

**СУНЪИЙ ЙЎЛДОШ ТАСВИРЛАРИНИ ЧЎЛ ЛАНДШАФТИ  
МОНИТОРИНГИ УЧУН БИРЛАМЧИ ВА ИККИЛАМЧИ ҚАЙТА  
ИШЛАШ ЖАРАЁНИНИНГ ТАХЛИЛИ**

**Заитов Ш.Ш.**

***Гидрометеорология Илмий Тадкикот Институти Таянч Докторанти***

*Аннотация:* Ушбу мақолада ҳозирги вақтда сунъий йўлдош орқали атроф-муҳит, метеорологик ва ресурс муаммоларини ҳал қилиш учун мўлжалланган сунъий йўлдош тизимлари тасвирларини қайта ишлаш жараёни келтирилган. Шунингдек, сунъий йўлдош тасвирлари орқали масофадан зондаш маълумотларидан фойдаланиб, ўсимлик қопламини мониторинг қилишининг автоматик технологиясини ишлаб чиқиш методологияси келтирилган. Маълумотларни қайта ишлаш босқичлари иккита асосий блокни ўз ичига олади, булар, бирламчи ва тематик қайта ишлаш.

***Калит сузлар:*** NOAA, AVHRR, ENVI

*Аннотация:* В данной статье описан процесс обработки спутниковых снимков системами, используемыми в настоящее время для решения экологических, метеорологических и ресурсных задач с помощью спутников. Этапы обработки данных включают два основных блока: первичную и тематическую обработку.

***Ключевые слова:*** NOAA, AVHRR, ENVI.

***Annotation:*** This paper describes the process of processing images of satellite systems currently designed to solve environmental, meteorological, and resource problems in space. A methodology for developing an automated vegetation monitoring technology based on the use of remote sensing data via satellite imagery is presented. The data processing steps include two main blocks, primary and thematic processing.

***Key words:*** NOAA, AVHRR, ENVI

**Кириш.** Сунъий йўлдош маълумотларини қайта ишлаш жараёни бир қатор мустақил босқичлардан иборат, ўз навбатида бирламчи ва тематик ишлов

бериш жараёнларига бўлинади. Бу эса ўз навбатида зонали космик ахборотини рақамли қайта ишлаш деб аталади. (Козлов Н. П, 1984). Бирламчи ишлов бериш босқичида геометрик тузатиш ва тасвирни калибрлаш ишлари амалга оширилади (Болсуновский М. А, 2006).

**Геометрик тузатиш.** Ернинг эгрилиги ҳисобига тасвирни тузатиш учун қуйидаги жараёнлар амалга оширилади:

- Тасвирлаш тизими билан боғлиқ бузилишлар, баландлик, парвоз тезлиги, тортишиш платформасининг фазовий ҳолатидаги ўзгаришлар натижасида юзага келган фазовий ва масштабдаги хатоларни йўқ қилиш;
- Тасвирни берилган картографик проекцияга айлантириш.

Тасвирни ўзгартириш қуйидаги муаммоларни ҳал қилиш учун зарур:

