



**Омский
государственный
университет**
им. Ф.М. Достоевского

Обзор характеристик ресурсных спутников с установленными на борту радиолокаторами с синтезированной апертурой.

Выполнил:

Студент группы ФРМ-401-О-07:

Новикова А.В.

Научный руководитель:

канд.физ.-мат.наук, доцент

Яценко А.С.

Введение:



В условиях стремительного роста населения и усиливающихся экономических запросов перед человечеством стоит ряд актуальных задач, связанных с эффективным управлением природными ресурсами и обеспечением экологической безопасности. Оперативно полученная и актуальная информация о состоянии объектов окружающей среды является крайне востребованной при решении прикладных задач экологического мониторинга. Несмотря на обилие ресурсных спутников, функционирующих на орбите Земли, свободный доступ к данным этих спутников не всегда возможен.

Цель работы:



Определить перечень радиолокационных спутников, данные которых находятся в открытом доступе и могут быть использованы для решения практических задач дистанционного зондирования поверхности Земли

Задачи:



1. Определить перечень спутников с радиолокаторами с синтезированной апертурой, функционирующих на данный момент на орбите Земли.
2. Провести обзор характеристик спутниковых радиолокаторов.
3. Составить перечень спутников, данные которых могут быть получены на свободной или частично свободной основе.

Что Такое Искусственный Спутник Земли?



Искусственный спутник Земли (ИСЗ) – космический летательный аппарат, вращающийся вокруг Земли по геоцентрической орбите. Для движения по орбите вокруг Земли аппарат должен иметь начальную скорость, равную или большую первой космической скорости.

Классификация орбит искусственных спутников Земли



Рисунок 1 Схема классификация орбит

Формы орбит спутников и космических кораблей

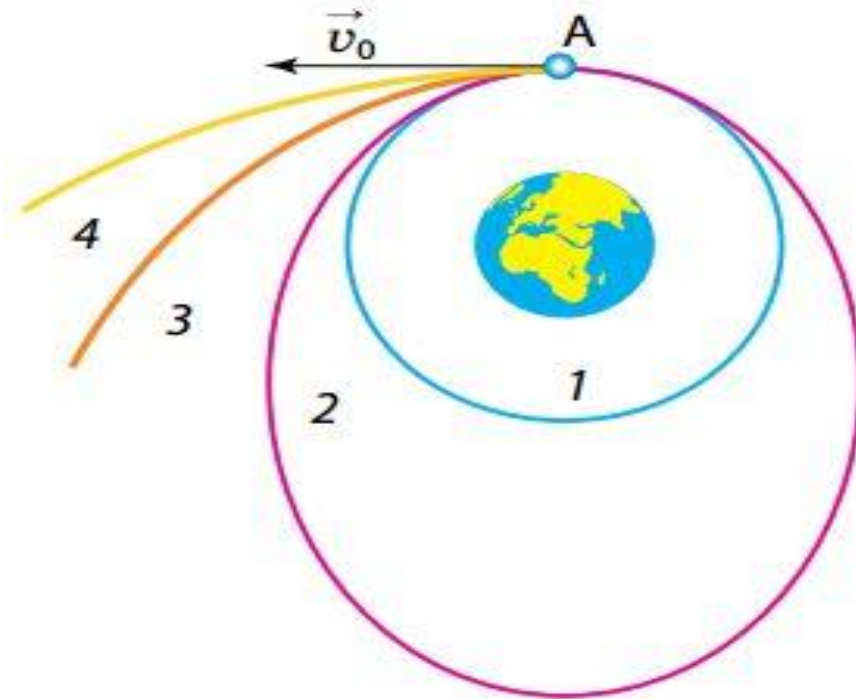


Рисунок 2 - Формы орбит космических аппаратов:
1 – круговая; 2 – эллиптическая; 3 – параболическая; 4 –
гиперболическая

