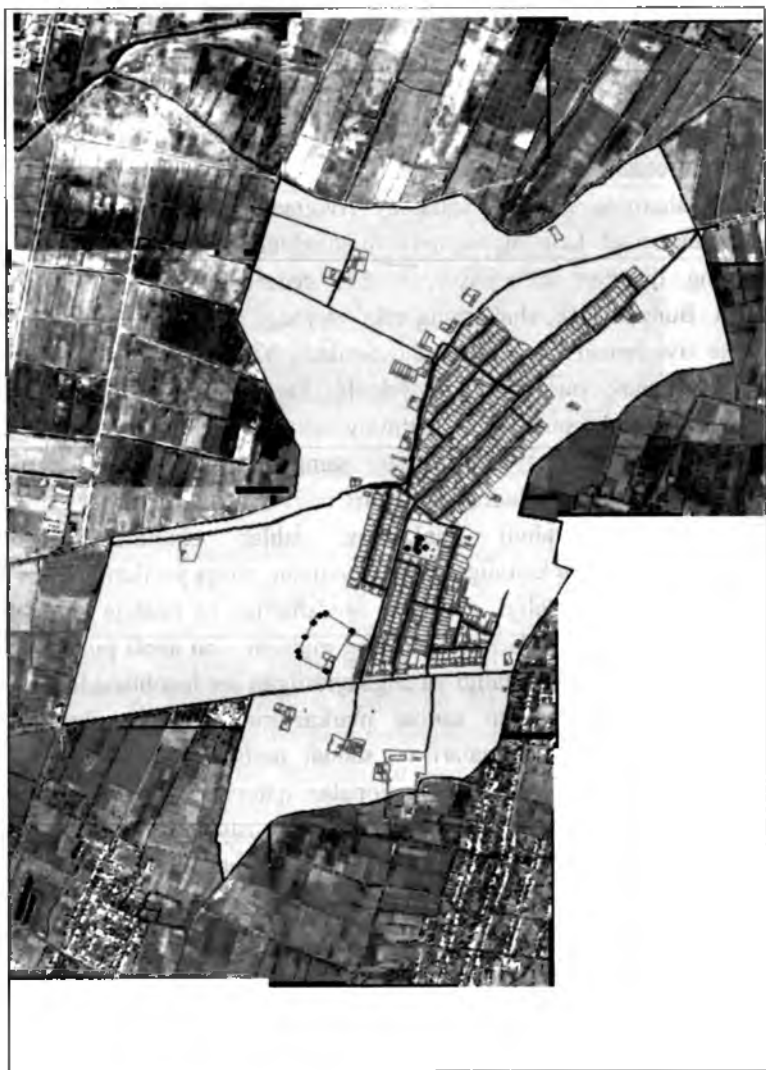
Ko'chalar va dahalar kattaligi, shakli, bir-biriga nisbatan joylashishi kabi shaharning tuzilishi iqtisodiy rivojlanishi belgisidir. Masalan, eski, qadimdam o'sib kelayotgan, betartib shakldagi qishloqlar va shaharlar yoki ularning qismlari zamonaviy, to'g'ri geometrik shakldagilardan ajralib turadi. Bunga qarab, shaharning eski va yangi qismlarini bir-biridan ajratib, shahar rivojlanish darajasiga baho beriladi. Yangi qurilish – bu investitsiya belgisi, demak, quriladigan maydonlar kattaligi bilvosita belgisi bo'lishi mumkin. Aholi punktidagi ijtimoiy-iqtisodiy obyektlarni tasvir orqali o'rganishda yerdan foydalanish samaradorligi, sanoat tarmoqlarini rivojlanganligi tekshiriladi (4.16-rasm).

Tasvirlarda aholi punktining, ishlab chiqarish funksiyalari ko'rsatkichi sifatida kattaligi, shakli, tuzilishi, aloqa yo'llarining joylashishi, tomorqalarining kattaligi, atrofdagi landshaftlar va boshqa aholi punktlari bilan bo'ladigan aloqalari olinadi. Eng muhimi - bu aholi punktidagi ishlab chiqarish zonasining kattaligi va unga ajratilgan joy hisoblanadi.

Ishlab chiqaradigan sanoat markazlarida aholi punktining asosiy maydonini sanoat korxonalari va sanoat omborxonalari egallaydi, aloqa y'ollari ham rivojlangan. Sanoat zonalarida qatorida alohida joylagan aholi turar dahalari va mahallalar o'ziga xos xususiyatlari, shakli va kattaligi bo'yicha ajralib turadi. Sanoat tarmoqlari rivojlanayotgan shaharlarda aholi turar joylarning maydoni ham, katta qurilgan maydonlari keng tarqalgan, yangi, to'g'ri geometrik shakldagi shahar qismlarining o'sib ketishi ham kuzatiladi. Tomorqalar esa kichik miqdorda tarqalgan va ko'proq shaharning chetlarida joylashgan.

Shahardagi rivojlangan sanoat tarmoqlarini aniqlashda korxonalarining shakli, kattaligi, joylashishi e'tiborga olinadi. Tajribalar ko'rsatganidek, yaxshi ajratiladigan korxonalardan foydali qazimlarni boyitish fabrikalari, metallsozlik va neftni qayta ishlash zavodlari kabilarni aytish mumkin.

Kimyoviy, mashinasozlik, yengil va oziq-ovqat sanoat korxonalari esa qiyinchilik bilan yoki umuman ajratib bo'lmaydigan hisoblanadi.



4.16.-rasm. Sarisoyo kadastr xaritasi sun'iy yo'ldoshdan olingan tasvir asosida tuzildi

Ishlab chiqaradigan sanoat korxonalarining joylashishi tabiiy sharoit va resurslariga bog'liq. Shu sababli ular daryo, ko'llar, suv omborlari yonida quriladi. Bevosita yo'l bilan ham, ya'ni tabiatga ta'sir qilish orqali ham aniqlash mumkin. Aytaylik, o'simlik va tuproqlar o'zgarishi yoki havo ifloslanishi orqali, turli qurilish inshootlarining zichligi orqali korxonaning turi va quvvati aniqlanadi. Korxonalarning geometrik shakli, transport vositalarining ko'pligi va rivojlanishi, uning kattaligi va ixtisosligini bildiradi. Inshootlar esa och kulrang yoki kul rangda tasvirlanib, boshqa obyektlardan ajralib turadi. Korxonalarning joylashishi ko'proq shaharning chetlarida kuzatiladi, ularni boshqa obyektlar bilan bog'lovchi yo'llari belgi sifatida xizmat qiladi. Sanoatning xususiyatlarini, ishlatiladigan texnologiyasini ham yaxshi bilish zarur, chunki korxonalarning tuzilishi va joylashishi ularga bog'liq bo'ladi.

Rangli va qora metallarni boyitish korxonalarini qazilma konlarga yaqin va transport vositalariga qulay bo'lgan ko'l yoki suv ombori yonida ko'rish mumkin. Rangli metallurgiya korxonalari ham suv manbaiga hamda ohaktosh va qum karyerlariga yaqin yerda ko'rinadi. Atrof-muhitga ushbu korxonalarning ta'siri, ya'ni o'simliklar qoplamining buzilishi, yerda qazib chiqarilgan chiqindilarni saqlash infraqizil tasvirlarda yaqqol ko'rinadi.

Mineral o'g'itlar ishlab chiqaruvchi korxonalarni tasvir orqali aniqlash murakkabroq. Kaliy o'g'itlari ishlab chiqaruvchi zavodlar faqat yirik masshtabdagi tasvirlarda doiraviy sig'imlar tufayli, azot o'g'itlar ishlab chiqaruvchi zavodlarni esa asosiy gaz quvurlarga bog'langanganligi tufayli ajratiladi.

Qurilish materiallari ishlab chiqaruvchi korxonalar tasvirlarda yaxshiroq tasvirlanadi, bunday korxonalar atrofida sement yoki ohaktosh changi bilan qoplangan yerlar oqroq rangi bilan aniq ajralib turadi. Bunday korxonalar ko'pincha aholi turar joylaridan uzoq masofada joylashganligi sababli temir yoki avtomobil yo'llari orqali karyerlar bilan bog'lanadi.

Mashinasozlik zavodlarini yuqorida ko'rsatilganday, katta maydonni egallaganidan, yirik inshootlardan iboratligidan va yo'llarning kamayishidan bilish mumkin. Yengil va oziq-ovqat sanoat korxonalari tasvirlarda birorta o'ziga xos xususiyati orqali ajratiladi, ularning binolari va inshootlari turar joy binolariga o'xshash bo'lib, aholi turadigan mahallalarda joylashishi ham mumkin. Ayrim hollarda paxta tozalash zavodlari ajratiladi. Ularning rangi

atrofdagi boshqa joylarga ko'ra oqroq tasvirlanadi va paxta buntlari ham yaqqol ko'rinadi.

Qurilish joylarini ularning betartib tasviri va och, aralash-quralash fototon bilan ajratish mumkin. Bunga o'xshagan sanoat va xo'jalik korxonalari chiqindilarini tashlash joylarini aholi punktining chetida ko'rish mumkin.

Xom ashyo tayyorlash korxonalarining fototasviridagi shakli, transport vositalarini, tabiatning o'zgarish darajasidan ajratish mumkin. Karyer fototoni oqroq yoki to'qroq, shakli esa cho'zilgan yoki tuxumsimon bo'lganligi sababli, uni aniqlash osonroq. Konlarning yonida yer osti suvlardan iborat bo'lgan kichik qullar, to'qroq rangda tasvirlanadi. Foydali qazimlamar qonlarining ishga tushirilgan joylarida transport obyektlarining ko'pligini kuzatish mumkin.

Karyerlar va ag'darmalarning rangi orqali ulardan qazib olinayotgan foydali qazilmalarning turini ham aniqlash mumkin. Temir konining ag'darilishi oq yoki och ko'k rangli, mis konining karyeri to'q-kul rang yoki qora rangda, toshko'mir karyerining cho'zilgan shakli qora rangda tasvirlanadi. Binokorlik materiallarining karyerlarini faqat nihoyatda batafsil koinotdan turib olingan tasvirlarda ko'rish mumkin, xolos. Chunki ularning maydoni katta emas, rangi esa atrofdagi obyektlardan farq qilmaydi. Tabiatning o'zgarishi ham mahalliy darajada kuzatiladi. Gaz konlari yonlarida gaz-quvurlari va yonlarida ko'p miqdordagi turli yo'llar ularning joyini aniqlashdagi belgisidir. Daryolardagi to'g'onlar tufayli gidroelektromarkazlarni ajratish mumkin, bundan tashqari daryo kengligining o'zgarishi ham bunga belgi bo'ladi.

Xom-ashyo tayyorlash markazlari ishlama sanoat markazlaridan farq qiladi. Bunday shaharlar qumlarda yoki tog'li, tog' oldi joylarda bo'lib, zamonaviy tuzilishiga ega, ya'ni ularning ko'chalari to'g'ri chiziqli, mahallalar va dahalar to'g'ri geometrik shaklda bo'lib, atrofdan ajralib turadi. Xom-ashyo tayyorlash korxonalari, turar joydan uzoqroq masofada joylashganligi tufayli, ular va shahar orasida xilma-xil yo'llar va tomorqalar maydoni ham ancha katta bo'lishi mumkin. Arid zonasidagi bunday markazlarning tabiatga ta'siri kuchayadi. Transport harakati tufayli o'simliklar qoplamasi sezilarli darajada buziladi.

Transport markazlari turli asosiy yo'llarning tutashgan joyidan bilinadi. Bu tipdagi shaharlarda omborlar egallab turgan maydoni katta, ayrim vaziyatda transport tarmog'i bo'yicha cho'zilgan. Transport funksiyalarining bajarilishi ko'pincha boshqa funksiyalar qatorida kuzatiladi, ayniqsa qishloq xo'jalik rayonlarining ma'muriy markazlarida tez-tez uchrab turadi, shuningdek o'rta va kichik shaharlar bir necha yo'llar orqali qishloqlar bilan bog'lanib turishi bilan boshqa aholi punktlaridan ajralib turadi. O'zbekistondagi shunga o'xshash rayon markazlarida sanoat korxonalari qishloq xo'jalik xomashyo qayta ishlab chiqarish korxonalari kabi yoki mahalliy sanoat korxonalari kabi bunyodga keladi. Bunday shaharlarda tomorqa maydonlari katta va o'simliklar ko'p miqdorda mavjud. Qishloq xo'jalik ekinlari ekilgan dalalar shaharlarni o'rab turadi va shu sababli ularni yirik masshtabli koinotdan turib olingan tasvirlarda aniqlash oson kechadi. O'rta masshtabli tasvirlarni faqat 5-15 marta kattalashtirish yo'li bilangina ishlatish mumkin. Chorvachilik zonasida joylashgan shaharlarni ham aniqlash murakkab, chunki tomorqalar maydoni kichrayadi, yo'llar soni kamayadi va shaharlar atrofidagi obyektlarni farq qilish darajasi pasayadi. Lekin cho'l va dasht zonasida aholi punktlarining ajralib turishi bir muncha yaxshiroq, qumlarda shaharlarning tasviri ancha farqlanadi, bu yerda yo'llar ham yaxshi ko'rinadi.

O'zbekistondagi shaharlarning katta qismini kichik shaharlar va shahar tipidagi shaharchalar tashkil qiladi. Bunga ko'ra sanoatni rivojlantirish maqsadga muvofiqligini e'tiborga olsak, ularning taqsimlanishini, bir-biri bilan bog'langanligini, sanoatni rivojlantirish sharoitlari kabi masalalarni tasvirlar orqali hal etish mushkul bo'lmay qoladi. Sanoat shaharchalarini ulardagi yirik sanoat korxonalari borligi orqali ajratish mumkin. Ko'pincha bunday shaharchalar xom-ashyo tayyorlash mintaqalarida joylashgan bo'lib, ular va konlar orasida ko'plab yo'llar mavjud.

Qishloqlarni o'rganishda o'rta va yirik masshtabdagi tasvirlardan foydalanish ma'qul. 100 kishi va undan ortiq aholi yashaydigan qishloqlarni 1:2 500 000 masshtabli tasvirlarda tasvirlash darajasi 1:100 000 masshtabli topografik xaritaning tasvirlanish darajasiga yaqin.

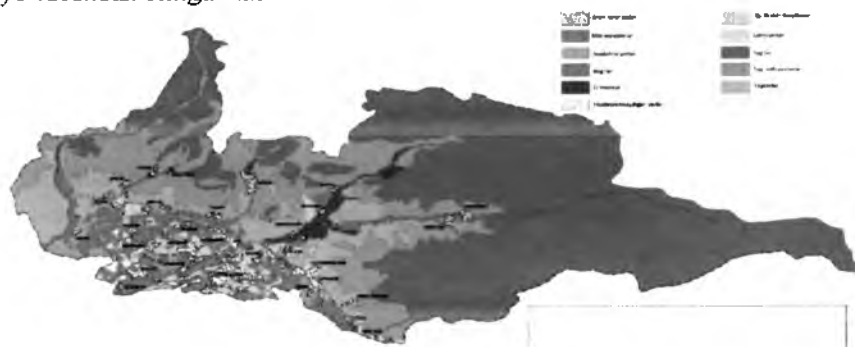
Barcha qishloqlar qishloq xo'jaligining turli tarmoqlari rivojlanishi bilan bog'liq. Vohalarda joylashgan qishloqlar esa ko'proq dehqonchilikka, tog'li va tog' oldida joylashgan qishloqlar chorvachilikka ixtisoslashgan va

shu sababli ularning tuzilishi, kattaligi dehqonchilikka ixtisoslashgan qisloqlardan farq qiladi.

Qishloq aholisining joylashuvi, yerdan foydalanish xususiyatlari, joyning relyefi, qishloqlarning ichki tuzilishi va ularning kattaligi orqali aniqlanadi (4.17.-rasm) va bu asosda yerdan foydalanish xaritasi tuziladi (4.18.-rasm).



4.17.-rasm. Qashqadaryo viloyati Kitob tumani hududining sun'iy yo'ldoshdan olingan tasviri.



4.18.-rasm. Kitob tumanida yerdan foydalanish xaritasi

Har bir alohida olingan aholi turar joyi qadimdan saqlanib kelgan tabiiy sharoitlariga bog'liq bo'lgan xislatlarga ega va umumiy aholi joylar tipiga xos. O'zbekistondagi aholi joylashuviga suv va yer sifati, ularning boyligi nihoyatda katta darajada ta'sir qilgan. Bulardan kelib chiqqan barcha aholi joylashuvini 4ta guruhga ajratish mumkin:

1) dehqonchilik mintaqalarida yirik qishloqlarda aholining joylashuvi,

- 2) dehqonchilik-chorvachilik va chorvachilik-dehqonchilik mintaqalarida o'rta va yirik qishloqlar aholisining joylashishi,
- 3) dehqonchilik-chorvachilik mintaqalaridagi mayda qishloqlar aholisining joylashishi,
- 4) yaylovlar va dehqonchilik makonlaridagi o'rta va mayda qishloqlarda aholining joylashishi.

Ushbu guruhlar tasviri orqali bir-biridan ajralib turadi. Kuzda olingan tasvirlarda dalalarning to'g'ri burchakli shakli va chegaralari yaqqol ko'rinadi. Yirik qishloqlarning kattaligi va bir-biriga yaqin joylashishi dehqonchilik rayonlaridagi aholi joylashuvining xislatlaridir. Chorvachilik-dehqonchilik rayonlaridagi o'rta va yirik qishloqlarda aholi joylashishi qizil diapazondan olingan tasvirlarda oson ajratiladi. Qishloqlar orasidagi masofalar kattaroq bo'lib, bu tip aholi joylashuvi qiyofasining muhim xislatidir. Yaylovlar va dehqonchilik makonlarida tasvirlanmaydi, dalalar faqat qishloqlar atrofida kuzatilmoqda va aholi punktlari kichik bo'lganligi sababli tasvirlarda ravshan tasvirlanmaydi.

Tasvirlardagi yo'llarni o'rganib, ularning mohiyati, kengligi, qoplamining turi kabi tomonlarini aniqlashdan tashqari, yana qishloq va shaharlarni bir-biri bilan bog'langanligini, ya'ni rivojlangan tizimlari o'rganiladi. Temir yo'llar ko'z ko'radigan qizil diapazonda olingan oq-qora tasvirlarda to'g'ri chiziq bo'lib, atrofidagi yerlardan yaqqol ajralib ko'rinadi. Infraqizil zonadan olingan tasvirlarda esa temir yo'llar to'q-kul rangda haqiqiy kengligidan kattaroq bo'lib tasma holda tasvirlanganligi sababli mayda masshtabli surtalarda ham ajratiladi. Avtomobil yo'llari tasvirlarda oq yoki och-kul rang, infraqizil tasvirlarda esa to'q-kul rangda tasvirlanadi. Demak, tasvir orqali, yo'lning ahamiyatini ham, aloqalar bog'lashdagi o'rmini ham o'rganish mumkin.

Uzoq masofadan olingan tasvirlar orqali qishloq xo'jaligini o'rganish ham muvaffaqiyatli natija beradi. Eng muhimi, bunday tasvirlar joyning iqtisodiy holatini, o'rmini, uni qishloq xo'jalik ishlab chiqarishning xususiyatlarini tekshirishda yordam beradi. Shu bilan birga, qishloq xo'jalik ekinlari holatini, yerdan foydalanish yo'llari va unumdorligi hamda joriy nazoratning turli vazifalarini yechishda ular muhim qurol bo'lib qolgan.

Qishloq xo'jaligini uzoq masofadan olingan tasvirlar orqali o'rganish yo'llari nihoyatda ko'p. Ularni asosan ikki xil vazifani yechish uchun

mo'ljallanganligini ham ko'rsatish kerak. Birinchi yechiladigan vazifa – bu joriy nazorat qilish orqali ekin maydonlari ham, ekinlarning holati ham, agrotehnika va meliorativ tadbirlar ham, yerlar holati ham kuzatiladi. Bu asosda turli xil ko'rsatkichlar baholanadi va oldindan aytib beriladi. Masalan, hosildorligi, yalpi hosil miqdori yuqori aniqlik bilan oldindan aytib berilishi mumkin. Ko'rinib turibdiki, bu guruhdagi vazifalar umumiy vazifa bo'lib, uni yechishda o'simliklarning tasvirlanish xususiyatlari geoaxborot texnologiyalar orqali tekshiriladi.