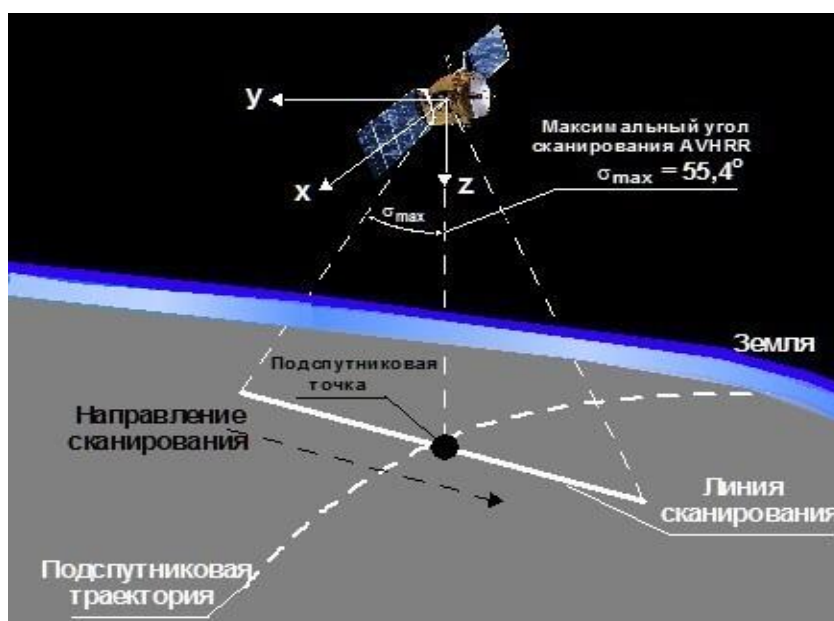
- Спектрал акс эттирувчи хусусиятларнинг ўзгаришида ифодаланган ўрганилаётган объектнинг динамикасини ўрганиш учун бир қатор кетма-кет тасвирларни пикселма-пиксел таққослаш (Кашкин В. Б, 2001);
- Ўрганилаётган объектларни вектор қатламлари билан биргаликда тасвирларда таҳлил қилиш учун ГИС технологияларидан фойдаланиш имконияти;
- Масофалар ва майдонларни ҳисоблаш (масалан, ўсимлик қоплами, қор қоплами ва бошқалар).

**Методология.** Тасвирнинг трансформацияси ва геобоғланиши (ҳар бир пикселнинг географик координаталарини ҳисоблаш) икки усулда амалга оширилиши мумкин: орбитал маълумотлар ва ерни бошқариш нуқталари.

*1. Орбитал маълумотлар бўйича геобоғлаш алгоритми.*

Дастлаб, СГП4 орбитал моделидан фойдаланиб, сунъий йўлдош нуқталари тасвири пикселларининг географик координаталари ҳисобланади (Чугунов А.Г, 2004). Орбитал маълумотлар ("сунъий йўлдош вектори") НОРАД томонидан ТЛЕ (икки қаторли элемент) файли сифатида тақдим этилади. (Меёс Ж, 1988). Орбитал маълумотларидан, сунъий йўлдошнинг ишга туширилгандан бери қанча вақт орбитада бўлганини аниқлаб, унинг қанчалик тез ҳаракатланишини ҳам аниқлаштирилади. Ушбу икки жараённинг биргаликдаги

ечими пастки сунъий йўлдош нуқталарининг координаталарини беради (Рис У. Г, 2006). 1 Расмда кўрсатилганидек, ускунанинг сканерлаш ойнасини буриш ва сунъий йўлдошни орбита бўйлаб ҳаракатлантириш орқали тасвир ҳосил бўлади, яъни, сканерлаш сунъий йўлдош ҳаракати бўйлаб амалга оширилади (Аксенов Е.П, 1977). Суб сунъий йўлдош нуқталари тўплами (сунъий йўлдош ҳаракатланаётганда) пастки сунъий йўлдош траекториясини - парвоз эгри чизиғининг ердаги проекциясини аниқлайди.