Классификация орбит ИСЗ по наклонению

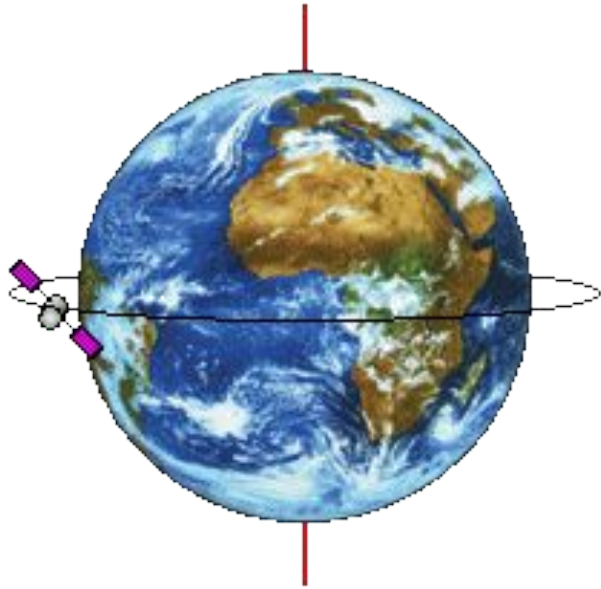


Рисунок 4 -
Экваториальная орбита

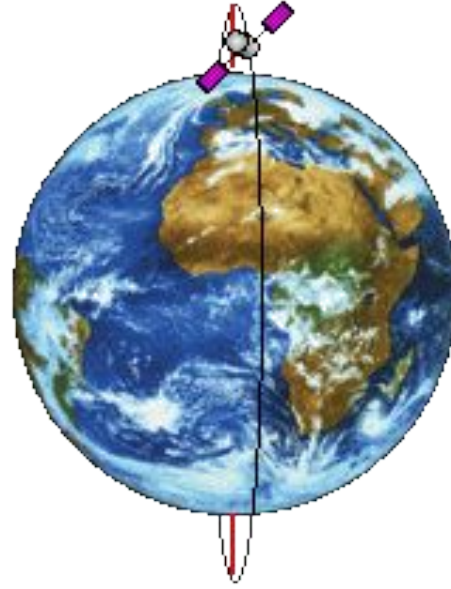


Рисунок 5 -
Полярная орбита.

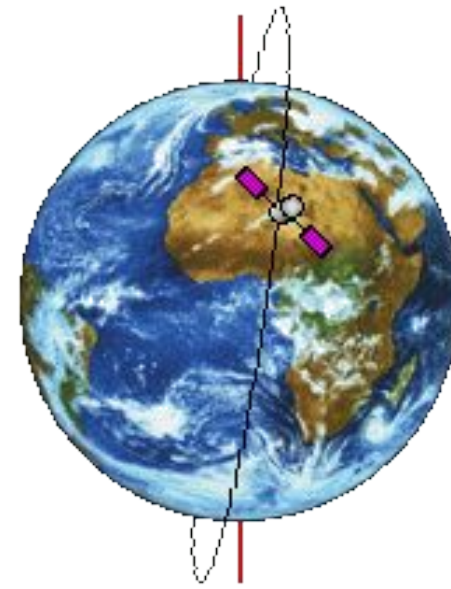


Рисунок 6 -
Солнечно-синхронная орбита.

Высоты орбит ИСЗ



В настоящее время в космических системах для решения телекоммуникационных задач применяют спутники, которые могут находиться на следующих орбитах: низких (круговых или близких к круговым орбитам), средневысотных (круговых или эллиптических) и геостационарных.