Ikkinchi vazifa – bu tabiiy va qishloq xo'jalik boyliklarini hisobga olish. Bunda yerlar fondini o'rganib, qishloq xo'jaligini hududiy tashkil qilish elementlarini tekshirish, uning rayonlarini ajratish, ekin maydonlari tarkibi va holatini o'rganib, dehqonchilik unumdorligini va samaradorligini baholash kabi masalalarni yechishdir. Bular qatorida turli xil yerlarni va ulardan foydalanish xaritalarini tuzish, qishloq xo'jaligini rayonlashtirish loyihalarini tuzish,

Boshqa turli xil masalalar yuqorida ko'rsatilgan vazifalarni yechish yo'li bilan hal qilinadi va ularga tayanib tadqiq qilinadi. Ekin maydonlarini hisoblab va qishloq xo'jalik ekinlarining holatini davr mobaynida kuzatish, kelajakda bo'ladigan hosilni oldindan aytib beriladi.

Ma'lumki, qishloq xo'jaligida yer boyligi katta ahamiyatga ega, shu sababli, bu masalaga katta e'tibor beriladi. Tez va soz o'rganish uchun uzoqdan olingan ma'lumotlar qimmatbaho manba hisoblanadi. Aytaylik, zamonaviy yerdan foydalanishga va unda kuzatiladigan o'zgarishlarga, foydalanishning boshqa tabiiy hamda iqtisodiy omillari bilan uzviy bog'langanligiga katta e'tibor beriladi.

Koinotdan turib olingan ma'lumotlarning afzalligi shundaki, ular bir paytning o'zida katta maydonlarda hodisalarning tarqalishini baholab, ularni bir-biri bilan taqqoslashi, bog'lanishini tadqiq qilishga imkon yaratadi. Bunday tahlilga asoslanib, tabiiy boyliklardan unumli foydalanish chora-tadbirlarini aniqlash ham oson, qishloq xo'jalik rayonlarining chegaralari aniq va batafsil o'rganiladi hamda ishlab chiqarish korxonalarining joylashishi, ularning ixtisosligi tekshiriladi.

Qishloq xo'jalik obyektlarining xislatlari ularning tasvirda o'rganish imkoniyatlariga katta ta'sir qiladi. O'simliklar qoplamasi faslga oid o'zgarib turadi va uning ko'payishi nur qaytarish xususiyatlarida aks etadi. Natijada

har xil faslda olingan tasvirardagi qishloq xo'jalik obyektlarining tashqi ko'rinishi va qiyofasi o'zgarib turadi. Bir tomondan, bunday o'simliklarning o'zgarib turishi bir-biridan aniqroq ajratishga yordam beradi, chunki ular turli xil ekinlar nur qaytarish qobiliyati kabi o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ularning o'zgarib turish qonun-qoidalarini bilib turib, turli xil masalalarni tez va soz yechish mumkin.

Bundan tashqari, turli xil o'simliklar ham o'z nur qayatarish xususiyatiga ega va bu xususiyat ko'p omillarga bog'liq. Masalan, paxta va beda ekinlarining nur qayatarish xususiyatlari farqlanadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, ushbu koeffitsientlarni turli xil nur qaytarishdagi o'zgaruvchanlik turg'unligi bilan ta'riflanadi, ya'ni paxta va beda nur qaytarish koeffitsientlarining turli diapazonlar orasidagi farqi doimiy son bo'ladi. Ular orasidagi farq qancha katta bo'lsa, tegishli o'simliklarni tasvirda ajratish shunchalik oson kechadi. Koeffitsient miqdori oshgan sari, tasvirning rangi yoki fototoni ochiladi. Elektromagnit spektrining qizil zonasida olingan tasvirlarda paxta va beda ekinlari bir-biridan yaxshi ajratiladi. IQ optik zonasida esa ular orasidagi farq yo'qoladi va ularni bir-biridan ajratib bo'lmaydi. Paxta va sholi dalalarini qizil zonada olingan tasvirlarida aksincha ajratib bo'lmaydi, chunki ularning nur qayatarish qobiliyati o'xshash. Lekin IQ zonasida olingan tasvirlarda suv bosgan sholi dalalari yaxshi tasvirlanadi. Albatta, fasl mobaynida nur qayatarish xususiyati o'zgarib turadi, har bir daladagi ekinlar holati ularning tasvirida aks etadi. Tekis ravishda, qalin bo'lib chiqqan ekinlar tasvirlarda to'qroq tasvirlanadi. Ularning holati yomonlashgan sari, tasvirda turli dog'lar paydo bo'ladi.

Qishloq xo'jalik ekinlarini o'rganishda dalalarning shakli va katta-kichikligi dehqonchilikka ixtisoslashganligiga va tabiiy sharoitlariga bog'langan.

O'zbekistonda umumiy haydalgan yerlarning 53.9%ini 1 gektardan kichik bo'lgan dalalar tashkil qiladi. Vohta qismidagi dalalar qishloqlarga yaqin bo'lib, boshqa turli xil yerlar bilan aralash holda uchrab turadi. Paxta ekiladigan dalalar kattaroq, sholi ekiladigan dalalar esa kichikroqdir. Lalmikor yerlardagi ekinlar o'z rangi, dalalar o'lchovi va shakli bilan ajralib turadi.

O'zbekistonda dalalarning o'rtacha kattaligi 1,6 gektar. Shu sababli faqat yirik masshtabli, aniqligi yuqori bo'lgan tasvirlardan ularni tahlil qilish ma'q'ulroq. Demak, tasvirlarning masshtabi 1:200 000 - 1:1 000 000 bo'lsa dehqonchilikka oid masalalarni o'rganish oson. Zotan, mayda masshtabli tasvirlarda ham yirik vohalar ko'karib turgan o'simliklar tufayli namoyon bo'ladi. Bunday tasvirlardan faqat umumlashtirilgan ma'lumot olish mumkin.

Qishloq xo'jalik ekinlari dalalarning chegaralari, asosan, to'g'ri burchakli, ravshan va tasvirda yaqqol ko'rinadi. Ko'pincha adashib, ularni aholi punkti deb hisoblashadi. Tabiiy yem-xashak yerlarining chegaralari esa tabiiy obyektlar chegaralariga o'xshash bo'lib, noto'g'ri shaklda, noaniq, silliqdir.

Tasvirdagi ekinlarning fototoni, rangi ko'p omillarga bog'liq va kun mobaynida o'zgarib turadi. O'zgarishga ta'sir qiladigan omillar – bu quyosh balandligi, atmosfera holati, joyning relyefi kabilardir.

Ekinlarni bir-biridan ajratishda ularning fenologik rivojlanish tartibini e'tiborga olish lozim. Farg'ona vodiysidagi ekinlarni o'rganishda eng qulay davr – bu aprel, may, iyunning boshi hisoblanadi. Bu payt ichida paxta endi o'sa boshlaydi, boshqa ekinlarga, masalan, bedaga ko'ra ochroq bo'lib tasvirlanadi. Shu sababli paxta dalalarini yaqqol ko'rish va ajratish mumkin.

Ekinlarning holatini ular tasvirlaridan ham aniqlash oson. Tasvirning rangi yoki fototoni va naqshini o'rganib, o'simlik qoplamining buzilishini yoki kasal o'simliklarni ajratish mumkin. Masalan, o'simlik qoplami buzilishi bilan uning tasvirining rangi va fototoni ochiladi. Buning sababi – o'simliklar orasidagi tuproq ko'rinib qoladi. Kasallikka uchragan o'simliklarni sog' o'simliklardan ajratish imkoni ham bor. Buning uchun, IQ zonada olingan tasvirlarda bunday o'simliklar juda to'q bo'lib tasvirlanadi va yaqqol ajralib turadi.

Turli xil masshtabdagi tasvirlardan foydalanib, tasvirlarning masshtabi 1:50 000 – 1:200 000 bo'lgan holda alohida olingan har bir dala to'g'risida ma'lumot olish mumkin. Yerlarning hududiy komplekslarini esa tasvirlarning masshtabi 1:2 500 000 bo'lganda o'rganish imkoniyatlari katta.

Yerdan foydalanishni kuzatishda haydalgan yerlar miqdori va holati, ularning shakli, katta-kichikligi, chegaralari xislati va rangi yoki fototon orqali o'rganiladi. O'zbekistonning voha qismida joylashgan dalalar shakli

suv manbalari, ya'ni kanallar, daryolar shakliga bog'liq. Qadimdan haydalib va sug'orilib kelingan yerlar kanallar va daryolar bo'ylab ular atrofida archasimon ravishda joylashgan. O'zlashtirilgan yerlarda dalalar kattaroq bo'lib tasvirlanadi. Lalmikor yerlar ko'proq tog' oldi tekisliklarida, yoyilma konuslar, tog'lar orasidagi cho'kmalarida joylashgan bo'lib, yonbag'irlar shaklini takrorlaydi. Bunday yerlardagi donli ekinlar ochroq rangda tasvirlanadi, dalalar esa vo'ha qismidagi dalalardan kattaroq.

Yer holati, ya'ni sho'rlanishi yoki suv bosishi ham tasvirda aks etadi. Oq-qora tasvirning ochilishi yerlarni yomonligidan dalolat beradi. Rangli tasvirlarda esa rangning xiralashib ketishidan yerning noqulay ahvolda bo'lishini bilish mumkin.

O'zbekistonda bog', uzumzor, poliz kabi ko'p yillik ekinlar keng tarqalgan va tabiiyki, ular ham tasvirda kuzatiladi. Ular ko'pincha qishloqlarga yaqin joylashgan bo'lib, tasvirdagi naqshi ham boshqa ekinlardagidan o'z dog'simonligi yoki nuqtasimonligi bilan ajralib turadi. Katta bog'lar chiziqsimon shaklda namoyon bo'ladi. Tog'li joylarda esa bog'larning yonbag'irlariga ko'ndalang bo'lib joylashishi ularni aniqlashga yordam beradi.

Yaylovlar va o'tloqlarni tasvirlar orqali o'rganishda asosiy belgi – bu tasvirning rangi yoki fototoni, hamda naqshi. Bundan tashqari, bilvosita belgilar, ya'ni o'tloqlarning joylashishi, relyef va suvlar bilan uzviy bog'lanishi kabi xislatlari bunday yerlar holatini, turini, unumdorligini o'rganishga asos bo'ladi. Baland tog'li joylarda yozgi yaylovlar ko'proq kuzatiladi, tog' oldi, o'rta va past tog'li joylarda esa kuzgi-bahorgi poda haydaladigan o'tloqlar joylashgan. Cho'l va chala-cho'l zonasida joylashgan o'tloqlar holati ham, turi va unumdorligi ham ularning naqshi, rangidan o'rganiladi. O'tloqlar qoplamining buzilishi tasvir rangining ochilishidan dalolat beradi.

Qishloq xo'jaligi uchun yaroqli yerlarni hisob-kitob qilishda ham tasvirlardan foydalaniladi. Sho'rxoklarning tarqalishini o'rganib, yerning sifatini oshirish chora-tadbirlarini ko'zda tutib, yer boyligining unumdorligini ko'paytirish mumkin. Sho'rxoklar mayda masshtabli tasvirlarda ham noto'g'ri shakldagi oq yoki och-kulrang dog'lar sifatida yaqqol namoyon bo'ladi. Sho'r bosgan yerlar ham haydalgan yerlar ichidagi och-kulrangli noto'g'ri shakldagi dog'simon tasviri bilan ajralib turadi.

Cho'llarda bunday yerlarni ajratish oson, agarki o'simliklar qoplami buzilgan bo'lsa. Aksincha bunday yerlarni ajratib bo'lmaydi. Qishloq xo'jaligiga xalaqit beradigan qumlarni ularning rangi, shakli va naqshi boshqa yerlardan osongina ajratiladi.

Agrotexnik chora-tadbirlar to'g'risida fikr yuritish uchun tasvirlarda suv va shamol ta'siriga qarshi, suv melioratsiyasi kabi bajariladigan ishlarning "izlarini" tadqiq qilish kerak. Shamol ta'siri kuchli bo'lgan joylarda unga qarshi qilib tor tasma shakldagi dalalarni asosiy shamollar yo'nalishiga ko'ndalang qilib yoki aralash – quralash joylashtirib, ekinlarni va yerlarni saqalb qolishga harakat qilinadi. Suv ta'siriga qarshi dalalar yonbag'irlarida ko'ndalang bo'lib joylashtiriladi yoki relyefning pasayib-ko'tarilishini e'tiborga olib, dalalarni tepaliklarda joylashtirishadi.

Qishloq xo'jalik korxonalarining tarqalishini, ularning joydagi ahamiyatini tasvir orqali o'rganib, qishloq xo'jalik ixtisoslik rayonlarini tahlil qilish mumkin va bu asosda yer va suv boyligidan foydalanishning unumli yo'llarini topish imkoni bor.

Savollar:

- uzoq masofadan tadqiq qilishda mintaqalarni o'rganish uchun qaysi tasvirlar asosiy manbalar sifatida ishlatiladi?
- koinotdan turib olingan tasvirlarda shahar tuzilishida nechta xilma-xil elementni 90% aniqlikda farqlash mumkin?
- sanoat rayonlari, yo'llari, suv sathi, shahar chekkasidagi daraxtzor yoki o'rmonlar kabi turli obyektlar tasvirlarda nimaga ko'ra farqlanadi?
- koinotdan olingan tasvirlardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish yo'llarini ko'rsatib bering
- koinotdan turib olingan tasvirlarning muhim afzalligi nimada?
- shahar atrofidagi muhitning ifloslanishini o'rganishda qaysi ma'lumotlardan foydalanganligi maqsadga muvofiq?
- o'zbekiston tasvirlarida shaharlar va qishloqlar atrofidagi o'simliklardan qanday qilib ajralib turadi?
- sanoat obyektlari tahlil qilishda nimaga ko'proq e'tibor beriladi?
- qishloqlarni o'rganishda qaysi masshtabdagi tasvirlardan foydalanish ma'qul?
- qishloq xo'jaligini uzoq masofadan olingan tasvirlar orqali o'rganish yo'llari qaysi ikki xil vazifani yechish uchun mo'ljallangan?

4.4. Joydagi o'zgarishlarni kuzatishda aerokosmik tasvirga olish usullaridan foydalanish

Yer yuzasida ekologik vaziyat murakkablashganligi, tabiiy boyliklarning chegaralanganligi, inson faoliati ta'sirida keskin ravishda o'zgarib, kamayib ketishi sababli joydagi o'zgarishlarni kuzatishning ahamiyati ortib bormoqda. Shu sababli, tabiiy sharoit va boyliklarni ko'p tomonlama o'rganib, turli xil hodisalarning o'zaro aloqadorligini va bog'liqligini vaqt mobaynida o'zgarib turish ana'nalarini tahlil qilishda uzoq masofadan olingan ma'lumotlar muhim manba va qurol bo'lib turibdi. Joriy nazorat qilish vazifasini yechishdan boshlab, tabiiy muhitning o'zgarish qonun-qoidalarini aniqlashgacha bu ma'lumotlar tahlil qilish usullarida qo'llaniladi. Joydagi o'zgarishlarni kuzatishda va aniqlashda bir nechta vazifalar yechiladi. Bular qatorida turli davrdagi olingan tasvirlarni taqqoslab tahlil qilish hamda alohida olingan tasvirni tadqiq qilish vazifalari. Bunga bog'liq holda qo'llaniladigan yo'llar va usullar farq qiladi. Agar joydagi o'zgarishlar tezligi, jadallashtirilishi, ana'nalari obyektning qiyofasida aks ettirilsa, ularni alohida olingan tasvirdan foydalanib o'rgansa bo'ladi. Turli yillarda olingan tasvirlar hamda xaritalarni bir-biri bilan solishtirib, joydagi chegaralar o'zgarishi, tabiiy obyektlarning bir-birining joyini egallab turishi, tabiatdagi tiklanadigan va tuzatib bo'lmaydigan joylarni aniqlab tadqiq qilish mumkin. Lekin, agar o'zgarishlar nihoyatda kichik maydonda tarqalgan bo'lsa, ularni uzoq masofadan olingan ma'lumotlar orqali o'rganish imkoniyatlari chegaralangan.

Turli tasvirlarni taqqoslaganda, ular tasviridagi o'zgarishlarni topa olishdan boshlanadi. Bunda ayrim o'zgarmagan obyektga nisbatan o'lchash va hisoblashlarni olib borish kerak. Barcha o'zgarishlarni bunday guruhlariga ajratish mumkin:

- 1) kun mobaynida o'zgaradigan hodisalar va obyektlar,
- 2) fasl yoki yil mobaynida o'zgaradigan joylar va obyektlar,
- 3) ko'p yillik yoki asrlar davomida tabiatning o'zgarishi.

Albatta, kun mobaynida o'zgaradigan obyektlar yoki hodisani kuzatish uchun joriy nazorat qilish asbob-uskunalaridan foydalanilsa, katta bo'lgan joydagi o'zgarishlarni kuzatish maxsus meteorologik, okeanologik kabi sun'iy yo'ldoshlardan olingan ma'lumotlar qo'llaniladi. Bunday tasvirlar

orqali shamollar yo'nalishi va tezligi, siklon rivojlanishi, haroratning o'zgarishi kabi hodisalar o'rganiladi. Bahorda o'simliklarning yer yuzasida tarqalishi "yashil to'liq" ga o'xshatib o'rganiladi. Tez o'zgaradigan hodisalar maxsus kuzatish yo'li bilan tekshiriladi, masalan, tabiiy ofatlar, qor ko'chishi, sel yoki suv bosishi kabi jarayonlarni havodan ham, koinotdan ham kuzatsa bo'ladi. Ayrim maxsus tadqiqotlarda yerdan ham, vertolyot yoki dronda, dengiz kemalaridan ham kuzatish olib boriladi. Butun yerdagi yaxlit hodisani tahlil qilishda geostatsionar sun'iy yo'ldoshlardan ma'lumotlar to'planadi. Yerni kuzatish maqsadi bilan AQSh, Rossya, Yuvropa iqtisodiy birlashmasining, Yaponiya va boshqa mamlakatlar sun'iy yo'ldoshlardan iborat kuzatish tizimi barpo etilgan. Bu ma'lumotlarni to'plash, qayta ishlash avtomatik yo'l bilan amalga oshiriladi. Masalan, sinoptik xaritalar shu yo'l bilan tuziladi.

Ko'pincha tabiiy hodisalarning o'zgarishini kuzatishda ularni davr mobaynida o'zgarib turish an'analarini tekshiriladi. O'zgarishlarni davriy, ya'ni ayrim davrga yoki tartibga munosib bo'lgan yoki ilgari boradigan tarraqiy qilish tomonlari tekshiriladi. Bunday davrlarning davomi – bir kunlik, 27 kunlik, yillik, 2-3 va 4-5 yillik, 11 yillik, 22-23 yillik, 33-35 yillik, 40-45 yillik, 80 yillik, 110 yillik, 1850-1900 yillik va undan ortiq bo'lishi mumkin. Umumiy o'zgarishlar qonun-qoidalari tabiiy tizimlarning alohida olingan obyektlari, hodisalar va jarayonlarida ko'rinadi. Har bir komponent boshqalari bilan u'zviy bog'liq holda o'zgarib turadi, lekin bu o'zgarishlarning natijalari bir vaqtga to'g'ri kelmasligi ham mumkin. Bunday o'zgarishlarni aniqlash uchun turli xil ma'lumotlarni tanlab olish va tasvirga olish vaqtini tekshirishga to'g'ri keladi.