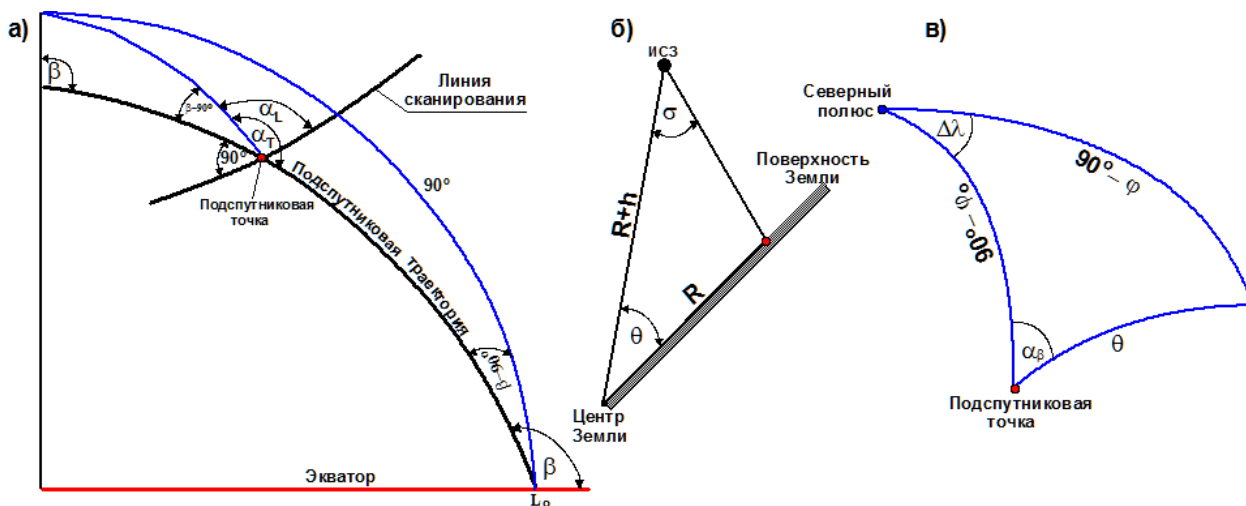


**Расм 1 Ернинг сунъий йўлдош тасвири ёрдамида сканерлаш.**

Ҳар бир суб-сунъий йўлдош нуқтасини ўрганиш вақти ТЛЕ файлидаги мавжуд Жулиан санаси форматига айлантирилади. Суб-сунъий йўлдош нуқталари ҳисоблаб чиқилгандан сўнг, сканерлаш чизиқларида ётадиган барча қолган нуқталар ҳисоблаб чиқилади. Бу ерда тасвирнинг ҳар бир пиксели координаталарини ҳисоблаш учун қуйидаги тахминлар киритилади (Лисицин В. Э, 2006): Ернинг радиуси  $R=6371$  км – конст; сканерлаш нуқтаси белгиланган, яъни, битта чизиқни 5 мс сканерлашда нуқта ўзгармаган деб ҳисобланади. Бу вақт ичида сунъий йўлдош 35 м учади, аммо НОАА фазовий ўлчамлари 1,1 км бўлганида бу хато аҳамиятсиз бўлиб қолади (Шовенгердт Р. А, 2010). Бир чизиқнинг сканерлаш вақтининг кичик қиймати туфайли ернинг айланиши ҳисобга олинмайди, фақат кейинги сунъий йўлдош нуқталарини ҳисобланади

(Чандра, А. М, 2008). Сканерлаш чизиғи 2048 пикселни ва максимал сканерлаш бурчаги эканлигини ҳисобга олиб, тасвир ҳар бир пикселнинг географик координаталари учун ҳисоблаш формулалар қуйдаги ҳолатда келтирилади:

$$\square = 110,8^\circ/2.$$



**Расм 2. Субсунъий ёлдош нуқтасининг жойлашуви ва сканерлаш (а), сунъий ёлдошнинг позитсияси, Ер юзаси ва маркази (б), сканерлаш чизиғидаги нуқтанинг узунлиги ва ўртасидаги боғлиқлик. (в).**

NOAA/AVHRR тизимида сунъий йўлдошининг кўриш майдони геометриясини ҳисобга олган ҳолда, сканерлаш мосламасининг параметрларини (сканерлаш ойнасининг айланиш тезлиги ва тортишиш пайтида  $\pm 55,40$  максимал диафрагма) билиш, шунингдек пастки сунъий йўлдош нуқталарининг координаталари ва ҳар қандай тасвир пикселининг координаталари ҳисобга олиш муҳим ҳисобланади (Коберниченко В. Г, 2005).