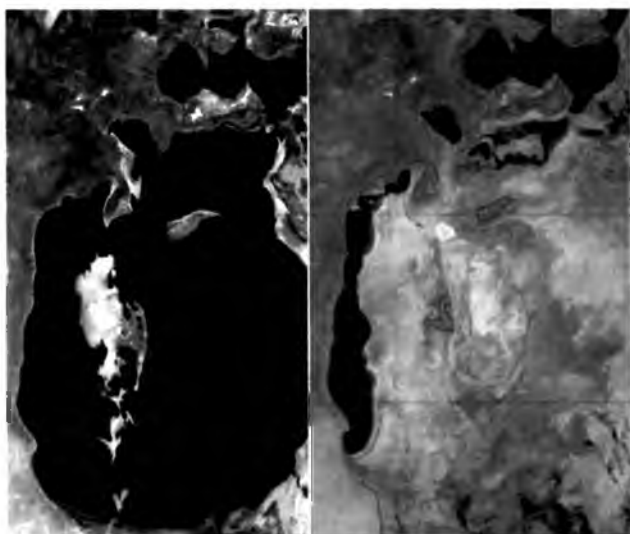
Vaqt mobaynida barcha tabiiy obyektlarning nur qaytarish xususiyati tekshirilganda, tuproqlar va tog' jinslari xususiyatlari nisbatan turg'unlik qobiliyatiga ega. Tuproqning spektral yorug'lik koeffitsienti ularning namligi, sho'rlanishi, chirindilar miqdoriga bog'liq. Suvlarning tiniqligi esa ularning nur qaytarish xususiyatiga ta'sir qiladi, lekin, umuman, olganda bu ko'rsatkichlarni turg'un deb hisoblasa bo'ladi. Yer yuzasining qiyofasini tashkil qiladigan o'simliklar nihoyatda faslga oid o'zgaruvchan bo'lib, nur qaytarish xususiyati ham turg'un emas.

Alohida olingan tasvirdagi o'zgarishlarni kuzatishda asosiy e'tibor relyef, o'simliklar, suv va antropogen obyektlarga hamda tizimlarning

morfologik tuzilishiga qaratiladi. Bunda landshaftli-indikatsion yonish qabul qilinadi. Aytaylik, qor ko'chishi o'simlik qoplami va rel'ef shakllarining o'zgarishiga olib keladi. Bu o'simliklarni taqsimlash tartibi, ularning yoshi, qoplaminin buzilishi darajasi qor ko'chishining kuchini, tezligini, ko'chgan vaqtini o'rganishga yordam beradi. Yangi o'sib chiqqan o'simliklarning chegaralari qor ko'chishining yo'nalishini bildiradi. Qumlarda tizma va barxanlarning shakli, ularning uzunligi va kattaligi asosiy shamollar va ularning kuchi to'g'risida ma'lumotlar to'plashga yordam beradi. Dengiz sathining o'zgarib turishi dengiz terrasalari shaklida namoyon bo'ladi, daryo o'zanining o'zgarishi esa vodiynin terrasalar turkumlarida iz qoldiradi. Zotan, tabiatdagi barcha harakatlarni obyektlarning tashqi ko'rinishidan o'rganish mumkin. Tasvirning naqshi orqali sodir bo'lgan o'zgarishlar to'g'risida fikr yuritish mumkin. Masalan, Amudaryo qismida Orol dengizi suvinin pasayib ketish davrlarini kuzatish mumkin. Ma'lumki, suv ostidan chiqib qolgan joylarni vaqt mobaynida o'simliklar qoplaydi. Ushbu o'simliklar turi va tarkibi suvning pasayish davrini bildiradi. Bunga o'xshash hollar, ya'ni suv pasayib ketishi tufayli landshaftlar o'zgarib turadi, yaxlit bo'lgan joylar qismlarga bo'linib ketadi, qadimgi o'simliklar o'mini yangi o'simliklar bosadi.

Daryolar shakli ham tabiatdagi bor harakatlar to'g'risida ma'lumot bildiradi. To'g'ri shakldagi qismlar ajratilib, suv ko'pligi, uning tezligi va boshqa ma'lumotlarni tekshirish mumkin. Vodiydagi daryolar simmetriyasining buzilishini tektonik harakatlar natijasi deb hisoblasa bo'ladi. Turli davrda olingan tasvirlar orqali bevosita yo'l bilan bor o'zgarishlar aniqlanadi. Albatta, bunda tasvirga olish vaqti, sharoitlar o'xshash bo'lish shart. Masalan, Orol dengizning chegaralari o'zgarishini tadqiq qilishda Landsat sun'iy yo'ldoshidan olingan tasvirlardan foydalaniladi (4.19-rasm).

Ushbu usulda tasvirlar bir-biri bilan solishtiriladi, taqqoslash aniqligini oshirish maqsadida ayrim o'zgarmagan obyekt tanlanadi va unga nisbatan hisoblash va taqqoslashlar olib boriladi. Tasvirlar ustma-ust tushirilib, yangi bir butun tasvir ham chiqarish va bor o'zgarishlarni unda tekshirish mumkin.



A

B

4.19.-rasm. Orol dengizning o'zgarishi Landsat sun'iy yo'ldoshidan olingan tasvirlardan ko'rinadi A – 1998, B-2014

Shuni ta'kidlash kerakki, tabiatdagi o'zgarishlarni kuzatishda fotografik, skanerli, infraqizil, radiolokatsion kabi turli xil ma'lumotlardan foydalaniladi. Ayataylik, infraqizil tasvirga olish natijalari yordamida Dunyo okeanlaridagi oqimlar orasidagi chegaralar harorati farqi to'g'risida ma'lumot to'planadi va issiq hamda sovuq oqimlarning yo'nalishi, tezligi tekshiriladi. Tasvirlardan iborat bo'lgan filmlar davr mobaynida o'zgarishlarni aniqlash va qonun-qoidalarini o'rganishga yordam beradi. Gidrodinamik hodisalarni ular tasvirining rangidan o'rganish mumkin, chunki fitoplankton pigmenti taqsimlanishi vaqt mobaynida o'zgarib turadi. Shamol ta'sirida suv yuzasi notekis bo'ladi hamda to'lqinlar shaklining katta-kichikligini o'rganib, shamol yo'nalishini, tezligini, kuchini kabi xususiyatlarini tadqiq qilishda radiolokatsion tasvirga olish yo'lidan foydalaniladi.

Dengiz qirg'oqlarining shakli orqali ham ko'p qiziqarli ma'lumotlar tadqiq qilinadi. Bular qatorida gidrodinamik jarayonlar o'z aksini topadi, oqimlar esa qirg'oqlarning suv bilan yuvib ketishini, suv oqizib kelib o'yib

tashlagan qatlamlarning yig'lishi va harakat qilishini kabi litodinamik xususiyatlarni bildiradi. Ko'p zonali tasvirlardan foydalanilsa, turli xil chuqurlikdagi qatlamlar harakati, yig'ilishi, suv ostidagi relyef shakllarining o'zgarishi o'rganiladi.

Turli davrda olingan tasvirlar yoki zamonaviy tasvirlarni eski xaritalar bilan taqqoslash yo'li bilan yirik daryolar deltasidagi o'zgarishlar muvaffaqiyatli o'rganiladi. Faslga oid olingan tasvirlar yordamida bu yerda yil mobaynida kuzatiladigan o'zgarishlar aniqlanadi. Bunday o'zgarishlar qatorida suv bosish payti va uning xislatlari, landshaftlar qiyofasining o'zgarib turishi kabilar tekshiriladi. Ko'p yillik o'zgarishlarni kuzatish uchun tasvirga olish sharoitlari o'xshash bo'lib, tasvirlarni xarita bilan taqqoslash imkonini yaratish lozim. Amudaryo deltasining 30-yillik davr mobaynida o'zgarishlari bunday yo'l bilan tadqiq qilindi. Tasvir va xarita bir-biri bilan taqqoslanib, deltadagi qurib qolgan joylar, ko'llar maydonini hamda o'simliklarning kamayib yoki yo'qolib ketishi, delta maydonidagi o'zgarishlar aniqlandi. Bundan tashqari, bu yo'l bilan tuproq va o'simliklar o'zgarishi ham aniq va batafsil tadqiq qilinadi.

Qor erish chegarasini va bu chegaraning vaqt mobaynida o'zgarishini kutib, suv boyliklarini oldindan hisoblashda uzoqdan olingan ma'lumotlar bebaho manbadir. Tasvirlarni taqqoslab, Qzog'iston muzliklarida qor erish chegarasi kuniga 10-30 km tezligi bilan harakat qilishi isbotlandi. Qor erish jarayoni landshaft strukturasiga bog'liqdir. Uning chegaralarining o'zgarish tezligiga, qor erish davriga ta'sir qiladi. Bundan tashqari, tasvirning xislatlari ham landshaftga bog'liq, qor eriydigan joylar o'z xilma-xilligi va rang-barangligi bilan ajralib turadi.

Muzliklarni o'rganishda ularning harakatiga hamda yillar mobaynidagi o'zgarishga katta e'tibor beriladi. Maxsus kuzatish usuli qatori, yana turli xil tasvirlar, xaritalar ishlatiladi. Tasvirda harakat qiladigan muzliklar o'z qiyofasi bilan ajralib turadi. Muzlikning qorayib ketishi va morenadagi halqalar borligi uning harakat qilishidan dalolat beradi.

Relyef shakllanishiga ta'sir qiladigan endogen va ehzogen jarayonlarni o'rganishda ham katta tajriba orttirilgan. Tasvirlarda landshaftni o'rganish yo'li bilan joydagi zamonaviy tektonik strukturalarni aniqlash mumkin. Joyning ketishini, ko'tarilishini, yoriqlarni va ularning fazoviy taqsimlanishini hamda shaklini tahlil qilish imkonlari katta. Seysmik

rayonlarda tasvirning tahlil qilish natijalarini geodezik va geofizik kuzatishlar natijalari bilan taqqoslab, zilzilalarni oldindan aytib berish osonroq. Bunday joylarda koinotdan turib olingan seysmogen yoriqlarni ajratib, turli yo'nalishli tektonik harakatlardagi yer qobig'ini alohida olingan bloklari aniqlanadi. Bloklarni ajratishda rel'eyf va o'simliklar yordam beradi. Yoriqlarning kattaligi va vujudga kelishi zilzilalarning kuchini ham oldindan hisoblab berishga asos bo'ladi.

Turli xil masshtabdagi tasvirlarni ishlatib, ulardagi rel'eyfning qiymalanish darajasini, erroziya turining xislatini, uning vaqt mobaynida o'zgarib turishini kuzatish orqali suv erroziyasining natijalari aniqlanadi.

Tuproqlarning o'zgarib turishi, ularning chirindilarga boyligi, namlanishi, sho'rlanishi, suv ta'sirida o'zgarishi kabi xislatlariga ko'ra tekshiriladi. Ko'rinib turibdiki, tuproqlarning nur qaytarish xususiyatlari birinchi darajada tadqiq qilinadi va ushbu xususiyatlarning vaqt mobaynida o'zgarishi kuzatiladi. Bilvosita yo'l bilan tuproqlarda o'sadigan o'simliklar holatini tekshirish yo'lini ko'rsatish mumkin. Issiqlik-infraqizil tasvirga olish yo'li orqali tuproqlarning kunduzgi va tundagi haroratini tekshirib, bu haroratlarning o'zgarish an'analari orqali tuproqlardagi namlik miqdori aniqlanadi.

Landshaftlarning o'zgarib turishini mayda masshtabli tasvirlarda ham, yirik masshtabli tasvirlarda ham kuzatish mumkin. Turli davrda olingan tasvirlar hamda ularni xaritalar bilan solishtirish yo'li orqali turli tadqiqotlar olib boriladi. Ko'proq landshaftlarning inson faoliyati ta'sirida o'zgarishini kuzatishga e'tibor beriladi. Ko'p yillik landshaftdagi o'zgarishlarni alohida olingan tasvirda ham kuzatsa bo'ladi. Tabiiy mintaqalarga mos keluvchi zonal va faqat ayrim chegaralangan joylarda uchrab turuvchi intrazonal o'simliklarning tarqalishi, ular o'sgan joylarning katta-kichikligi, relyef va suvlar bilan bog'lanishi kabilar o'rganiladi.

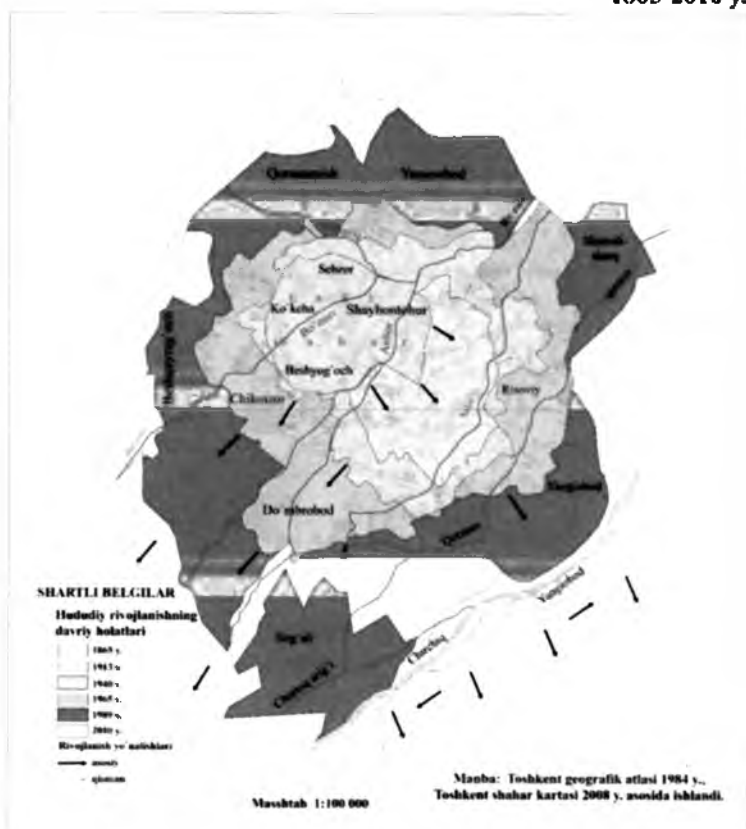
Ijtimoiy-iqtisodiy obyektlarni va jarayonlarni kuzatishda amaliy jihatdan qishloq xo'jalik va aholi joylashuvidagi o'zgarishlarda tekshiriladi. Yuqorida ko'rsatilganday, qishloq xo'jalik ekinlarining holati, hosildorligi kabi o'simliklarning nur qaytarish xususiyatlari fasllar mobaynida o'zgarishi orqali ularning rivojlanishi tekshiriladi.

Aholi joylashuvidagi o'zgarishlarni o'rganishda, asosan, quyidagi uchta vazifa orqali yechiladi:

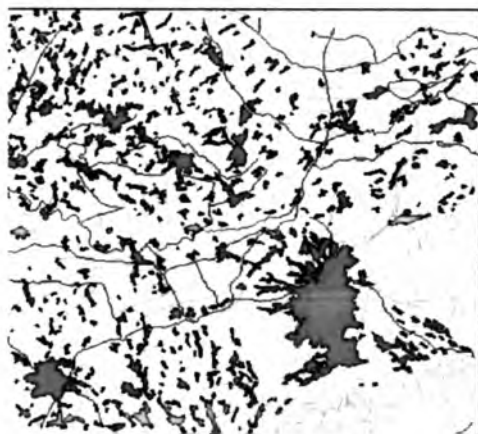
- 1) shahar yoki qishloq chegaralari o'zgarishini kuzatish;
- 2) shaharning ichki tuzilishidagi o'zgarishlarini kuzatish;
- 3) aholi punktlaridan iborat bo'lgan tizimlar o'zgarishini kuzatish.

Har bir vazifani yechishda turli davrda koinotdan va havodan olingan tasvirlar ishlatiladi. Ularga bir-biri bilan yoki xaritalar bilan solishtirish orqali joydagi o'zgarishlar aniqlanadi. Ko'pincha ma'lumot manbai sifatida statistik ma'lumotlar ham qo'shiladi (4.20-rasm; 4.21-rasm; 4-22-rasm).

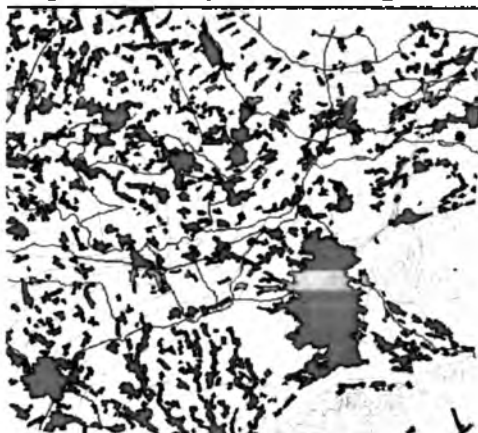
Toshkent shahrining hududiy jihatidan o'zgarib borishi 1865-2010 y.



4 20-rasm. Toshkent shahri chegarasining o'zgarishini tadqiq qilishda xarita va uzoqdan olingan ma'lumotlardan foydalanilgan.



4.21-rasm. Andijon viloyati aholi turar joylarning xaritasi 1979 yilda sun'iy yo'ldoshdan olingan fototasvir yordamida tuzilgan



4.22-rasm. Andijon viloyati aholi turar joylarining xaritasi 1989 yilda sun'iy yo'ldoshdan olingan fototasvir yordamida tuzilgan

Tasvirlarni solishtirishda tasvirdagi o'zgarishlar, ya'ni shahar va qishloqlarning kattaligi, shakli, fototon, rangining o'zgarishi tadqiq qilinadi. Ushbu o'lchashlarni bajarish uchun tasvirlar bir xil geometrik va optik xususiyatlarga ega bo'lishi hamda ular bir xil yoki yaqin bo'lgan masshtabda bo'lishi shart. Boshqacha qilib aytganda, bir xil tasvirga olish sharoitlarida olingan tasvirlar natijalarining aniqligini ta'minlaydi.

SPOT sun'iy yo'ldoshidan olingan yuqori aniqlikdagi tasvirlar 1:50 000 mashstablari topografik xaritalar bilan solishtirilganda shaharlarning yangi solingan uylar va inshootlar, dahalar va ko'chalar kabi o'zgarishlari namoyon bo'ladi. Bunday tasvirlarning xususiyatlari havodan olingan tasvirlar bilan teng deb hisoblash bo'ladi. 1:2 500 000 va 1:200 000 mashstabdagi koinotdan olingan fotografik tasvirlardan ham foydalanib, O'zbekistondagi qishloq aholisining joylashishi va vaqt mobaynida sodir bo'lgan o'zgarishlarini tadqiq qilish imkoniyatlari katta.

Shahardagi o'zgarishlarni o'rganish uchun tasvirning xususiyatlarini e'tiborga olgan holda shahar hududining tuzilishi hamda uylarning joylashish holati tekshiriladi. Uylarning betartib joylashuvi, ko'chalarning egriligi va torligi, zich bir qavatli uylarning joylashishi shaharning eski qismida avval shahar atrofidagi qishloqlar bo'lgan so'ng shahar ichiga kirib ketganlariga muvofiq bo'ladi. Ko'chalarning va yo'llarning to'g'ri shakldagilari dahalar, shahar markaziy qismidagi ko'p qavatli binolarning zich joylashishi, chetlaridagi esa bir qavatli tomorqalar bilan uylarning joylashishi yangi qismlariga to'g'ri keladi. Qurilayotgan joylarda ko'p qavatli uylar katta dahalarni tashkil qiladi va ular markazga nisbatan ma'lum masofada joylashgan bo'ladi. Ushbu joylarda o'simliklar kam bo'lganligi tufayli tasvirning fototoni ham ochroq, yangi qurilayotgan joylarda naqsh betartib va och rangli tasvirlanadi. Bunday maydonlarning tarqalishi, ularning kattaligidan shaharning tez o'sayotgani to'g'risida xulosa chiqarish mumkin. Aksincha, eski tipda qurilgan uylar maydonining ortiqchiligi esa shaharning sekin o'sishini ko'rsatadi.

Rasmdagi shaharning xususiy maydoni hamda atrofidagi qishloqlar maydoni yaxlit tasvir bo'lib ko'rinadi. Shu sababli, shaharga aylanib ketadigan joylarning haqiqiy chegaralari aniqlanadi. Shaharning ma'muriy chegaralari haqiqiy chegaralari bilan bir-biriga to'g'ri kelmaydi, lekin tasvir orqali yerdan shahar tipidagi foydalanishi hamda shaharning o'sish yo'nalishlari va ana'nalarini o'rganish afzaldir.

Yerdan foydalanish hamda shahardagi yerlar zaxirasi, shahar transport yo'llarining xususiyatlari, ya'ni ularning kengligi va yorug'ligi shaharning hududiy o'sishini ham oldindan aytib berishga asos yaratadi. Bunga o'xshash uylarni solish tartibi, qishloqlarning ichki tuzilishi, shahar va

qishloqlar orasidagi yo'llarning holati shaharning o'sish ana'nalarini bildiradi.

Aholi punktlarining o'zgarishini tadqiq qilishda 15-20 yil farqi bilan olingan tasvirlar ishlatiladi. Bu holda shahardagi o'zgarishlar yaqqol ko'rinadi, aniqlangan an'analar asosida shaharning o'sishi oldindan aytib beriladi.

O'zbekistonning voha qismida joylashgan qishloqlar va kichik shaharlar o'zgarishida bir necha bosqich mavjud. Qishloqlarning o'sishi, ularning shakli va kattaligi orqali aniqlanadi. Yerdan foydalanish darajasi ham tasvir va xaritani solishtirish yo'li bilan tekshiriladi. Qishloqlarning noto'g'ri geometrik shaklda, suvlar va kanallar yoki yo'llar bo'ylab cho'zilgan. Yirik qishloqlar esa doiraviy shakga yaqin bo'lib, vohalarning eng qulay joylarida joylashgan.

Qishloqlarning o'sishi faqat ayrim joylarda kuzatiladi, ya'ni markazlar atrofida va yo'llar bo'ylab. Aholi punkti o'sishining ikkita asosiy shakli mavjud, ya'ni doiraviy umumiy markazga ega bo'lgan va chiziqli. Markaziy aholi punkti kengaygani sari atrofidagi qishloqlar shahar ichiga kirib ketadi. Natijada doiraviy shakldagi o'sish kuzatiladi. Ayrim vaziyatda bir-biriga yaqin joylashgan qishloqlarning qo'shilib ketishi natijasida yangi markaz hosil bo'ladi. Qishloqlarning qo'shilib ketishi natijasida ular orasidagi qishloq xo'jalik ekinlari, dalalar ko'rinadi. Demak, doiraviy shakldagi aholi joylashuvining o'sishi eski markazlarning rivojlanishi yoki yangi markazlarning paydo bo'lishi natijasidir.

1959-1979 yillar orasida Farg'ona vodiysidagi Bag'dod, Shahrixon, Asaka atrofidagi aholi punktlarining o'zgarishi tasvirlar orqali tadqiq qilinishi mayda va o'rta qishloqlarning tez kengayib borishini ko'rsatadi. Bunday holat, ya'ni mayda qishloqlarning bir-biriga qo'shilib ketish jarayoni kuchli ekanligi Farg'ona vodiysi, Xorazm vohasida kuzatilmoqda. Shaharlarning o'sishi va ular maydoning kengayishi esa sekinroq bo'lib, qishloqlarning maydoni aholi soning o'sishiga nisbatan tez kengaymoqda.

Qishloqlarning o'sishiga ko'proq suv va yer boyligi ta'sir qiladi. Shu sababli, Andijon, Farg'ona viloyatlaridagi qishloqlar, masalan, daryo va kanallar bo'ylab o'smoqda. Qishloqlar zich joylashishining o'sishi suv bilan ta'minlaydigan joylarda kuzatiladi. Qishloqlar orasidagi masofa bunday joylarda 1-2 kilometrdan oshmaydi. Masalan, 1959-1979 yillarda aholi

zichligi Farg'ona vodiysida 2.1-2.3 marta oshgan, mayda qishloqlarning soni esa ularning bir-biriga qo'shilib ketishi tufayli 3 martaga kamaygan. Qishloqlarning o'sishidagi o'zgarishlar qadimda saqlanib qolgan aholi joylashuvi xususiyatlari bilan bog'langan. Faqat aholi zich bo'lgan joylarda maydonning kengayib borishi sekinlashganini kuzatish mumkin. Shu tufayli, uylarning zich joylashishi, tomoqalarning kamayib ketishi Andijon, Namangan va Farg'ona viloyatlarining ayrim qismlarida kuzatilgan.

Aholi joylashish mintaqalari vohadagi sug'orish kanallariga bog'liq bo'lib, ularning kattaligi va shakli sug'orish kanallari shaklini va kattaligini takrorlaydi. Shu sababli, eski sug'oriladigan yerlarda qishloqlar teng ravishda tarqalgan. Yangi o'zlashtirilayotgan yerlarda esa yirik, lekin siyrak joylashgan qishloqlar kuzatiladi.

Farg'ona vodiysida, Buxoro, Xorazm viloyatlarida ularning ma'muriy markazlari bo'lmish yirik shaharlar atrofida aholi punktlarining o'sishi, ya'ni ular hovlisi soni va maydoni boshqa joylarga nisbatan sekin o'smoqda. Qishloqlarning kengayishi ko'proq mahalliy markazlar atrofida uchraydi. Ushbu aholi joylashuvining o'zgarish xususiyatlari faqat O'zbekistonda kuzatiladi.

O'zbekistonda aholi punktlarining tarqalishi iqtisodiy rivojlanishiga bog'liq bo'lib, qishloqlarning, kichik shaharlarning voha qismidagi joylarini chiziqsimon cho'zilgan tasmalarga o'xshash o'sishi ham sug'oriladigan yerlarda paxta yetishtirishga bog'liq. Yer yuzasining tuzilishini o'rganish aholi punktlarining o'sish va rivojlanish an'analari aniqlashda yordam beradi. Eng zich joylashgan qishloqlarni ko'proq tog'dan oqib turgan suvlarning pasttekisliklardagi kengayib ketgan serhosil yerlarda, vodiylarning ikkinchi terrasalarida, daryolar vodiylarida ko'rish mumkin. Bunday joylarda qishloqlar o'sishi, maydoning kengayishi sug'oriladigan yerlarning kamayishiga olib keladi.

2020 yil 1 may kuni ertalab Sirdaryo viloyatidagi **Sardoba** suv omborida to'g'on o'pirlash sodir bo'ldi va Natijada **Sardoba** tumani Qo'rg'ontepa aholi yashash punktiga suv kirgan. Bunday ofatlarni kuzatishda uzoqdan tadqiq materiallari yordam beradi (23-rasm, 24-rasm)



4.23-rasm. Sardoba suv omborida to'g'on o'pirilgan joy uzoqdan tasvirga olingan¹



4.24-rasm. Sun'iy yo'ldoshdan olingan Sardoba suv ombori tasvirida to'g'on o'pirilishi yaqqol ko'rinmoqda²

¹ <https://storage.kun.uz/source/6/h7sUjgiotdeCRalZGiQXvXuG8RpVYL5a.jpg>

² <https://medium.com/@mamadalievazulifar/sardoba-suv-ombori-qol-uchid:-qurilganmi-3846a313f304>

Demak, aholi joyashuvining o'zgarishini o'rganishda shahar, qishloqlar chegaralarining o'zgarishini aniqlash bilan bir qatorda, ularning ichki tuzilishidagi o'zgarishlarni, bir-biriga qo'shilib ketish jarayonlarini, yangi tizimlarni barpo etishni tekshirishda uzoqdan olingan ma'lumotlarning ahamiyati juda katta.

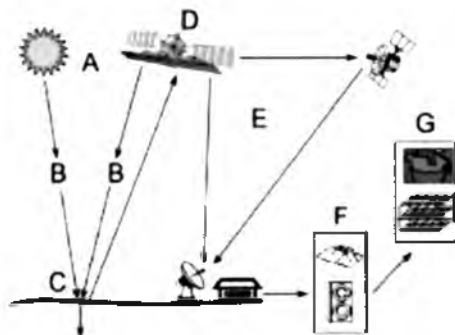
Savollar:

- joydagi o'zgarishlarni o'rganishda uzoq masofadan olingan ma'lumotlar muhim manba va qurol bo'lib turishining sababi nimada?
- joylardagi o'zgarishlarni kuzatishda va aniqlashda qaysi vazifalar yechiladi?
- qaysi hodisalarni alohida olingan tasvirlardan foydalanib o'rgansa bo'ladi?
- geostatsionar sun'iy yo'ldoshlardan ma'lumotlar qaysi hodisalarni tadqiq qilish uchun to'planadi?
- qaysi tabiiy obyektlarning nur qaytarish xususiyati nisbatan turg'unlik qobiliyatiga ega?
- tabiatdagi barcha obyektlarning harakatlarini nimadan o'rganish mumkin?
- nimaga ko'p yillik o'zgarishlarni kuzatish uchun tasvirga olish sharoitlari o'xshash bo'lib, tasvirlarni xarita bilan taqqoslash imkonini yaratish lozim?
- turli xil masshtabdagi tasvirlarni ishlatib qaysi natijalar aniqlanadi?
- aholi joylashuvidagi o'zgarishlarni o'rganishda asosan qaysi vazifalar yechiladi?
- shahardagi o'zgarishlarni o'rganish uchun tasvirning qaysi xususiyatlari e'tiborga olinadi?

5 bob. TASVIRLARNI TADQIQ QILISHNING KOMPYUTER USULLARI

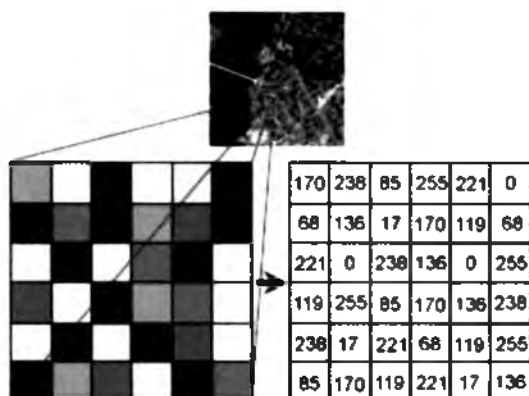
5.1. Avtomatik ishlash uchun qo'llaniladigan ma'lumotlar

Samolyot yoki koinotdagi platformalarda sensorlar tomonidan olingan tasvir ma'lumotlarining muhim foydali xususiyatlaridan biri bu raqamli formatda tayyor bo'lishidir (5.1-rasm). Radiometrik tasvir ma'lumotlarini masofadan boshqarish manbalari va tavsiflari (ya'ni yorqinlikda) uning diskret darajasiga qarab miqdorlanadi.



5.1- rasm. Yer sirtini masofadan elektromagnit tadqiq qilish natijasida raqamli shaklda ma'lumotlar yaratiladi

Raqamli shaklda yozilmagan ma'lumotlar ham dastlab raqamlashtirish uskunasi yordamida aniq ma'lumotlarga aylantirilishi mumkin. Masofaviy zondlashning dastlabki kunlarida juda ko'p miqdordagi o'xshash ma'lumotlar qayd etildi. Endi ma'lumotlarning aksariyati to'g'ridan-to'g'ri raqamli shaklda taqdim etiladi. Raqamli ma'lumotlarga ega bo'lishning katta afzalligi shundaki, u kompyuter tomonidan qayta ishlanishi mumkin, yoki uni avtomatlashtirilgan ma'lumot olish uchun yoki vizual xususiyatlarni yaxshilash uchun uni inson tahlilchisi tomonidan yanada tushunarli qilish uchun. Fazoviy ma'lumotlar diskret rasm elementlari yoki piksellardan iborat (5.2- rasm).



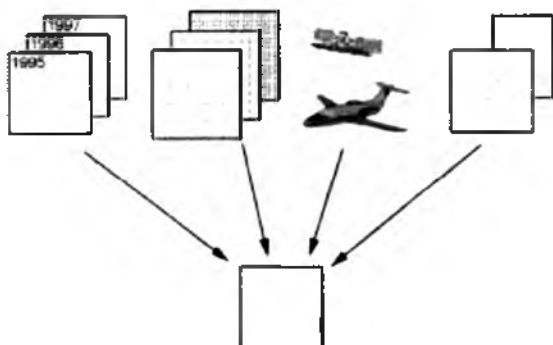
5.2-rasm. Raqamli tasvirni piksel bo'yicha ko'rsatish

Va nihoyat, ammo ahamiyatsizki, tasvirni tahlil qilishda muhim element ma'lumotlarining birlashishi hisoblanadi. Aniq masofadan zondlashning dastlabki kunlarida masofadan zondlash ma'lumotlarining yagona manbasi havo fotografiyasi bo'lganida, turli manbalardan ma'lumotlarni birlashtirish imkoniyati cheklangan edi. Bugungi kunda, ko'pgina sensorlar turli xil raqamli formatda mavjud bo'lgan ma'lumotlarga ega bo'lish, talqin qilish va tahlil qilish uchun keng tarqalgan usuldir.

I-bobda ko'rsatilganidek, ehtimol masofaviy zondlash tizimida tasvir ma'lumotlari uchun eng muhim belgi bu tasvirni olish jarayonida ishlatiladigan to'lqin uzunligi yoki to'lqin uzunligi diapazoni bo'lishi mumkin. Eng keng tarqalgan deb ataladigan optik masofadan zondlash tizimlari ma'lumotni ko'z ko'radigan, yaqin va o'rta infraqizil diapazonga yozib oladi.

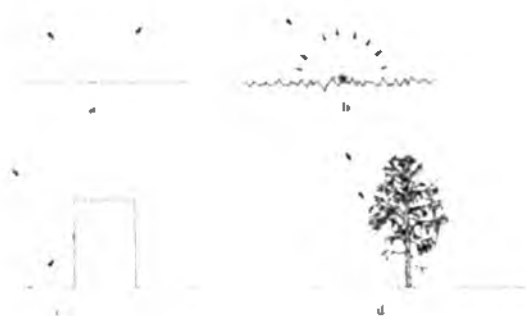
Yerning o'zi chiqaradigan energiya (to'lqin uzunligi deb ataladigan issiqlik infraqizil diapazonida dominant) ham turli to'lqin uzunliklarida hal qilinishi mumkin, bu esa yer yuzasi hududining xususiyatlarini tushunishga yordam beradi. Bu radar tasvirlarida yengil tonal ko'rinishga olib keladi.

Ma'lumotni integratsiyalashtirish, asosan, yaxshiroq va yoki ko'proq ma'lumot olish uchun bir nechta manbalardan ma'lumotlarni birlashtirishni o'z ichiga oladi (5.3.- rasm). Bular tarkibiga bir nechta multifensor yoki ko'p turdagi ma'lumotlarga ega bo'lishi mumkin.



5.3-rasm. Turli manbalardan ma'lumotlarni birlashtirish

Elektromagnit spektrining mikroto'liqlik mintaqasida olingan tasvir ma'lumotlarini izohlashda mikroto'liqlik tasvir ma'lumotlarini shakllantirishda uchraydigan qaytarilishning to'rtta mexanizmi murakkab o'tkazuvchanlik o'zgarishiga duch kelishini tan olish kerak (5.4-rasm)



5.4-rasm Mikroto'liqlik tasvir ma'lumotlarini shakllantirishda uchraydigan spektrli (a), diffuziya (b), burchakdan qaytarilgan (c) va daraxt qoplamidan tarqalishi (d).

Topografik tafsilotlarni tasvirlash uchun takror bir mintaqada bir vaqtning o'zida yozilgan yoki bir-biriga yaqin masofada joylashgan ikkita radar tasviri aralashishi mumkin. InSAR deb nomlanuvchi (Interferometrik sintetik diafragma radarlari uchun) ushbu usul hozirgi kunda topografik xaritalashda keng qo'llaniladi.

Ma'lumotlarga ishlov berish va tahlil qilish nuqtai nazaridan aniq ma'lumotlar tasvirining xossalari ma'lum bir sensor tomonidan berilgan

spektral o'lchovlarning (spektral chiziqlar yoki kanallar deb ataladi) soni va joylashishi, piksel o'lchamida tavsiflangan fazoviy o'lchov, ya'ni radiometrik o'lchamlari sonida diskret nashrida qiymatlarining diapazoni va aniqlanadigan soni tasvirlangan. Ba'zan uni dinamik diapazon deb ham atashadi va ishlatilgan detektorlarning signal-shovqin nisbati bilan bog'liq. Ko'pincha, radiometrik aniqlik mavjud bo'lgan yorqinlik qiymatlari diapazoni uchun zarur bo'lgan ikkilik raqamlar yoki bitlarning sonlari bilan ifodalanadi. Shunday qilib, 8 bit radiometrik piksellar soniga ega ma'lumotlar 256 yorqinlik darajasiga ega. Birgalikda, **tasvirning kvadrat o'lchamlari**, ekvivalent yer kilometrlarida (bu yozilgan rasmning almashinish hajmi bilan belgilanadi), spektral chiziqlar soni, radiometrik piksellar sonini va ekvivalent o'lchagichlarda ko'rsatilgan fazoviy piksellar sonini aniqlaydi. Bu hech bo'lmaganda printsiptial jihatdan qayta ishlanishi kerak bo'lgan ma'lumotlar miqdorini belgilaydi. Masalan, Landsat Kengaytirilgan Tematik Mapper + (ETM +) asbobini olaylik. U 8 bitli radiometrik piksellar soniga ega bo'lgan yettita to'liq diapazoniga ega, ulardan oltitasi 30 m fazoviy piksellar soniga va bittasiga ega fazoviy o'lchamlari 60 m ga teng (to'liq uzunligi shu qadar uzun bo'ladiki, radiometrik piksellar sonini ushlab turish uchun yetarli signalni to'plash uchun kattaroq diafragma talab qilinadi). 185 km $\times$ 185 km o'lchamdagi tasvir ramkasi termal diapazonda 9,5 million piksel va boshqa olti diapazonning har birida 38 million pikselni o'z ichiga oladi. Bir pikselga 8 bit bo'lgan to'liq yetti tasvial rasm 1,9 $\times$ 10⁹ bit yoki 1,9 Gbit dan iborat. Bitta bayt 8 bitga to'g'ri kelishini hisobga olsak, ma'lumotlar hajmi odatda 238 Mbitni bildiradi. Vaqt talablari va tasvirlarni tahlil qilishni baholashda boshqa imtiyozlarni belgilashda bu kattalik va boshqa xususiyatlarni ko'rsatishda foydalidir. Shuningdek, u masofaviy zondlash ma'lumotlarini yig'ish fazasi bilan tahliliy materialni kontekstda joylashtiradi.