## 2. Маълумот нуқталари бўйича геобогланиш алгоритми.

Ушбу алгоритм тасвир фрагментининг геобоглам ва орбитал маълумотларга эга ТЛЕ файли йўқлиги учун ишлаб чиқилган. Алгоритм босқичма-босқич амалга оширилади (Арушанов М. Л, 1993).

1. ENVI нинг сунъий йўлдош тасвирини қайта ишлаш пакети ёрдамида NOAA/AVHRR «\*.11b» форматидаги тасвир компьютернинг тегишли каталогидан ўқилади (Программный комплекс ENVI: учеб. Пособие, 2007).

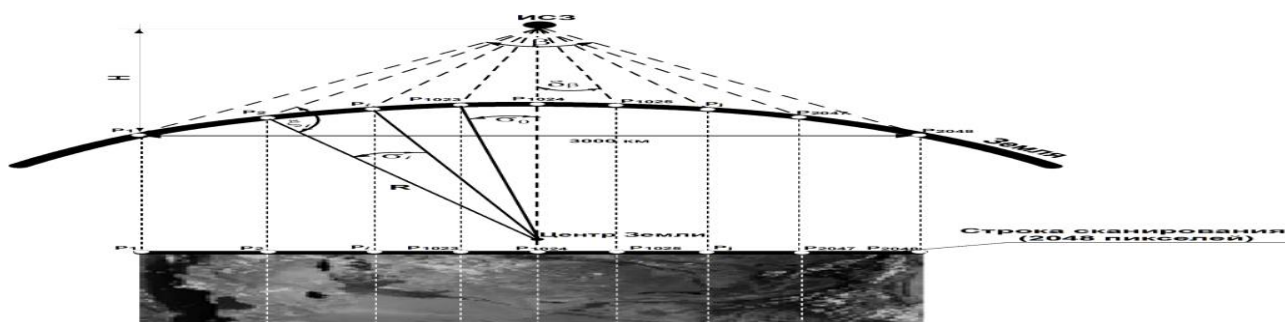
График муҳаррир ёрдамида «\*.bmp» форматида тақдим этилган тасвирнинг бир қисми тасвирдан кесилади (дастлабки босқич).

2. Кесилган фрагмент “\*.dcm” кенгайтмали матн файлига айлантирилади. Ушбу файл 0 дан 255 ёрқинлик даражасидаги қийматлар оралиғида 2048Н (бир сатрдаги пикселлар сони) парчаланувчи элементларнинг матритсасидир. Ўтказиш жараёни БАСИС 6.6 да махсус ишлаб чиқилган "Конвертер" дастури ёрдамида амалга оширилади.
3. “Ернинг эгрилиги” ишлаб чиқилган дастури ёрдамида тасвирнинг бир қисми Ернинг эгрилигидан келиб чиққан тузатилган бузилишлар билан парчага айлантирилади.
4. Бошқарув нуқталари файлни шакллантириш. Дастлабки босқичда ўрганилаётган ҳудуд учун уларнинг географик координаталари кўрсатилган назорат пунктлари тўплами тузилади.
5. Ернинг эгрилиги учун тузатилган тасвир парчаси асосида мос кодлар нуқталарининг экран координаталари (“Экран координаталари” дастури ишлаб чиқилган) орқали файл тузилади.
6. Ернинг эгрилиги учун тасвирни тузатиш тартиби амалга оширилади.
7. Берилган тасвир фрагментининг ҳар бир пикселининг географик координаталари мос ёзувлар нуқталари ёрдамида ҳисобланади.
8. Тасвир берилган харита проекциясига айлантирилади.

Ернинг эгрилиги учун тасвирни тузатиш масаласини ҳал қилиш П1П2, ..., П1023, П1024, П1024П1025, ..., П2047П2048 элементар ёйларининг узунликларини топишга (3 расм) ва деформатсияланган тасвирни йўқ қилишга қаратилади, элементар ёйининг ҳисобланган узунлигига мос келадиган пикселлар сонини ошириш орқали NOAA/AVHRR тасвир чизиғи 2048 пикселни ўз ичига олади (Тренихин В. А, 2009). Бунда элементар бурчак  $\alpha$  сканерлаш ускунасининг оний бурчаги сифатида аниқланади.