Endi **spektral o'lchovni** bir muncha batafsil ko'rib chiqish foydalidir, chunki ma'lum bir sensor uchun spektral diapazonlarni tanlash ma'lum bir ma'lumot uchun olinishi mumkin bo'lgan ma'lumotni aniq belgilab beradi. Bir pikselga bittadan ko'p spektral o'lchov yozilsa, ma'lumot odatda multispektral deb nomlanadi. Asosan, masofadan zondlash tizimlari yer sathidan chiqadigan energiyani to'liq uzunligining har qanday diapazonida o'lchashlari mumkin edi. Ammo texnologik mulohazalar, atmosfera

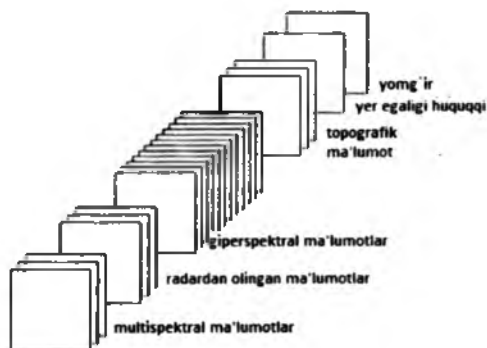
zarrachalarining tarqalishi va atmosferaning tanlangan shaffofligi va berilgan ma'lumotlarning aniqligi to'liq uzunligini istisno qiladi. Yer zaxiralarini aniqlash uchun foydalaniladigan asosiy diapazonlar taxminan 0,4 dan 12 mkm gacha (ko'rinadigan / infraqizil diapazon) va 30 dan 300 mm gacha (mikroto'liqlar oralig'i). Mikroto'liqlar to'liq uzunliklarida ahamiyat doiralarini tavsiflash uchun to'liq uzunligidan emas, balki chastotadan foydalanish odatiy holdir. Shunday qilib, 30 dan 300 mm gacha bo'lgan mikroto'liqlar diapazoni 1 gigagertsli va 10 gigagertsli chastotalarga to'g'ri keladi. Atmosferani masofadan zondlash uchun 20 GGts dan 60 GHZ gacha chastotalar uchraydi. Ushbu turli diapazonlarning ahamiyati elektromagnit nurlanish va tekshirilayotgan materiallar o'rtasidagi o'zaro ta'sir mexanizmidayotadi. Ko'rinadigan / infraqizil diapazonda datchik tomonidan o'lchanadigan energiya pigmentatsiya, o'simlikning namligi va uyali tuzilishi, tuproqning mineral va namlik darajasi, suvning cho'kish darajasi kabi xususiyatlarga bog'liq. Infraqizil diapazonning termal uchida bu aniqlangan nurlanish kuchini boshqaradigan sirtning va uning yaqinidagi issiqlik sig'imi va boshqa issiqlik xususiyatlari. Mikroto'liqli diapazonda, radar usuliga asoslangan faol tasvirlash tizimlaridan foydalangan holda, murakkab o'tkazuvchanlik nuqtai nazaridan ifoda etilgan qopqoq turi va uning elektr xossalari aniqlanadi (bu o'z navbatida namlik bilan ta'minlanadi), olingan miqdorni aniqlaydi. Signal 20 dan 60 gigagertsgacha bo'lgan oraliqda atmosferadagi kislorod va suv bug'lari uzatishga kuchli ta'sir qiladi va shu sababli ushbu diapazondagi o'lchovlar natijasida aniqlanadi.

Shunday qilib, biz aniq spektral diapazonlar uchun optimallashtirilgan va ishlaydigan mavjud tizimlarni taqdim etamiz va boshqa sensorlar tomonidan to'ldiriladigan ma'lumotlarni taqdim etamiz. Ko'k-yashil rangdagi suvning taxminan 10% yoki undan kamrog'ini, qizil rangda kamroq foizni va infraqizil diapazonda energiya yo'qligini ko'rish mumkin. Agar suvda cho'kindilar bo'lsa yoki toza suv havzasi pastki qismdan chiqishga imkon beradigan darajada oz bo'lsa, unda aniq suv olish, shu jumladan, infraqizil diapazonda oz miqdordagi, ammo sezilarli miqdordagi energiya miqdori ko'payishi mumkin. Bu suspansiyon yoki pastki materialdan olish natijasida. Tuproq reaktivligiga ega, to'liq uzunligi bilan monoton ravishda ko'payadi, ammo namlik tufayli 1,4 mkm, 1,9 mkm va 2,7 mkm atrofida cho'kmalar hosil bo'ladi. Ushbu suv assimilyatsiya bantlari juda quruq joyda deyarli

sezilmaydi. Zamonaviy yangi texnologiyalar "push-supurgi" mexanizmidan foydalanadi, bunda har bir pikselni alohida-alohida yozib olish uchun sun'iy yo'ldoshda chiziqli tasvirlash massasi sun'iy yo'ldoshda, sun'iy yo'ldoshning harakatida odatiy ravishda olib boriladi. Yer yuzidan pikselga keladigan energiya mexanik skanerlashdan ko'ra push supurgi skanerlash vaqtidan kattaroq bo'ladi. Odatda, piksellarni butun yo'nalish bo'ylab yozish uchun ishlatiladi, xuddi supurgi skanerlarida bo'lgani kabi, boshqa o'lcham bilan bir vaqtning o'zida ko'plab ma'lumotlarning spektral kanallarini yozib olish uchun foydalaniladi. Ko'pincha 200 yoki undan ko'p kanal shunday yozib olinadi, shunda spektrning juda yaxshi ko'rinishi olinadi. Natijada, asboblari ko'pincha ko'rish spektrometrlari deb ataladi va 10-to'liqli ro'yxati yozilganda multispektralga nisbatan giperspektral deb ta'riflanadi.

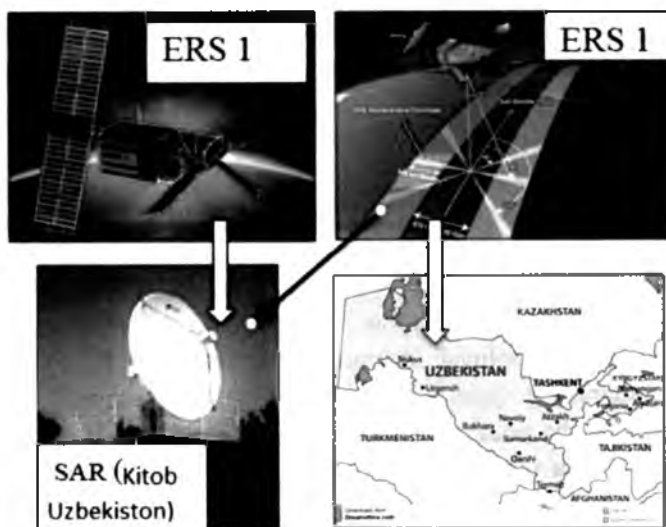
Binobarin, tasvir tahlilchisi mintaqalar uchun mavjud bo'lgan fazoviy ma'lumotlarning xilma-xilligi haqida xabardor bo'lishi va ma'lumot olish jarayonida yordam berishi mumkin bo'lgan qismni tanlashi kerak. Bu ma'lumotni nuqta ma'lumotlari, chiziqli ma'lumotlari yoki mintaqalar haqidagi ma'lumotning taqdim etilishiga qarab uch turga ajratadi.

Turidan qat'i nazar, texnikadan foydalanib, fazoviy ma'lumotlarni yig'ish uchun raqamli tasvirni qayta ishlashda u **ikkita xususiyatni multispektral ma'lumotlarga** ega bo'lishi kerak. Birinchidan, u diskret shaklda fazoda va qiymatda mavjud bo'lishi kerak. Boshqacha qilib aytganda, u har bir piksel bilan joylarda (kichik) maydonning xususiyatlarini tavsiflovchi har bir pikselni piksellardan iborat bo'lishi yoki o'zgartirilishi kerak: har bir pikselga kiritilgan qiymat raqamli shaklda aniq bo'lishi kerak. Ikkinchidan, agar ular birgalikda boshqarilsa, u multispektral tasvir ma'lumotlari to'plamiga to'g'ri jug'rofiy aloqada bo'lishi kerak. Ko'p yo'nalishli ma'lumotlardan foydalanilmaydigan holatlarda, fazoviy ma'lumotlar manbasidagi piksellar odatda xaritalar tarmog'iga murojaat qilish uchun tartibga solinadi. Ammo raqamli fazoviy ma'lumotlarga ishlov berish tizimlarida ma'lum bir jug'rofiy mintaqaga tegishli ma'lumotlar to'plamidagi barcha yozuvlarni o'zaro ro'yxatga olish va UTM tizimi kabi xarita bazasiga havola qilish odatiy holdir. Shu tarzda mavjud bo'lganda ma'lumotlar geokodlangan deyiladi. Bu yo'l bilan Integratsiyalashgan fazoviy ma'lumotlar manbalari bazasi shakllanadi (5.5-rasm).



5.5-rasm. Integratsiyalashgan fazoviy ma'lumotlar manbalari bazasi.

1990 yilda Kitob xalqaro kenglik stantsiyasi hududida Yer sathidan 20,000 km masofada va yer atrofida 12 soat aylanish davrida aylanadigan GPS navigatsion yo'ldoshlaridan signallarni qabul qilish vositasi o'rnatildi. Ushbu sun'iy yo'ldoshlarning maqsadi yerga va uning atrofida harakatlanadigan va harakatsiz narsalarning aniq koordinatalari va vaqtlarini uzatishdir. Kitobdagi GPS stantsiyasi KIT3 deb nomlangan xalqaro joylashishni aniqlash xizmatiga qo'shildi (5.6-rasm).

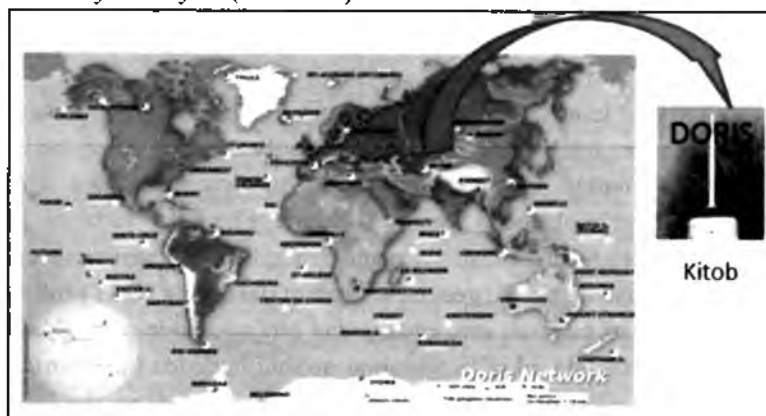


5.6.-rasm. Kitobdagi GPS stantsiyasi KIT3

Bundan tashqari, ushbu stantsiya CATS O'rta Osiyo geodinamik tarmog'ining nuqtasi va O'zbekiston Respublikasi yo'ldosh geodezik tarmog'ining yo'naltiruvchi nuqtasidir. Ushbu stantsiya natijalari O'zbekiston Respublikasi hududida va undan tashqarida olib boriladigan barcha geodezik ishlarida qo'llaniladi.

Kitobda DORIS antennasi ham o'rnatildi. Sun'iy yo'ldoshli geodezik tizim DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) - bu Doppler yo'ldosh o'lchovlarining orbitalari va pozitsiyalarini aniqlash tizimi. Tizim Fransiyada Xalqaro Doris xizmati (IDS) tomonidan santimetr joylashuv aniqligiga asoslangan holda ishlab chiqilgan va kosmik tekshiruvchisi sifatida yaratilgan, ammo u geodeziya va geofizikaning ko'plab muammolarida amaliy dasturlarni topib, yerni aniqlash tizimidir. Ushbu tizimda yo'ldoshga masofalarni o'zgartirish tezligi yer osti radio signallarining zich tarmog'idan keladigan signallar bilan o'lchanadi.

Bu tizimda TOPEX / POSEIDON, Jason-1 va ENVISAT altimetrik sun'iy yo'ldoshlari va SPOT-2, SPOT-3, SPOT-4 va SPOT-5 masofadan zondlash sun'iy yo'ldoshlaridan foydalanadi. Yo'ldoshlar turkumidan signallarni yerga (yoki past orbitadagi yo'ldoshlarga) yo'naltiradigan GPS-dan farqli o'laroq, DORIS o'z yo'ldoshlariga signallarni yuboradi. DORIS stantsiyasi, bu Markaziy Osiyo mintaqasidagi DORIS xalqaro tarmoqlarining yagona doimiy stantsiyasi (5.7.-rasm).



5.7.-rasm. DORIS xalqaro tarmoqlarining yagona doimiy stantsiyasi

Savollar:

- uzoq masofada sensorlar tomonidan olingan tasvir ma'lumotlarining muhim foydali xususiyatlaridan biri sifatida nimani hisoblasak bo'ladi?
- fazoviy ma'lumotlar qaysi elementlardan iborat va ularning nomi nima?
- ko'pgina sensorlar turli xil raqamli formatda mavjud bo'lgan ma'lumotlarga ega bo'lishi nima uchun keng tarqalgan usul?
- bir nechta manbalardan ma'lumotlarni birlashtirishning afzal tomoni nimada?
- qaysi radar usuli hozirgi kunda topografik xaritalashda keng qo'llaniladi?
- ma'lumotlarga ishlov berish va tahlil qilish nuqtai nazaridan aniq ma'lumotlar tasvirining xossalari nima ko'rsatadi?
- qayta ishlash kerak bo'lgan ma'lumotlar miqdorini nima belgilaydi?
- yer zaxiralarni aniqlash uchun foydalaniladigan asosiy diapazonlarni ta'riflab bering
- fazoviy ma'lumotlarni yig'ish uchun raqamli tasvirni qayta ishlashda u qaysi ikkita xususiyatning multispektral ma'lumotlariga ega bo'lishi kerak?

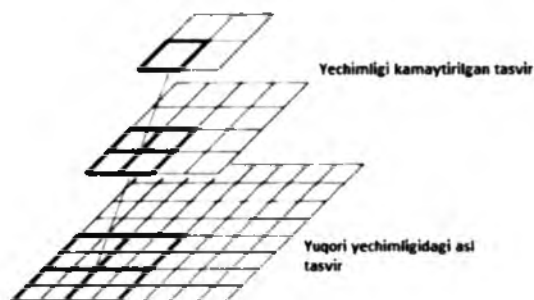
5.2 Raqamli tasvirlarni ishlash yo'llari

Umuman olganda, raqamli tasvir bir necha avtomatik yo'l bilan qayta ishlanadi: 1. Radiometrik buzilishini to'g'rilash, 2. Atmosferaning ta'sirini aniqlash va tasvirni yaxshilash, 3. Asbob xatolarini yo'qotish, 4. Geometrik xatolarni aniqlash va kamaytirish.

Xaritalar bilan birga fazoviy va sun'iy yo'ldosh tasvirlari kabi fazoviy manbalarni o'z ichiga olgan ma'lumotlar bazasida ishlov beriladigan ma'lumotlar miqdori juda katta, ayniqsa ma'lumotlar katta geografik mintaqani qamrab olganda. Shuning uchun ma'lumotlar turlarini saqlash, olish, boshqarish, tahlil qilish va namoyish qilishning samarali usullariga aniq e'tibor berish kerak. Bu geografik axborot tizimining (GAT) rolidir.

O'rganilgan samarali imkoniyatlardan biri bu **tasvir piramidalaridan** foydalanish. Piramida piksellar guruhini qo'shni hududda birlashtirib, yangi kompozitsiyali pikselning qisqartirilgan pikselini yaratadi va shu bilan kam pikseli past aniqlikdagi tasvirni yaratadi. Ushbu jarayon hali ham past o'lchamdagi (va undan kam piksel) yangi tasvirni yaratish uchun qayta

ishlangan tasvirda takrorlanadi. Oxir oqibat tasvirni bitta pikselga qisqartirish mumkin, bu tasvir yorqinligining global o'lchovidir. Piksellar qo'shni guruhlarga birlashtirilganligi sababli, piksel tafsilotlari piramida orqali tarqalmoqda, piksellar sonining pasayishiga qaramay. 5.6-rasmda tasvir piramidasi 2×2 pikselli bir-biriga yaqinlashmaydigan to'plamlarni oddiy o'rtacha hisob bilan qanday qurilgani ko'rsatilgan. To'liq piramidani saqlash uchun zarur bo'lgan qo'shimcha xotira faqat tasvirning o'zida saqlanadigan talabdan 33% ko'proq ekanligini ko'rsatish juda oson masala. Ba'zan tasvirni piramida yordamida aks ettirishda unga ishlov berishning afzalligi mavjud.



5.6-rasm. O'rtacha 2×2 pikselli guruhlarni qayta hisoblash orqali tasvir piramidasining shakllanishi

Raqamli tasvirni qayta ishlash va masofadan zondlashda tahlil qilish tajribasining ko'p qismi multispektral tasvir ma'lumotlari bilan bog'liq edi. Yechimdagi farqlar, masalan, Landsat ETM + va Aqua MODIS kabi ko'p manbali yo'ldosh ma'lumotlarini qayta ishlashda yuzaga keladigan muammo. Masalan, ma'lumotni birgalikda ro'yxatdan o'tkazishda piksel o'lchami qanday bo'lishini tahlilchi hal qilishi kerak, chunki odatda o'lchamlari yoki qamrovi buzilishi mumkin. Shubhasiz, ushbu qaror ma'lum bir dastur ehtiyojlari asosida qabul qilinadi va tahlilchi uchun algoritmlardan ko'ra ko'proq qiyinchilik tug'diradi. Shu bilan birga, mashinani tarjima qilish usullariga nisbatan eng muhim e'tibor berilishi lozim. Birlashgan multispektral va, masalan, topografik yoki yerga egalik qilish xaritalari o'ziga xos multispektral ma'lumotlarga qaraganda ma'lum bir mintaqa uchun aniqroq mavzuli (ya'ni yer qoplamining toifasi va boshqalar) ma'lumotlarga

ega bo'lishiga shubha yo'q. Darhaqiqat, ushbu manbalarning kombinatsiyasi ko'pincha fotosintetik tadqiqotlarda qo'llaniladi.

Har xil masofadan turib sezuvchi sensorlar tomonidan taqdim etilgan raqamli tasvirlar turli o'lchovlarda qo'llaniladi (5.1-jadval). Shunday qilib, Landsat MSS ma'lumotlari 1: 500 000 dan kichikroq o'lchovlar uchun mos keladi, ammo NOAA AVHRR ma'lumotlari 1: 10 000 000 dan past bo'lgan o'lchovlar uchun mos keladi. 5.1-jadvalda ayrim sensor yordamida olingan tasvirlarning piksel o'lchovi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

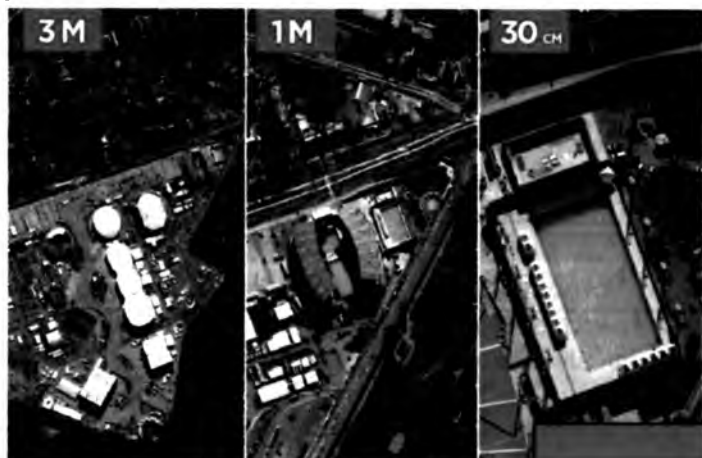
5.1-jadval.

Masshtab	Pixel o'lchovi (m)	Sensor
1:10 000	1	Ikinos panchromatik
1:50 000	5	MSS, Ikonos XS
1:100 000	10	SPOT HRG
1:250 000	25	SPOT HRVIR, Landsat TM
1:500 000	50	Landsat TM, LISS
1:5 000 000	500	OCTS, OCM
1:10 000 000	1 000	NOAA AVHRR, MODIS
1:50 000 000	5 000	GMS thermal IR band

Tasvir ma'lumotlari datchiklar tomonidan sun'iy yo'ldosh va samolyotlarga yozilganida, ular geometriyada va piksellarning o'lchanadigan yorqinliklarida xatolarga ega bo'lishi mumkin. Ikkinchisiga radiometrik xatolar deyiladi va ular ma'lumotlarni yozishda ishlatiladigan asboblarni, quyosh nurlanishining to'lqin uzunligiga bog'liqligi va atmosfera ta'siridan kelib chiqishi mumkin. Rasm geometriyasining xatolari ko'p jihatdan paydo bo'lishi mumkin. Masalan, platforma, uning skanerlari va yerning nisbiy harakatlari tasvir mahsulotida buzilish tabiatining xatolariga olib kelishi mumkin.

Datchiklarning o'zida ideal bo'lmaganliklar, yerning egriligi va masofadan zondlash platformasining joylashuvi va munosabatidagi nazoratsiz o'zgarishlar bularning barchasi har xil darajadagi geometrik xatolarga olib kelishi mumkin. Tasviri ishlatishda ko'pincha qo'lda yoki mashinada tahlil qilishning aniqligi buzilmasligi kerak bo'lsa, tasvirida va geometriyaga tuzatishlar kiritish kerak. Ko'pgina dasturlar uchun faqat

xatoning asosiy manbalari kompensatsiyani talab qiladi, boshqalarida esa aniqroq tuzatish talab etiladi.



5.7-rasmda turli o'lchovdagi tasvirlar misoli berilgan. Ko'rinib turibdiki, tasvir batafsilliligi va hajmi sezilarli darajada o'zgarib turadi¹.

Masofadan zondlash tasvirlarida tez-tez uchraydigan radiometrik va geometrik xatolarning mohiyatini muhokama qilish va ularni qoplash uchun foydalaniladigan hisoblash vazifalarini ishlab chiqishdir. Bu asosiy niyat bo'lsa-da, ko'proq umumiy dastur sifatida taqdim etilishi kerak bo'lgan vazifalar, masalan, bir xil mintaqadagi rasmlarning to'plamlarini bir vaqtda ro'yxatdan o'tkazish va miqyosni o'zgartirish (masshtablash) kabi vazifalarni bajarish.

Tasvirdagi piksellarning o'lchanadigan qiymatlariga ta'sir qiluvchi radiometrik buzilish mexanizmlari manbalari ikki xil radiometrik buzilishlarga olib kelishi mumkin. Birinchidan, nisbiy taqsimot berilgan diapazondagi tasvir ustidagi yorqinlik zamin sahnasidagi yorug'likdan farq qilishi mumkin. Ikkinchidan, bitta pikselning diapazondan diapazonga nisbatan nisbiy yorqinligi yerdagi tegishli mintaqamng spektral nur qayatarish xarakteristikasi bilan taqqoslanishi mumkin. Ikkala tur ham

¹ https://innoter.com/services/dannve-dzz/zakat-povov-semki/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=51527277&utm_content=8982147095&utm_term=%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%B0%D1%82%D1%8C%20%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BC%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%B2%D1%8B%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D1%88%D0%B5%D0%B0%D0%B8%D1%8F&yclid=7938746064973618768

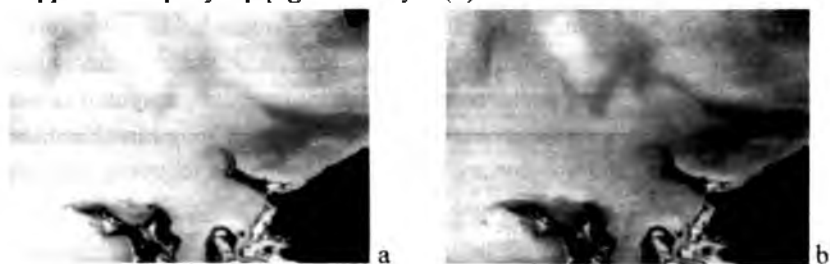
atmosferaning tarqalish muhiti sifatida mavjud bo'lishidan kelib chiqishi mumkin, bu orqali radiatsiya uning manbasidan sensorlar tomon o'tishi kerak va bu, shuningdek, asboblar ta'sirining natijasi bo'lishi mumkin.

Atmosferaga tarqalishi natijasida tasvir ma'lumotlaridagi har qanday tafsilotlar yashiringan bo'ladi. Shunday qilib, sensor mavjudligi cheklanganligiga bog'liq bo'lgan amaliy dasturlarda, masalan shaharshunoslikda, atmosfera ta'sirini to'g'irlash uchun choralar ko'rish juda muhimdir. Atmosferaning masofaviy zondlash tizimlariga ta'sirini sinchkovlik bilan ko'rib chiqish muhimdir, bunda atmosfera yo'lining uzunligi nadir va botqoqning ekstremalari orasidagi sezilarli farq bo'ladi. Bu, masalan, samolyot skanerlari va NOAA kabi sun'iy yo'ldosh missiyalari bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Va nihoyat, eng muhimi, atmosferaning ta'siri ma'lum bir sensor tizimining turli xil to'lqin diapazonlarida har xil bo'ladi. Landsat Tematik xaritasi holatida ko'zga ko'rinadigan ko'k chiziq (0,45 dan 0,52 mkm) ga o'rta infraqizil tasma bilan solishtirganda sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin (1,55 - 1,75 mkm). Bu ma'lum bir piksel bilan bog'liq bo'lgan yorqinliklar to'plamini kalibrlashda yo'qotishga olib keladi. Barcha Radiometrik xato manbalari ko'pincha birgalikda tuzatiladigan geometrik tuzatishdan farqli o'laroq, radiometrik tuzatish jarayonlari xato xususiyatiga qarab aniq ko'rsatilishi kerak.

Ushbu xatolarning eng jiddiy belgisi detektor tizimiga tegishli. Ideal nurlanish detektori uzatish xususiyatiga ega bo'lishi kerak (nurlanish, signal berish). Bu aniqlangan radiatsiya darajasi bilan signalning mutanosib ko'payishi va pasayishi uchun chiziqli bo'lishi kerak. Haqiqiy detektorlar ma'lum darajada nomutanosiblikka ega bo'ladi va radiatsiya aniqlanmagan taqdirda ham kichik bir signal beradi. Tarixan bu qorong'u oqim deb nomlanadi va mutlaq noldan yuqori har qanday haroratda tizimdagi qoldiq elektron shovqin bilan bog'liq. Aksariyat masofaviy datchiklar ko'plab detektorlarni o'z ichiga oladi. Landsat MSS bo'lsa, bitta diapazonda 6 ta, Landsat TM uchun 16 tasiga va SPOT HRV uchun esa 6000 ta panxromatik rejimda ishlaydi. Ushbu detektorlarning har biri ularning hisob-kitoblariga ko'ra bir oz boshqacha xususiyatlarga ega. TM va MSS kabi skanerlar holatida ushbu nomutanosibliklar asbob tashuvini yo'nalish bo'yicha chiziqqa olib keladi. HRV uchun bo'ylama chiziqlar paydo bo'lishi mumkin.

Ko'pincha, atmosferaning tarqaladigan va yutuvchi ta'sirini batafsil tuzatish talab qilinmaydi, ko'rinishi va nisbiy namlik kabi zaruriy ma'lumotlarni olish imkoniyati yo'q. Bunday holatlarda, agar atmosferaning ta'siri tasvirda muammo bo'lsa, taxminiy tuzatish quyidagi tarzda amalga oshirilishi mumkin. Birinchidan, ushbu sahna uchun har bir ma'lumot diapazonida nol qiymatida yoki unga yaqin bo'lgan ba'zi piksellar bo'lishi kerak edi, ammo atmosfera effektlari va ayniqsa yo'l nurlari diapazondagi har bir pikselga doimiy qiymat qo'shdi.

5.8-rasmda tasvirning qayta ishlash natijasi misol tariqasida berilgan. Landsat MSS ko'rinadigan yashil tasvir, chizig'i ko'rsatilgan (a); xuddi shu rasm har bir detektorning o'rtacha yorqinligi va standart og'ishlarini taqqoslash orqali yo'q qilgandan keyin (b)

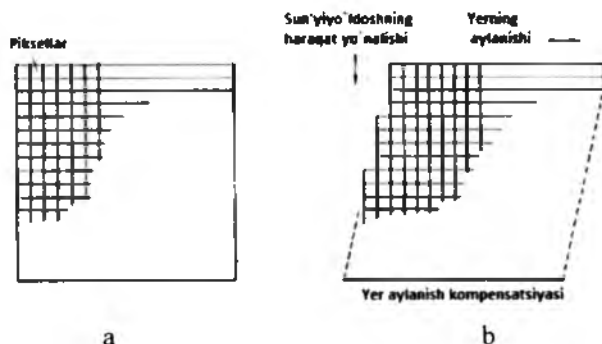


5.8-rasm. Instrumental xatoni yo'qotish natijasida yaratilgan tasvir misoli

Tasvir ma'lumotlarining geometrik buzilishini radiometrik buzilishidan ko'ra ko'proq potentsial manbalari mavjud va ularning ta'siri jiddiyroq. Ular bir qator omillar bilan bog'liq bo'lishi mumkin, jumladan:

- 1) tasvirni olish paytida yerning aylanishi;
- 2) ba'zi sensorlarning skanerlash tezligi;
- 3) ba'zi sensorlar tasvirga olish hududining kengligi;
- 4) Yerning egri chizig'i;
- 5) sensor ideal bo'lmaganliklar;
- 6) platforma balandligi, munosabat va tezlikning o'zgarishi;
- 7) ko'rish geometriyasi bilan bog'liq panoramik effektlar.

5.9-rasmda chiziqlar kvadrat panjara ustiga joylashtirilgan (a); ramkani olish vaqtida yer yuzasining aylanishini to'g'rilash uchun g'arb tomon ketma-ket chiziqlar ofseti (b)



5.9-rasm. Yerning aylanishining skaner tasviriga ta'siri.

Oldingi qismlarni tuzatish usullaridan foydalangan holda tasvir xarita koordinatalari tizimida ro'yxatga olinishi mumkin va shuning uchun uning piksellari pikselga emas, balki xaritaning koordinatalariga (sharqqa va shimolga, yoki kenglik va uzunlik) ko'ra joylashtirilishi mumkin. Xaritada boshqa fazoviy ma'lumotlar turlari, masalan, geofizik o'lchovlar, boshqa sensorlardan olingan tasvir ma'lumotlari va shu kabi narsalar ro'yxatga olinishi mumkin, shu bilan geografik axborot tizimida foydalaniladigan turlarning integratsiyalashgan fazoviy ma'lumotlar bazasini yaratadi. Tasvir piksel manzillarini xarita koordinatalari bazasi nuqtai nazaridan ifodalash ko'pincha geokodlash deb nomlanadi.

Savollar:

- tasvir piramidalaridan foydalanishning mohiyati nimada?
- birlashgan multispektral va xaritalari o'ziga xos multispektral ma'lumotlarga qaraganda aniqroq mavzuli ma'lumotlariga ega bo'lishiga sabab nima?
- radiometrik xatolar nimani bildiradi?
- masofadan zondlash tasvirlarida qaysi xatolar tez-tez uchraydi?
- rasmdagi piksellarning o'lchanadigan tasvirida qiymatlariga ta'sir qiluvchi radiometrik buzilish mexanizmlari manbalarini ko'rsating.
- nimaga atmosferaning masofaviy zondlash tizimlariga ta'sirini sinchkovlik bilan ko'rib chiqish muhim?
- qaysi omillar rasm ma'lumotlarini geometrik buzilishiga olib keadi?

5.3. Raqamli tasvirni tahlil qilish yo'llari

Raqamli ma'lumotlar raqamli shaklda mavjud bo'lganda, piksellarga fazoviy ravishda o'lchanadigan va diskret tasvirida radiometrik ravishda hisoblanganda, ma'lumot olish uchun bir nechta yondashish mumkin. Ulardan biri kompyuterdan foydalanib, rasmdagi har bir pikselni alohida-alohida ko'rib chiqish uchun, ularning xususiyatlariga asoslanib, piksellar to'g'risida qaror qabul qilishdir. Buni **miqdoriy tahlil** deb atashadi, chunki shunga o'xshash atributlarga ega piksellar ko'pincha hududlarni baholash uchun hisobga olinadi. Boshqa yondashuv inson tahlilchisidan tasvir ma'lumotlari tarkibidagi tasvirni ko'z bilan chamalab (vizual) tekshirish orqali ma'lumot olishni o'z ichiga oladi. Bunda u odatda keng miqyosli xususiyatlarni qayd etadi va ko'pincha ma'lumotlarning fazoviy va radiometrik raqamlashidan bexabar. Bu fototasvir izohi yoki ba'zan tasvir talqini deb nomlanadi. Uning muvaffaqiyati tarkibiy tasvir mahsulotida mavjud bo'lgan fazoviy, spektral va vaqt elementlarini samarali ishlatadigan tahlilchiga bog'liq. Ma'lumot fazoviy ravishda, masalan, shakli, o'lchami, yo'nalishi va tuzilishida mavjud. Yo'llar, qirg'oqbo'yi va daryo tizimlari, yoriqlar va chiziqlar odatda ularning fazoviy joylashuvi bilan aniqlanadi. Tasvirdagi ma'lum bir obyekt yoki qopqoq turining o'zgarishi kabi vaqtinchalik ma'lumotlardan ko'pincha fotosintezlovchi foydalanishi mumkin, masalan, ko'p yillik turlardan bargli yoki efemer o'simliklarni ajratishda. Spektral klavishlar fotografik izlanishlarda analitikning oldindan bilishi va zamin qoplamasining tipik turlarining spektral xususiyatlarini va bu xususiyatlarni tasvir ma'lumotlarini olish uchun ishlatiladigan sun'iy yo'ldosh yoki samolyot datchigi tomonidan qanday tanlanganligi asosida qo'llaniladi. Tasvirni talqin qilishning ushbu ikkita yondashuvi o'zlarining roliga ega va ko'pincha ular bir-birini to'ldiradi. Tasvir ma'lumotlariga raqamli tasvirni qayta ishlash darajasi oldindan qo'llanilgan bo'lsa, tasvir izohi sezilarli darajada yordam beradi, ayni paytda miqdoriy tahlil qilish uning tahlilchisining asosiy bosqichlarida berilgan ma'lumotlarga qanchalik muvaffaqiyatiga bog'liq. Ushbu ma'lumot ko'pincha fototasvir izohidan olinadi.

Bundan xulosa qilish mumkinki, to'g'ridan-to'g'ri insonning o'zaro munosabati va shuning uchun yuqori darajadagi qarorlarini o'z ichiga olgan fototasvir, hududiy baholash uchun yaxshi, ammo miqdoriy aniqligi past.

Masalan, fototasvir izohi bo'yicha hududlarni aniqlash, vizual ravishda aniqlangan hududlarni planimetrik o'lchashni o'z ichiga oladi; bunda chegaralarni aniqlashda xatolar mintaqaning aniqligiga ta'sir qiladi. Bundan farqli o'laroq, odamlarning kam aralashishini talab qiladigan miqdoriy tahlil kam fazoviy qobiliyatga ega, ammo yuqori miqdoriy aniqlik. Uning yuqori aniqligi, agar kerak bo'lsa, kompyuterning berilgan pikseldagi har bir pikselni qayta ishlash va mavjud spektral, fazoviy va radiometrik tafsilotlarni hisobga olish qobiliyatidan kelib chiqadi. Uning kam fazoviy xususiyatlari nisbatan ketma-ket kelib chiqadigan bo'lib, unda standart ketma-ket hisoblash texnikasidan foydalangan holda shakli, o'lchami, yo'nalishi va tuzilishi to'g'risida qaror qabul qilinishi mumkin. Kompyuter asosida miqdoriy tahlil qilishda har bir pikselning atributlari (masalan, spektrli chiziqlar), pikselga foydalanuvchi uchun qiziqish piksellarining ma'lum bir sinfiga tegishli ekanligini belgilaydigan yorliq berish uchun tekshiriladi. Natijada, jarayon odatda klassifikatsiya deb ham ataladi. Giperspektral ma'lumotlarning aniq bir holatida, yuqori spektral yo'qotish mavjud bo'lganligi sababli, yer yuzasi materiallarining spektroskopik xususiyatlarini bilgan holda pikselni aniqlash va shu sababli tasniflash mumkin. Bu, shuningdek, miqdoriy yondashuvdir, chunki identifikatsiya piksel darajasida bo'ladi. Aniqlanishni amalga oshirishda mutaxassis analitiklarning bilimlari ishlatilgan bo'lsa ham, ko'pincha giperspektral sensori tomonidan yozilgan pikselning spektri uni oldindan yozilgan spektrlarning ma'lumotlar bazasi bilan taqqoslash orqali aniqlanadi.

Tasvir ma'lumotlarini fototasvir yoki raqamli formatda olish mumkin. Ikkinchisi aniqroqdir, chunki birinchi navbatda, fototasvir mahsulotlarini raqamli ma'lumotlardan yaratish mumkin, ikkinchidan, vizual talqin qilishdan oldin takomillashtirish uchun raqamli ma'lumotlarni qayta ishlash mumkin. Display mahsulotining ikkita asosiy turi mavjud. Birinchisi, tasvir ma'lumotlaridagi har bir guruhning qora va oq displeyi. Agar xom raqamli ma'lumotlardan ishlab chiqarilgan bo'lsa, u holda qora rang 0 raqamli nashrida qiymatiga, oq rang esa eng yuqori raqamli qiymatga to'g'ri keladi. Bu, odatda 63, 127, 255 yoki 4095 (mos ravishda 6 bit, 7 bit, 8 bit va 12 bit ma'lumotlar uchun). Ikkinchi display mahsuloti rangli kompozitsiyadir, unda tanlangan xususiyatlar yoki multispektral ma'lumotlarning diapazoni rang mahsulotini ishlab chiqaradigan display

moslamasida uchta qo'shimchali rang bilan bog'lanish uchun tanlangan. Agar ma'lumotlar uchtdan ko'p xususiyatlardan iborat bo'lsa, ularning barchasini qanday o'chirish kerakligi to'g'risida qaror qabul qilish kerak, yoki xaritalar ixtiro qilinishi kerak, bu barcha funktsiyalarni mos ravishda uchta asosiylarga birlashtirishga imkon beradi. Odatda bunday yondashuv qabul qilinmaydi, chunki uchta yangi xususiyat sintetikdir va shu sababli analitik spektral reaksiya xarakteristikalarini tajribasiga murojaat qila olmaydi. Buning o'rniga **rang kompozitsiyasini** yaratish uchun original chiziqlar to'plami tanlanadi. Mavjud bo'lgan to'rtta guruhdan tez-tez 6 bekor qilinadi, chunki u ko'p yuzaning turlari uchun 7 bilan yuqori darajada bog'langan va shuningdek, 7-ga qaraganda 4 va 5 diapazonlari bilan yuqori darajada bog'langan. Bu ko'pincha soxta rang kompoziti deb ataladi. Bunda o'simlik qizil rangda o'zgaradi (o'simlik bilan bog'liq yuqori infraqizil javob tufayli), tuproqlar ko'k, yashil, ba'zan sariq, suv esa qora rangda bo'ladi.

Tasvir ma'lumotlari raqamli shaklda mavjud bo'lganda, uni fototasvir izohlashda ishlatiladigan ko'rsatmalar yaxshilanishini ta'minlash uchun haqiqiy tasvir ishlab chiqarilishidan oldin qayta ishlash mumkin. Vaqtinchalik tavsiyalar haqida juda oz narsa qilish mumkin, ammo oqilona ishlov berish spektral va fazoviy ma'lumotlarni yanada mazmunli qiladi. Ushbu qayta ishlash ikki xil. **Ulardan biri tasvirning radiometrik** (yoki tasvirida qiymati) xususiyati bilan shug'ullanadi va radiometrik yaxshilanish deb nomlanadi. Ikkinchisi **tasvirning fazoviy yoki geometrik xarakteriga bog'liq** va geometrik yaxshilanish deb nomlanadi. Ikkinchisida, odatda, ma'lumotlar ichida mavjud shovqinlarni yumshatish, qirralarning yaxshilanishi va yoritilishi, chiziqlarni aniqlash va kuchaytirish kabi amallar mavjud. Radiometrik yaxshilanish tasvirdagi piksel egallagan kontrast diapazonini o'zgartirish bilan bog'liq. Hisoblash nuqtai nazaridan, radiometrik kuchaytirish amaliyotlari mavjud bo'lgan yorqinlik qiymatidan (ba'zi bir aniqlangan algoritm bo'yicha) piksel uchun yangi tasvirida qiymatini aniqlashni o'z ichiga oladi. Shuning uchun ularni tez-tez "nuqtalar" amallari deb atashadi va ularni qidirish jadvallari yordamida samarali amalga oshirish mumkin. Bu yangi yorqinlik qiymatlari to'plamini eski yorqinliklar to'plami bilan bog'laydigan ikki ustunli jadvallar.