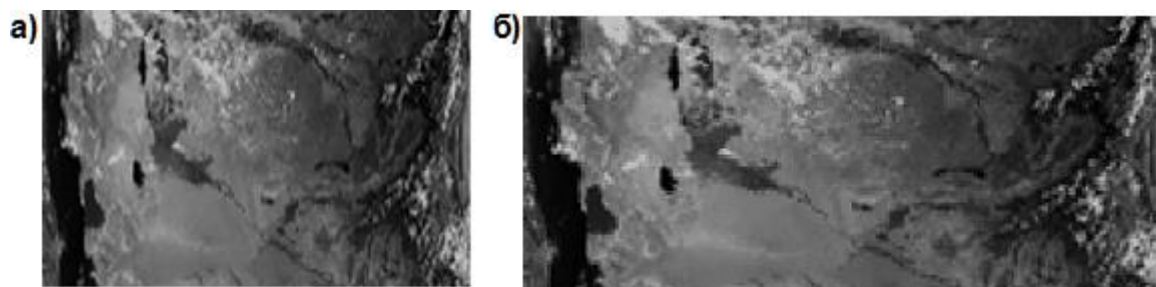
$\alpha = \frac{1}{2048} \times 360^\circ = 0,0541^\circ$

$\alpha = \frac{1}{2048} \times 360^\circ = 0,0541^\circ$



**Расм 3. NOAA/AVHRR учун ернинг эгри чизиқли дизайн диаграммаси спектрометр ёрдамида тасвир текислигига киритилади.**

4-расмда Ернинг эгрилиги учун асл тасвирни тузатиш мисоли кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, тасвирнинг четларидаги кучли бузилишлар бартараф этилган ва тасвирдаги объектлар ўзининг табиий нисбатларини олган ва тасвир берилган картографик проексияга геобоғлам қилиш учун тўлиқ тайёрланган.



**Расм 4. Дастлабки тасвир (а) ва геометрик тузатиш киритилган тасвир (NOAA/AVHRR 12.04.2014).**

**Натижа.** Юқоридаги моделга асосланган геобоғламнинг аниқлигини баҳолаш (тузатиш жараёнини бажармасдан) баъзи ҳолларда геобоғламнинг аниқлиги паст эканлигини кўрсатди. Жорий тасвирга нисбатан тизимли хатоларни бартараф этиш учун геобоғламнинг натижалари полином яқинлашуви ёрдамида тузатилади. Боғланиш хатоларининг ҳақиқий координаталарига чизиқли боғлиқлиги туфайли, биринчи даражали полиномдан фойдаланганда юқори яқинлашув аниқлигига эришилади, бу эса минимал мос ёзувлар нуқталарини кўрсатишни талаб қилади. Дисперсияни таҳлил қилиш натижалари геобоғламнинг хатосининг назорат нуқталарининг координаталарига

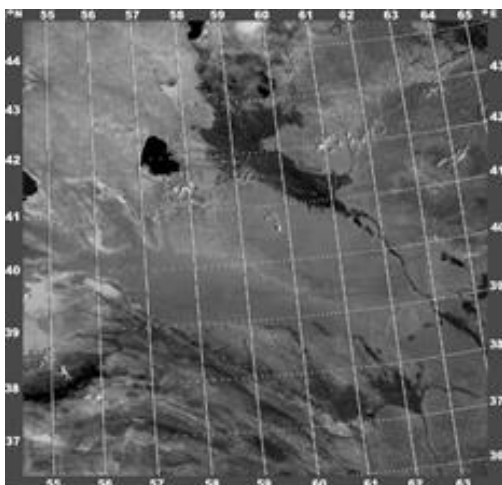
боғлиқлигини тавсифловчи чизикли регрессиянинг аҳамиятини аниқлаш учун тақдим этилади.