Miqdoriy tahlil - xususiyatlarni klassifikatsiya qilish usuli uzoq masofadan zondlash tasvirlarida xususiyatlarni tasniflash, geometrik

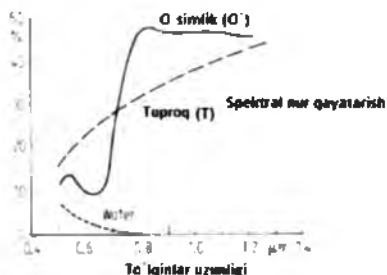
xususiyatlarni global baholash va zamin qoplamasi turlarini umumiy baholash uchun samarali hisoblanadi. Biroq, faqat bir nechta piksellar qiziqmasa, piksel darajasida qo'llash imkonsizdir.

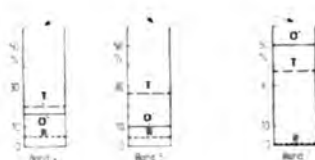
Naqshni aniqlash bo'yicha miqdoriy tahlilda kompyuter bilan ishlashni so'raladigan spektral sinflar, chunki ular ma'lumotlardagi "tabiiy" guruhlar yoki klasterlardir. Miqdoriy tahlil tugagandan so'ng tahlilchi barcha tegishli spektral sinflarni bitta kerakli ma'lumot bilan birlashtiradi. Tasniflashga (Klassifikatsiyaga) eng ko'p qabul qilingan yondashuv sharoitida, statistik modellarga asoslangan holda, spektral sinflar ehtimoliy yakka tartibdagi (unimodal) taqsimotlar va iloji boricha ko'p tartibdagi (multimodal) taqsimot haqida ma'lumot sinflari sifatida ko'riladi. Buni qulaylik uchun yagona rejimlar to'plamiga yechish kerak.

Tasvirning tahlili asosida tasniflash turibdi. Tasniflash mavjud bo'lgan spektral ma'lumotlardan foydalangan holda piksellarni ma'lum spektral (va shu bilan ma'lumot) sinflariga tegishli deb belgilashni o'z ichiga oladi.

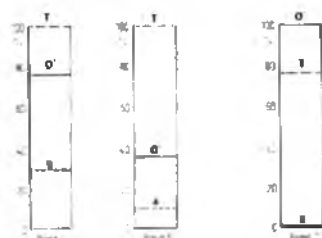
Kontrastni kuchaytirish tasvirdagi xususiyatning yoki tarmoqli diapazonning nisbiyligini (va shu bilan rang nisbiyligini) qanday buzishi mumkinligi ko'rsatiladi. Kontrastni kuchaytirmasdan tuproq va o'simlik qoplamalarining turlari qizg'ish tusga ega bo'ladi, yaxshilanishdan keyin esa

tuproq o'ziga xos mavimsi tuslarni oladi (5.10- rasm). Belgilangan chiziqlar Landsat MSS-ga mos keladi; xuddi shunday ta'sir boshqa sensorlardan (masalan, SPOT diapazonlari 1, 2 va 3) o'xshash birikmalar bilan sodir bo'ladi.



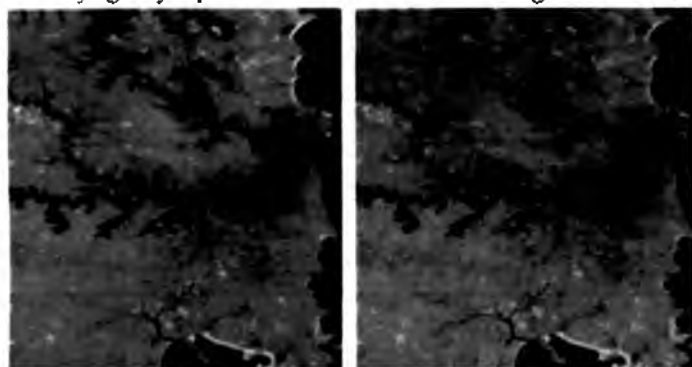


NORMALIZATSIA (KONTRASTNI OSHIRISH)



5.10- rasm. Kontrastni kuchaytirmasdan va yaxshilanishdan keyin tasvirlar xususiyatlarining misoli

5.11- rasmda misol tariqasida rang tarkibi oldidan (a) har bir diapazonda bir xil kontrastli kuchaytiriladigan tasvir, har bir guruh o'zining to'liq yorqinligini qoplash uchun mustaqil ravishda yaxshilangan (b). Bu tarmoqli nisbiyligini yo'qotadi va shu bilan turli xil ranglarni beradi.



5.11-rasm. Raqamli tasvirning normalizatsiaydan oldin (a) va keyingi holati (b)

Raqamli tasvirning izohi inson tahlilchisi mavjud ma'lumotlarni o'zlashtirish qobiliyatiga asoslanganligi sababli, tasvirning spektral tarkibiy qismlarining atigi uchtasini yoki undan kamroq foydalanish mumkin. Landsat mavzuli xaritalash ma'lumotlarida yettita diapazon mavjud va spektrometr ma'lumotlarini ko'rish uchun juda ko'p. Bularning barchasi

majburiy ravishda pikselni aniqlashda ishlatilishi shart emas, aksincha, agar ularning barchasi e'tiborga olishni yoki baholanishni talab qilsa, u holda tahlilning munosabati aniq cheklangan bo'ladi. Bundan tashqari, inson tahlilchisi umuman mavjud bo'lgan radiometrik yechimligini chegaralashga qodir emas. Taqqoslash uchun, agar kompyuterni tahlil qilish uchun foydalanish mumkin bo'lsa, u buni piksel darajasida amalga oshirishi mumkin va kerak bo'lganda bir qancha pikselni tekshirishi va aniqlashi mumkin. Bunga qo'shimcha ravishda, masofadan zondlash tasvirini kompyuterda tahlil qilish uchun ma'lumotlarning ko'p o'lchovli tomonlarini, shu jumladan to'liq radiometrik piksellar sonini to'liq hisobga olish imkoniyati bo'lishi kerak. Masofadan zondlash tasvirlari ma'lumotlarini kompyuter talqini, ularning raqamli xususiyatlariga ko'ra piksellarni aniqlay olish qobiliyati va hududni baholash uchun piksellarni hisoblash qobiliyati tufayli miqdoriy tahlil deb ataladi. Odatda uni tasniflash (klassifikatsiya) deb ham atashadi, bu usul spektral xarakteriga qarab yorliqlarni piksellarga yopishtirish usulidir. Ushbu yorliq kompyuter tomonidan spektral o'xshashliklarga ega piksellarni aniqlashni oldindan o'rgatish orqali amalga oshiriladi.

Dastlab tahlil qilish jarayonlarini ishlab chiqishga imkon beradigan shaklda tasvir ma'lumotlarini namoyish etadigan modelni ishlab chiqish kerak.

Raqamli tasvirlarni tahlil qilish jarayonida kompyuter ishlashi uchun qonun-qoidalarini ishlab chiqish ikkita asosiy algoritm guruhlaridan foydalaniladi:

1. Nazorat qilinmaydigan (o'qituvchisiz) tasniflash - bu foydalanuvchi mavjudligi yoki ushbu sinflarning nomini oldindan bilmasdan rasmdagi piksellarni spektral sinflarga ajratish vositasi. Ko'pincha klasterlash usullari yordamida amalga oshiriladi. Ushbu amallarda ma'lumotlar tushadigan spektral sinflarning soni va joylashishini aniqlash va har bir pikselning spektral sinfini aniqlash uchun foydalanish mumkin. Keyin tahlilchi har bir sinfdagi piksellar namunasini mavjud ma'lumotlarga bog'lash orqali ushbu sinflarni aniqlaydi, bunda xaritalar va yerga tashriflar ma'lumotlari bo'lishi mumkin. Klasterlash amallari odatda juda qimmatga tushadi, ammo ular masofadan turib olingan tasvirning tahlilida muhim o'rin tutadi. Muayyan mashqlar uchun ma'lumot sinflari ma'lum bo'lsa-da,

tahlilchi, odatda, spektral sinflar yoki sub-sinflar haqida umuman bexabar, ular ba'zan shunday nomlanadi. Nazorat qilinmagan tasniflash, shuning uchun nazorat qilinadigan tasniflash usullari bilan batafsil tahlil qilishdan oldin ma'lumotlarning spektral klass tarkibini aniqlash uchun foydalidir. Spektral sinflarni aniqlash uchun tez-tez ishlatiladigan klasterlash algoritmlari diapazoni.

O'qituvchisiz o'qitish algoritmlar tahlil uchun ma'lumotlar tanlamasdan olingan bo'lib, ular orasidagi munosabatlarni, ana'nalarning, bir-biriga bog'liqligini aniqlashni o'z maqsadi deb ko'radi. Vazifalari:

- 1) klasterlash;
- 2) o'lchovni kamaytirish;
- 3) anomaliyning bor-yo'qligini o'rganish.

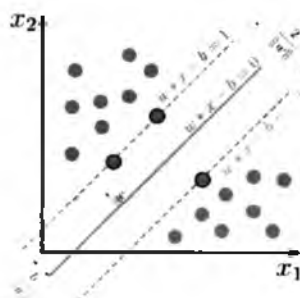
2. Nazorat ostidagi tasniflash (o'qituvchi bilan) - bu masofadan turib olingan tasvirni miqdoriy tahlil qilish uchun ko'pincha qo'llaniladigan amal. Tasvirda piksellarni zamin qoplamalarining muayyan turlarini aks ettirish uchun mos algoritmlardan foydalanishga asoslanadi. Buning uchun turli xil algoritmlar mavjud, ular qiziqish sinflari uchun ehtimollik taqsimot modellari asoslangan modellardan tortib, ko'p qirrali makon eng maqbul joylashgan sirtlardan foydalanib, klassik mintaqalarga bo'linadigan zonalarga bo'linadi. O'qituvchi bilan o'qitish algoritmlari orqali tahlil uchun ayrim tanlangan ma'lumotlar va tahlil natijalari orasidagi munosabatlarni aniqlashni o'z maqsadi deb ko'radi. Asosiy vazifalari:

- 1) hodisa yoki jarayonni tasniflash;
- 2) uni regressiya tahlili yordamida o'rganish;
- 3) rivojlanishini oldindan aytib berish.

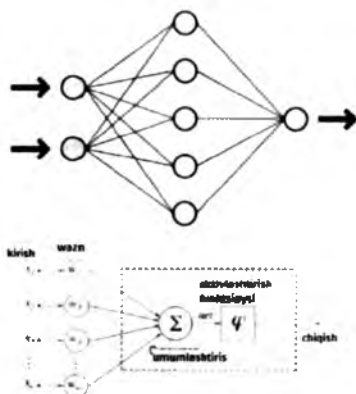
Tanlangan muayyan usuldan qat'i nazar, odatda amaliy qadamlar quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1) tasvirni segmentga ajratish uchun zamin qoplamasi turlarini belgilab oling. Bular ma'lumot sinflari bo'lib, masalan, suv, shahar mintaqalari, ekin maydonlari, yaylovlar va boshqalar bo'lishi mumkin.

2) istalgan sinflar to'plamidan vakili yoki prototip pikseli tanlanadi. Ushbu piksellar o'quv ma'lumotlarini shakllantirish uchun aytilgan. Har bir sinf uchun o'quv to'plamlari saytiga tashrif buyurish, xaritalar, havo fototasvirlari yoki hatto tasvir ma'lumotlari asosida yaratilgan rangli kompozitsion mahsulotning fototasvir izohi yordamida o'rnatilishi mumkin.

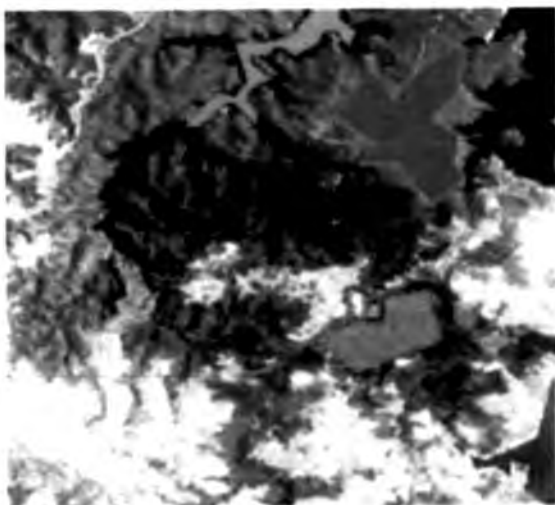


5.13-rasm. Tayanch vektorlar usuli yordamida tasvir tahlilning chizmasi



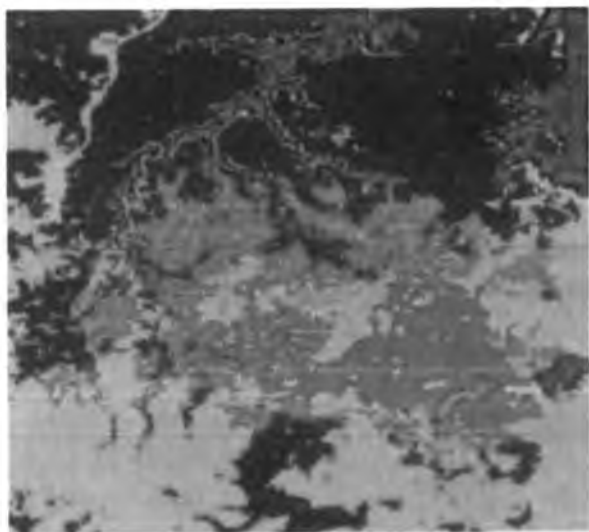
5.14-rasm. Sun'iy neyron tarmoqlar asosida tasvir tahlilning tuzilmasi

5.15-rasmda tasvir avtomatik tahlilning misoli keltirilgan. Rasmda suv (binafsha), o'simlik (yashil), olov kuyishi (qizil) va shaharcha (pastki qismida quyuq ko'k) o'ng burchakda ko'rsatilgan.



5.15-rasm. Koinotdan olingan tasvirning avtomatik tahlilining misoli.

5.16-rasmda maksimal tasniflash usulida mavzuli xarita ishlab chiqarilgan. Moviy - suvni, qizilni anglatadi yong'in - shikastlangan o'simlik, yashil - tabiiy o'simlik va sariq - shahar rivojlanishidir.



5.16-rasm. Maksimal tasniflash usulida yaratilgan mavzuli xaritaning misoli

Ma'lumki, ayrim ishlov ancha osonlik va arzonlik bilan oddiy vositalar yordamida amalga oshirilishi mumkin. Bunda ko'z bilan chamalash usuli yetarli deb hisoblasa bo'ladi. Lekin bu usul subyektiv bo'lgani sababli kam ishlatiladi. Qator kompyuter dasturlari ishlab chiqilgan va ular yordamida ko'p vazifalarni yechish mumkin. Masalan, tasvirlarni tahlil qilish uchun mo'ljallangan ERDAS Imagine maxsus tizim hamda ITT Visual Information Solutions (ITT VIS) tomonidan ishlab chiqilgan ENVI (the Environment for Visualizing Images) dasturiy kompleksini ko'rsatish o'rindir.

Ko'z bilan chamalab va avtomatik yo'l bilan tasvir tahlilining taqqoslash natijalari 5.2-jadvalda keltirilgan.

5.2-jadval Ko'z bilan chamalab va avtomatik yo'l bilan tasvir tahlilini taqqoslash¹

Ko'z bilan chamalab	Avtomatik yo'l
Tasvir tahlili batafsilligi pikseldan bir necha barobar katta bo'lgan obyektlar darajasida amalga oshiriladi	Tasvirni tahlil qilish individual piksel darajasida amalga oshiriladi
Miqdoriy hisob-kitoblarni (maydonlar, uzunliklar) faqat taxminan olish mumkin: aniq hisoblash uchun qo'shimcha harakatlar va vositalar kerak	Maydonlar, uzunliklar va boshqalarni miqdoriy baholash yuqori aniqlik bilan hisoblash mumkin (piksel o'lchovini hisobga olgan holda)
Oq-qora tasvirlardagi yorqinlik tahlili 7-12 bosqichda amalga oshiriladi, nisbiy baholar ustunlik qiladi (yorqinlikda taqqoslash)	Yorqinlik farqlarini batafsil va aniq tahlil qilish faqat raqamli tasvirning xususiyatlari bilan cheklanadi, obyektlarning dekodlash qobiliyatini yaxshilashga qaratilgan yorqinlikni

¹ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ»
<http://lib.ssga.ru/fulltext/UMK/%D0%AD%D0%A3%D0%9C%D0%9A%20%D0%A4%D0%93%D0%9E%D0%A1-%203%2013-14/120401.65%20%D0%9F%D0%93/6%20%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80/120401.65%20%D0%A2%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%80%D1%84%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%84%D0%B5%D1%88%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%80%D0%8D%D0%B8%D0%B5/120401.65%20%D0%9A%D0%9E%D0%9D%D0%A1%D0%9F%D0%95%D0%9A%D0%A2%20%D0%98%D0%95%D0%9A%D0%A6%D0%98%D0%99.pdf>

	o'zgartirish (ortib borayotgan kontrast, kvantlash, ranglarni kodlash) mumkin.
Zona tasvirlarini birgalikda tahlil qilish cheklangan, ikkitadan ortiq tasvirni taqqoslash qiyin, rangli sintezlangan tasvirni tahlil qilish samaraliroq	Ko'p zonali tasvirni batafsil tahlil qilish mumkin, shu jumladan turli ko'rsatkichlarning mintaqaviy tasvirlari bo'yicha hisob-kitoblar, tarkibiy qismlarni tahlil qilish, tasniflash

5.2-jadval Ko'z bilan chamalab va avtomatik yo'l bilan tasvir tahlilini taqqoslash (davomi)

Ko'z bilan chamalab	Avtomatik yo'l
Planli obyektlarning shakli osongina va aniq bir tarzda aniqlanadi	Planli obyektlarning shaklini aniqlash juda qiyin vazifa, hozirgi paytda dasturiy ta'minotni hal qilib bo'lmaydi
Fazoviy narsalarning shakli (ularning vertikal o'lchovii) oddiy stereo moslamalar yordamida qo'shni tasvirlar juftligi orqali, bitta rasmda esa - obyektlar soyasi yordamida aniqlanadi.	Fazoviy obyektlarning shaklini tegishli dasturlar va stereo ko'zoynaklardan foydalangan holda qo'shni tasvirlar bo'yicha aniqlash mumkin, bitta rasmda aniqlab bo'lmaydi.
Fazoviy ma'lumotlarni olish (obyektlarning fazoviy tarqalish xususiyatlarini aniqlash) qiyinchiliklarga olib kelmaydi	Fazoviy ma'lumotlarni olish uchun texnik imkoniyatlar cheklangan.
Tasvirni tahlil qilish belgilarining kombinatsiyasi yordamida amalga oshiriladi, bilvosita belgilar keng qo'llaniladi, shuningdek mantiqiy xulosalar	Hozirgi darajada faqat bitta dekodlash xususiyatini (tasvir tuzilishida) tahlil qilish ustunlik qiladi, butunlikdan foydalanish va undan ham bilvosita xususiyatlar deyarli imkonsizdir.

Tahlilni darhol mantiqiy tasdiqlangan legendada amalga oshirish mumkin	Oddiy, ko'pincha mantiqiy tasdiqlanmagan legendadan foydalaniladi; yakuniy legendaga o'tish bir necha oraliq bosqichlarni talab qilishi mumkin
Tahlil natijalari ma'lum darajada subyektivdir	Raqamli ishlov berish natijalari (matematik hisoblar) obyektivdir, ular, asosan, ijrochi tomonidan o'rnatilgan parametrlarga bog'liq.

Savollar:

- miqdoriy tahlilning mohiyati nimada?
- ko'z bilan chamalab (vizual) tekshirish orqali ma'lumot olishda nima e'tiborga olinadi?
- tasvirni talqin qilishning ikkita yondashuvi qanday qilib bir-birini to'ldiradi?
- nima to'g'risida standard ketma-ket hisoblash texnikasidan foydalangan holda qaror qabul qilinadi?
- qaysi jarayon klassifikatsiya deb ham ataladi?
- radiometrik yaxshilanish nima bilan bog'liq?
- nimaga miqdoriy tahlil samarali hisoblanadi?
- tasvirning tahlili asosida turgan tasniflash o'z ichiga nimani oladi?
- raqamli tasvirlarni tahlil qilish jarayonida kompyuter ishlashi uchun qonun-qoidalarini ishlab chiqishda foydalaniladigan ikkita asosiy algoritmlar guruhlarini ta'riflab bering.

GLOSSARIY

1-bob. "TASVIRGA OLISHNING TABIIY SHAROITLARI VA TURLARI"

Aerofotoapparatlarning kattaligi uning obyektiv fokus oralig'iga bog'liq.
Aerosiyomka -100 metrdan 20 kilometrgacha samolyot, vertolyot, planer, aerostat, dron kabi asbob tashuvchilardan tasvirga olish.
albedo va umumiy yorug'lik ko'effitsientini hisoblash yo'li orqali yuzaga tushgan nurlanishning qaytarilgan nurlanish qismi aniqlanadi.
Atmosferada "Tiniqlik Darchalari" - nurlanish atmosfera elagidan o'tgandan keyin ayrim to'liqlinli nurlar yo'qoladi.
Dopier Radaridan mahalliy qonunchilik idoralari tezlikni cheklash monitoringi va shamol tezligi va ob-havo tizimlaridagi yo'nalish kabi yog'ingarchilik holati va intensivligiga qo'shimcha ravishda foydalanadilar.
Ekvator va orbita tekisliklari orasidagi burchagi "i" kenglik bo'yicha tasvirga olingan maydonning kattaligini bildiradi.
Elektromagnit to'liqlinlar - vaqt bo'yicha davriy o'zgaradigan elektromagnit maydon (o'zaro bog'langan yer elektr va n magnit maydonlar) ning fazoda chekli tezlik bilan tarqalish jarayoni. o'zgaruvchi induksiya oqimi uyurma elektr maydonni, u esa, o'z navbatida, uyurma magnit maydonni uyg'otadi. tarqalayotgan elektromagnit maydon elektromagnit to'liqlinlar deyiladi.
Faol masofadan zondlash - signalni sun'iy yo'ldosh yoki samolyot orqali chiqarilganda va uning obyekt tomonidan aks etilishini sensor tomonidan aniqlanadi.
Fotoelektronli optik diapazondagi nurlanishning ta'sir qilish natijasida elektrik signal hosil bo'ladi.
Fotografik Qatlamlar – bu kimyoviy murakkab ikki-o'lchovli nurlanishni qabul qiluvchi bo'lib, nurlanishni qayd qiluvchi moddaning kimyoviy tarkibini o'zgartirish qonun-qoidalarga asoslangan.
Fotografik Tasvir - bu markaziy tasvir.
Fotografik tasvirga olish yo'li - qaytarilgan va yerning xususiy elektromagnit nurlanishni ko'z ko'radigan va yaqin infraqizil zonadagi qismini qayd qilishda asoslangan.

Geoaxborot Texnologiyalari - geoaxborotni to'playdigan va u bilan ishlaydigan texnologiyalar
Geoaxborotning aniqligi – o'lchash natijasini qayd qilish uchun raqamlar soni yoki o'lchash asbobi ta'minlaydigan aniqlik.
geostatsionar yo'ldoshlar - yer yuzasidan 35786 km balandlikda uchib ketadilar, ularning inqilob davri yerning o'z o'qi atrofida aylanish davriga to'g'ri kelganligi sababli, bunday sun'iy yo'ldoshlar osmonda bir joyda "osilib turishadi".
GNSS - koinotdan signallarni GNSS qabul qiluvchilariga joylashishni aniqlash va vaqtni uzatuvchi signallarni ta'minlovchi yo'ldoshlar turkumini anglatadi. GNSS o'z ichiga oladi: Europe's <u>Galileo</u> , the USA's NAVSTAR Global Positioning System (GPS), Russia's Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS), China's Beidou Navigation Satellite System.
GPS - global joylashishni aniqlash tizimi degan ma'nom anglatadi.
Infraqizil diapazondagi to'liqlar – bu iq diapazondagi nurlanish quyoshning yer yuzasiga tushib qaytarilgan hamda yerning xususiy nurlanishdan iborat.
Indikatrissa - turli yo'nalishlarda sochilgan nurlashning yorug'lik koeffitsienti aniqlanib qutbiy diagramma.
Ish yoki foydali maydon – tasvirning xatosiz markaziy qismi.
Kosmosyomka - Yerga nisbatan 100 km va undan uzoqroq bo'lgan masofadan sun'iy yo'ldoshlardan tasvirga olish.
Lazer Altimetrlari sirt xususiyatlarining balandligini o'lchash uchun "Radar" sifatida ishlatiladi.
LIDAR (Light Identification Detection and Ranging, LIDAR) qurollari yorug'likni aniqlash va o'lchash atmosferadagi turli xil kimyoviy moddalar kontsentratsiyasini aniqlash va o'lchash uchun ishlatiladi.
MKE-6M ko'p spektrli tasvirga olish uchun mo'ljallangan filtrlar fotokamera bir davr mobaynida 6ta obyektiv ishlab turgan edi va sinxron ishalb turgan holatida joydan qaytgan turli uzunlikdagi to'liqli nurlanishni qayd qilgan
Optikaviy Elektronika (CCD Yordamida, CCD-ingliz tilidagi-zaryadlangan ulanadigan qurilma)

Optikaviy to'liqlar – bu ultrabinafsha, ko'z ko'radigan va infraqizil diapazondagi to'liqlar hisoblanadi.
Optikaviy-Elektronli tizimlarining ishlash qonun-qoidalarini esa avval elektrik signallar orqali nurlanishni qayd qilish, so'ng optikaviy-elektronli yo'l bilan tasvirga aylantirish jarayonlarda asoslangan.
Panoramali tasvirga olish - kameraning o'qi tik tushgan holga nisbatan 20^0 va undan ortiq burchakka egilgan holda va bu usulda katta maydonning tasviri olinadi.
Passiv masofadan turib sezish - quyosh nuri aks etganda sensor tomonidan aniqlanadi.
Planli tasvirga olish - optik o'qi tik tushgan yoki 3^0 dan ortiq egilmagan holda.
Quyosh Sinxron Orbitasi - bu yerning sirtini tasvirga tushadigan sun'iy yo'ldoshlar tomonidan tez-tez ishlatiladigan maxsus orbitadir.
Radar asosan havo harakatini boshqarish, erta ogohlantirish va ba'zi katta hajmdagi meteorologik ma'lumotlar bilan bog'liq.
Radioto'liqlarni qayd qilish uchun turli antennalardan foydalaniladi.
Spektrozonal qatlamlar - turli rangli moddalarni qo'shib, fotografik qatlamni faqat ayrim to'liqli nurlanishni qayd qilishi mumkin.
Sun'iy Yo'ldosh Radar Altimetriyasi sun'iy yo'ldosh antenasiidan sirtga va orqaga sun'iy yo'ldosh qabul qiluvchisiga o'tish uchun radar pulsi bilan olingan vaqtni o'lchaydi.
Tasvirga Olish Bazisi - yonma-yon turgan tasvirlarning markaziy nuqtalari orasidagi burchak.
Termoelektrik asboblarda infraqizil issiq nurlanishga sezgirdir.
Ultratovush (Akustik) va Radiolokatsion oqim o'lchovlari dengiz sathini, suv toshqinlari va to'liqli yo'nalishini dengiz qirg'oqlari va dengiz bo'yidagi oqim o'lchovlarida o'lchaydilar.
Uzoqdan Tadqiq Qilish - Yerni sun'iy yo'ldosh yoki yuqori uchuvchi samolyotlar yordamida skanerlash va bu haqda ma'lumot olish.
Yerning Xususiy Nurlanishi - infraqizil va radioissiq to'liqli nurlarning tarqalishi yerning xususiy nurlanishi bilan bog'langan.
Yorug'lik kontrasti - ikki obyekt yorug'ligi orasidagi farq yoki

2 bob. "HAVODAN VA KOINOTDAN OLINGAN MA'LUMOTLARNING XUSUSIYATLARI"

Fototasvirlar o'z yuqori geometrik va tasviriyl xususiyatlari bo'yicha ajralib turadi.
Fazoviy aniqlik. Rasterli raqamli rasmga yozilgan pikselning o'lchami
Giperspektral masofadan zondlash - bu yer yuzasi haqida bilim va tushunchani oshirish uchun aniq optik vositadir. Giperspektral tasvirlash tizimlari yuzdan ortiq qo'shni spektral diapazonda tasvirlarni olishadi.
Issiqi-infragizil diapazondagi radiometrik tasvirlar obyektlarning issiqlik nurlanishni qayd qilish natijasida olinadi.
Multispektral masofadan zondlash bir nechta keng to'liq uzunliklarida ko'rinadigan, infragizil va qisqa to'liqli infragizil tasvirlarni olishni o'z ichiga oladi.
Radiolokatsion tasvirlar yerdan ham, havodan ham, koinotdan ham turib olinadi. Ular yuborilgan obyektga yetib borgan va undan qaytarilgan radiodiapazondagi ultraqisqa to'liqlarni qayd qilish natijasida hosil bo'ladi
Radiometrik o'lchamlari. Turli nurlanishni ajrata oladigan sensorning ko'rsatkichi
Skanerli tasvirlarni tasvirga olish asboblarning takomillashtirilishi bilan ularning ahamiyati kundan-kunga oshmoqda. Ma'lumotlarni Yerga yuborish tezligi bilan ajralib turadi
Spektral aniqlik. Yozib olingan turli xil to'liq uzunligi
Spektrli qiyofasi - obyektning xususiy alomati bo'lib, uning spektrga oid yorug'lik koeffitsientlar miqdorining o'zgarish xususiyati
Tasvirning belgilari uning shakli bilan bog'liq bo'lib, tasvirni tahlil qilishga asos qilib qabul qilinadi
Tasvirning masshtabi - bu geometrik xususiyatlarining ko'rsatkichi
Tasvirning naqshida tuzilishini (strukturasi) uning shakllari, katta-kichiliklar, rang va fototon kabi belgilar tashkil qiladi va bu tasvirning tashqi ko'rinishida o'z aksini topadi.
Tasvirning teksturasi - bu mayda elementlarning hududda joylashishi va bir-birga qo'shilishi
Televizion va fototelevizion tasvirlar meteorologik va tabiiy boyliklarni tadqiq qiluvchi sun'iy yo'ldoshlardan olinadi

Vaqtinchalik qaror. Yo'ldosh yoki samolyot orqali uchib o'tish chastotasi, o'rtacha yoki mozaik tasvirni talab qiladigan holatlarga tegishli

3-bob. "TASVIRLARNI TAHLIL QILISH VA ULARDAN FOYDALANISH YO'LLARI"

Avtomatlashtirilgan, unda tasvirning tahlili qayta ishlash uchun tasvirlar kompyuter tomonidan dialog rejimida olinadi, operator esa ishlov berish usulini tanlaydi, ya'ni tizimni "o'qitish" ni amalga oshiradi, sifatni nazorat qiladi, tasniflagichning ishini tekshiradi, dasturlarga tuzatishlar kiritadi

Avtomatik, bunda rasm tahlil qilish tizimi operatorning aralashuvisiz tuzatilgan vazifalarni hal qiladi

Etalon - namuna qilib to'plangan obyektlar tasvirlari

Indikatorlar - boshqa obyektlarni o'rganishda ishlatiladigan aniq ajratilgan va o'rganilgan obyekt

Ko'z bilan chamalash (vizual) usuli, bunda ma'lumot rasmlardan o'qiladi va odam tomonidan tahlil qilinadi

Mashina-Vizual -bu vizual tahlil qilishni osonlashtirish uchun kompyuter yoki maxsus moslamalar yordamida tasvirlarni dastlabki ishlash amalga oshiriladi

Rasmni tahlil qilish texnologiyasi - tasvirdan ma'lumotlarni to'plash vositalari hamda yo'llar to'g'risidagi bilimlar birligi

Tasvirni tahlil qilishning to'g'ri belgilari – bu obyektning qiyofasi uning shakli, rangi, o'lchovi, oq-qora ranglarning ochligi-to'qligi bilan ifodalanadi.

Tasvirni o'qish va tahlil qilish ((rus tilida – дешифрирование; ingliz tilida-decryption, interpretation) - yerning geografik qobig'ini bir butun qilib, uning qismlarini va alohida olingan elementlarini o'rganish maqsadi bilan yerdan, havodan va koinotdan turib olingan tasvirlarni tadqiq qilish jarayoni deb tushuniladi.

Tasvirlarni ishga tayyorlash deb, ularning geometrik xatoliklarini yo'qotish hamda kerakli masshtabga keltirish kabi fotogrammetrik ishlarni bajarish, tasviriy xususiyatlarni yaxshilash bo'yicha choralar ko'rish

4 bob. "TABIAT VA JAMIYATNI O'RGANISH USULLARI"

Joyning tuzilishini tadqiq qilish – bu yuqorida ko'rsatilgan vazifalardan biri bo'lib, taraqqiyot jarayonini o'rganish, turli tabiiy mintaqalarni taqqoslash orqali yangi bilim yaratishdir

Monitoring - Joriy nazorat qilish vazifasini yechishdan boshlab, tabiiy muhitning o'zgarish qonun-qoidalarini aniqlashgacha bu ma'lumotlar tahlil qilish usullarida qo'llaniladi

Landshaftli-indikatsion yondashishda relyef, o'simliklar, suv va antropogen obyektlarga hamda tizimlarning morfologik tuzilishiga qaratiladi

5 bob. "TASVIRLARNI TADQIQ QILISHNING KOMPYUTER USULLARI"

DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) - bu Doppler yo'ldosh o'lchovlarining orbitalari va pozitsiyalarini aniqlash tizimi

Geometrik yaxshilanish tasvirning fazoviy yoki geometrik xususiyati bilan shug'ullanadi

InSAR deb nomlanuvchi (Interferometrik sintetik diafragma radarlari uchun) ushbu usul hozirgi kunda topografik xaritalashda keng qo'llaniladi.

Integratsiyalashtirilgan fazoviy ma'lumotlar manbalari bazasi -raqamli fazoviy ma'lumotlarga ishlov berish tizimlarida ma'lum bir jug'rofiy mintaqaga tegishli ma'lumotlar to'plamidagi barcha yozuvlarni o'zaro ro'yxatga olish va UTM tizimi kabi xarita bazasiga havola qilish odatiy holdir. Shu tarzda mavjud bo'lganda ma'lumotlar geokodlangan deyiladi

Klassifikatsiya- kompyuter asosida miqdoriy tahlil qilishda har bir pikselning atributlari (masalan, spektrli chiziqlar), pikselga foydalanuvchi uchun qiziqish piksellerining ma'lum bir sinfiga tegishli ekanligini belgilaydigan yorliq berish

Ma'lumotni integratsiyalashtirish asosan yaxshiroq va yoki ko'proq ma'lumot olish uchun bir nechta manbalardan ma'lumotlarni birlashtirishni o'z ichiga oladi

Miqdoriy tahlil rasmdagi har bir pikselni alohida-alohida ko'rib chiqish uchun, ularning xususiyatlariga asoslanib, pikseller to'g'risida qaror qabul qilishdir

Nazorat qilinmaydigan (o'qituvchisiz) tasniflash - bu foydalanuvchi mavjudligi yoki ushbu sinflarning nomini oldindan bilmasdan rasmdagi piksellarni spektral sinflarga ajratish vositasi.
Nazorat ostidagi tasniflash (o'qituvchi bilan) - bu masofadan turib olingan tasvirini miqdoriy tahlil qilish uchun ko'pincha qo'llaniladigan amal
Piksellar - diskret rasm elementlari
Radiometrik yaxshilanish tasvirning radiometrik (yoki tasvirida qiymati) xususiyati bilan shug'ullanadi
Spektral chiziqlar yoki kanallar - tasvirning xossalari ma'lum bir sensor tomonidan berilgan spektral o'lchovlar
Tasvir piramidalaridan foydalanish - Piramida piksellar guruhini qo'shni hududda birlashtirib, yangi kompozitsiyali pikselning qisqartirilgan pikselini yaratish uchun yaratadi va shu bilan kam pikselli past aniqlikdagi tasvirni yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Asosiy darsliklar va o'quv qo'llanmalar

1. Гулямова Л.Х. Географияда аэрокосмик услублар. Ўқув қўлланма. Тошкент, "Университет", 1993. 132 б.
2. Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В. Аэрокосмические методы географических исследований // Учебник для студентов высших учебных заведений. –М.: Академия, 2004. –336 с.
3. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований // СПб.: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2005. –348 с.
4. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование Земли Учеб. пособие./ Е.Н. Сутырина –Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. –165 с. –ISBN 978-5-9624-0801-9.
5. James B. Campbell Randolph H. Wynne. Introduction to Remote Sensing Fifth Edition 2011 The Guilford Press 667 p. ISBN-13: 978-1609181765 ISBN-10: 160918176X
6. Thomas Lillesand, Ralph W. Kiefer, Jonathan Chipman. Remote Sensing and Image Interpretation, 7th Edition. 2015 ISBN: 978-1-118-34328-736 p.
7. Dennis K. Killinger, Aram Mooradian. Optical and Laser Remote Sensing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1983
DOI<https://doi.org/10.1007/978-3-540-39552-2>

2. Qo'shimcha

1. Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. // М.: Техносфера, 2010. - 560 с. - ISBN: 978-5-94836-244-
2. Геоинформатика: Толковый словарь основных терминов // Ю.Б.Баранов, А.М.Берлянт, Е.Г.Капралов и др. – М.: GIS-Ассоциация, 1999.
3. Гулямова Л. Моделирование пространственного роста городов\К взаимопониманию через обмен идеями и знаниями. -Т.: "Фан", 2005. 122-127 с.

4. Гулямова Л. Табiiй бойликлар ва аҳолининг ҳудудий тақсимланиши // Ўзбекистон географик жамияти жилди, 35, 2010, ISSN 0135-9614, 97-101 бб.

5. Аҳоли жойлашувини аэрокосмик материаллар асосида ўрганиш. Тошкент: "Университет", 1991.

4. Internet manbalar

1. <http://ucgis.org> 30 dan ortiq universitetlarni birlashtiradigan geoaxborot fanining Konsorstiumi veb sahifasi
2. <http://icaci.org/> Xalqaro kartografiya assotsiatsiyasi veb sahifasi
3. <http://esri.com>, www.ArcGIS.com «ArcGIS» dasturni ishlab chiqaruvchi kompaniyanig veb sahifalari
4. www.mapinfo.com «MapInfo» dasturni ishlab chiqaruvchi kompaniyanig veb sahifasi
5. education.nationalgeographic.org/
6. <http://hexagon.com> «HEXAGON» dasturni ishlab chiqaruvchi kompaniyanig veb sahifasi
7. <http://www.geogr.msu.ru/>
8. <http://www.tdiu.uz/ek/SharedFiles/>
9. <http://www.escholarship.org/>
10. <http://nasa.gov>

L. X. Gulyamova

AEROKOSMIK TASVIRGA OLISH TEXNIKASI VA TEXNOLOGIYA

Darslik

Muharrir Z.N.Buranov

**Bosishga ruxsat etildi 26.04.2021y. Bichimi 60X84 $\frac{1}{16}$.
Bosma tabog'i 12,5. Shartli bosma tabog'i 12,5. Adadi 100 nusxa.
Buyurtma № 37. Bahosi kelishilgan narxda.**

**«Universitet» nashriyoti. Toshkent, Talabalar shaharchasi,
O'zMU ma'muriy binosi.**

**O'zbekiston Milliy universiteti bosmaxonasida bosildi
Toshkent, Talabalar shaharchasi, O'zMU.**