## 1 Жадвал

### NOAA/AVHRR тасвирларининг геобоғламлигини аниқлаш тизими

№ тасвир	Максимал мутлақ номувофиқлик			
	Тузатишгача		Тузатишдан кейин	
	кенглик	узунлик	кенглик	узунлик
1	0,25	0,28	0,02	0,04
2	0,13	0,30	0,05	0,07
3	0,24	0,25	0,02	0,05
4	0,19	0,19	0,03	0,03
5	0,14	0,17	0,04	0,07
6	0,16	0,15	0,05	0,02
7	0,13	0,15	0,05	0,03
8	0,11	0,21	0,03	0,02
9	0,15	0,23	0,02	0,04
10	0,14	0,18	0,02	0,02

Геометрик тузатиш ва геобоғлашнинг тўлиқ цикл бўйича тасвирни бирламчи қайта ишлаш натижаси 5 расмда кўрсатилган.



**Расм 5. NOAA/AVHRR (24.05. 2017) тасвирининг геометрик тузатиш киритилган ва тўлиқ геобоғланган ҳолати**

**Хулоса.** Хулоса қилиб айтганда NOAA/AVHRR сунъий йўлдош тасвирларини бирламчи қайта ишлашнинг барча босқичларини амалга ошириб, ундан кейин

яратилган дастурий мажмуа асосида ернинг мониторинги учун кунлик тасвирларни ернинг эгри чизиғидан холи қилиб фойдаланиш мумкин.

Бундан ташқари MODIS сунъий йўлдошининг AQUA ва TERRA махсулотлари маълумотлар базасидаги тасвирларни тематик қайта ишлашда қўлланиладиган программалаштириш ишлари, тасвирлар форматларини автоматик равишда TIFF форматига ўтказиш имконини берувчи модуллар оиласи ишлаб чиқилди. Юқоридаги геометрик тузатишлар NOAA/AVHRR махсулоти учун қўлланилди. Сабаби, MODIS тасвирларини геометрик тузатиш ишлари самовий бортнинг ўзида амалга оширилади.

#### **Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:**

1. Аксенов Е. П. Теория движения искусственных спутников Земли. – М.: Наука. – 1977. – 221 с.
2. Арушанов М. Л. Простая модель географической привязки сканёрных снимков малого разрешения, обеспечивающая высокую точность // Исследование Земли из космоса, №3. – 1993. – С. 41-46.
3. Болсуновский М. А. Геометрическая коррекция данных со спутника Quicqbird // Геопрофи. 2006. № 1. С. 16–19.
4. Кашкин В. Б., Сухинин А. И. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. Учебное пособие. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
5. Коберниченко В. Г. Особенности формирования изображений в космических радиолокаторах с синтезированной апертурой // Вестн. УГТУ-УПИ. Теория и практика радиолокации земной поверхности. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. № 19(71). С. 43–50 (Сер. радиотехн).
6. Козлов Н. П. Природа Земли из космоса. –Л.: Гидрометеиздат, 1984.–151 с.
7. Лисицин В. Э. Практикум по фотограмметрии и дистанционному зондированию. – Харьков: ХНАГХ, 2006. – 200 с. 3.
8. Меёс Ж. Астрономические формулы для калькуляторов. – М.: Мир, 1988. – 166с.
9. Программный комплекс ENVI: учеб. пособие [Электронный ресурс]. М.: Компания «Совзонд», 2007. URL: [www.sovzond.ru](http://www.sovzond.ru)



10. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования. / пер. с англ. М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
11. Тренихин В. А., Коберниченко В. Г. Оценка фрактальной размерности космических снимков на основе модификации локально-дисперсионного метода // Нелинейный мир. 2009. № 2. С. 146–153.
12. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / С. К. Гош – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
13. Чугунов А. Г. Географическая привязка спутниковых данных // Информационные системы. Тр. постоянно действующей научно-технической школы-семинара. – 2004. – С. 38-45.
14. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010.