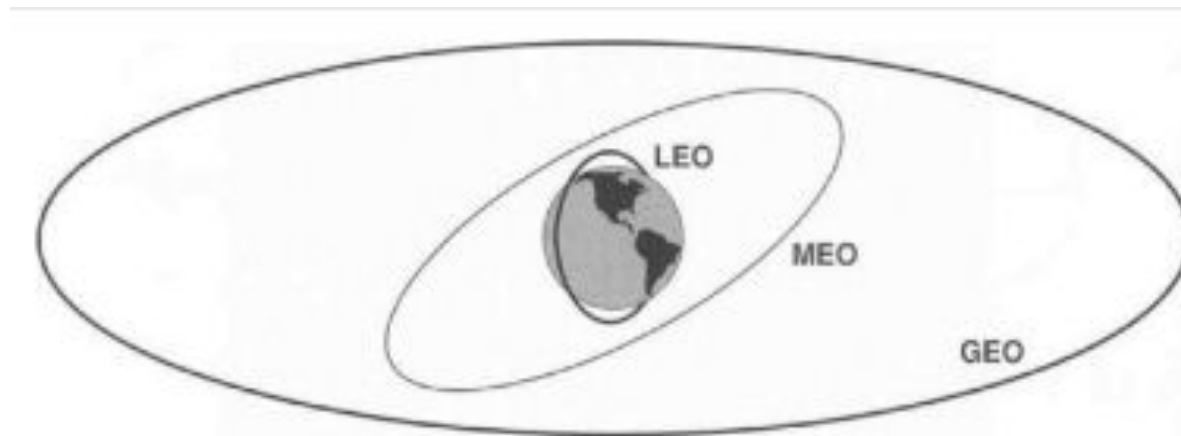


Рисунок 7 - Низкая, средняя и геостационарная орбиты Земли

Активные спутники 2025-2026 года



№	Инструмент	Спутники	Орбита	2024	2025	2026
1	SAR-P	BIOMASS	SunSync		X	X
2	L band SAR (Ludi-Tance)	1) Ludi-Tance 1 1) Ludi-Tance 1 01B 3) Ludi-Tance 4 01A	SunSync	X	X	X
3	PALSAR-3	ALOS-4 (DAICHI-4)	SunSync	X	X	X
4	SAR-L	1) SAOCOM-1B 2) SAOCOM-2A 3) SAOCOM-2B	SunSync	X	X	
5	SAR-L, SAR-S (NISAR)	NI-SAR	SunSync		X	X
6	S-SAR	NovaSAR-S	SunSync	X	X	
7	SAR-10	1) Kondor-FKA 1 2) Kondor-FKA 2	SunSync	X	X	X
8	SAR-S	1) HJ-2E 2) HJ-2F	SunSync	X	X	X
9	SAR RCM	RCM-1, 2, 3	SunSync	X	X	X
10	SAR-C (GF-3)	1) GF-12 2) GF-12-02 3) GF-12-03 4) GF-12-04	SunSync	X	X	X
11	SAR-C (RISAT)	1) EOS-04 2) RISAT-1B	SunSync	X	X	X
12	SAR-C (Sentinel-1)	Sentinel-1C	SunSync	X	X	X
	SAR-C (Sentinel-1)	Sentinel-1D	SunSync		X	X

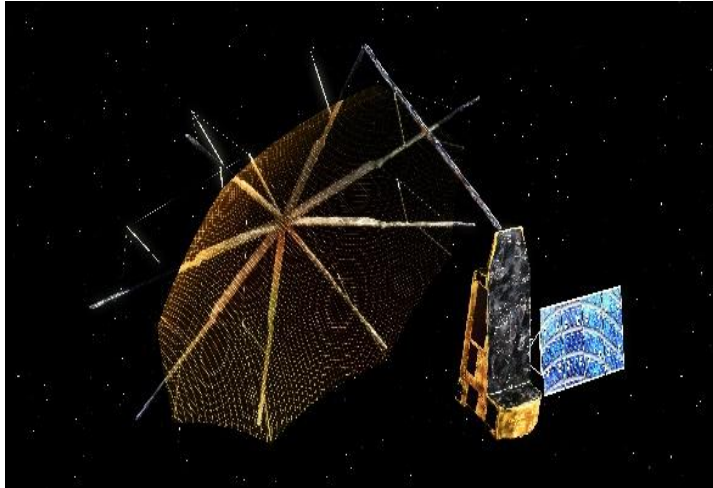


Рис. 8 – Спутник: BIOMASS

Рабочая частота: 0,435 ГГц

Может потребоваться стандартная лицензия ESA на официальном сайте



Рис. 9 - Ludi Tance 1-01A

Рабочая частота: 1-2 ГГц



Рис. 10 - спутник наблюдения за сушей-4 (ALOS-4) Рабочая частота:

1,27 ГГц

<https://portal.opentopography.org/aster?opentopoID=OTALOS.112016.4326.2>



Рис. 11 – Спутник SAOCOM 1A
Рабочая частота: 1,275 ГГц

https://catalogos.conae.gov.ar/catalogo/catalogoSatSaocomAdel_en.html

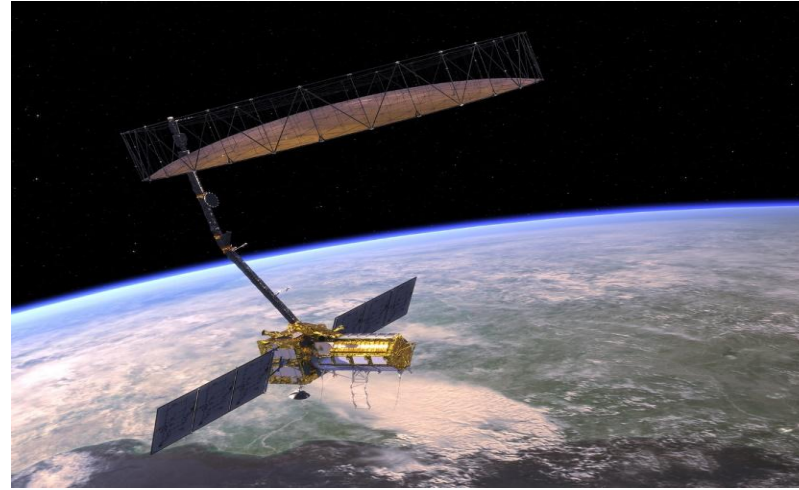


Рис. 12 - NISAR
Спектр S охватывает диапазон
3,162-3,237 ГГц. Спектр L, в
диапазоне 1,215-1,3 ГГц



Рис. 13 - Спутник NovaSAR- S
Рабочая частота: 3.1-3.3 ГГц

<https://data.novasars.csiro.au/#/home>



Рис. 14 – "Кондор-ФКА" в рабочем положении

Рабочая частота: 3.1-3.3 ГГц

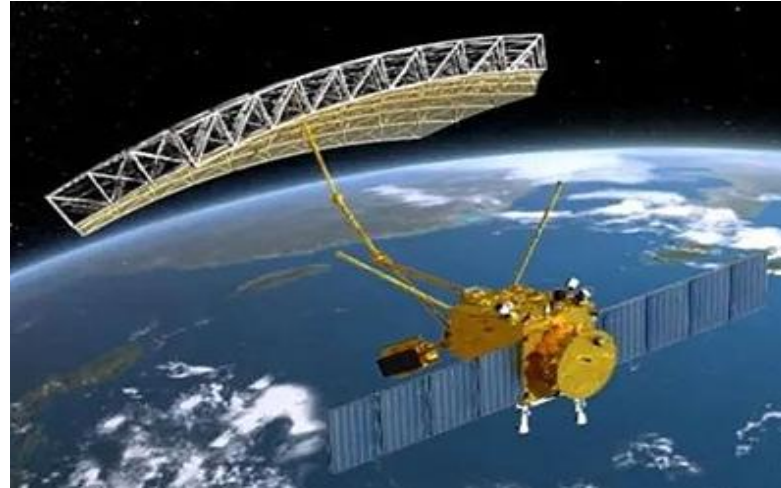


Рис. 15 - Изображение спутника HJ 2E



Рис. 16 - Три спутника RCM равномерно расположены на одной плоскости на высоте 600 км.

Рабочая частота: 5.405 ГГц

<https://earth.esa.int/eogateway/catalog/radarsat-2-esa-archive>



Рис. 17 – Изображение спутника
Gaofen-12 04

[https://www.redshift-live.com/gb/
up/updt907030131.htm](https://www.redshift-live.com/gb/up/updt907030131.htm)

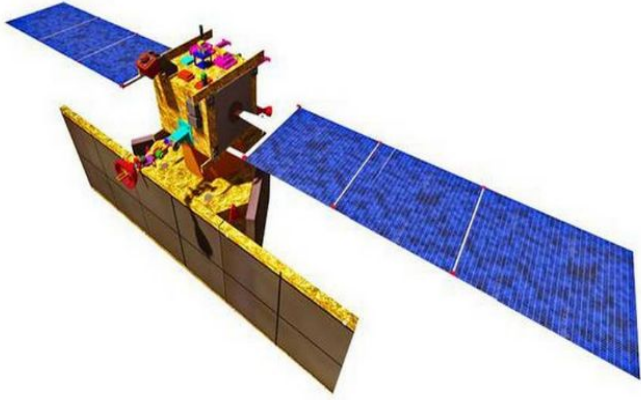


Рис. 18 - Спутник EOS-04
Рабочая частота: 5.35 ГГц

[https://bhoonidhi.nrsc.gov.in/
bhoonidhi/index.html](https://bhoonidhi.nrsc.gov.in/bhoonidhi/index.html)



Рис. 19 - Космический аппарат
Sentinel-1

Рабочая частота: 5.405 ГГц
<https://dataspace.copernicus.eu/>

Заключение:



Дистанционный мониторинг состояния земной поверхности, осуществляемый с помощью этих высокотехнологичных устройств, обеспечивает гибкие и надежные решения для оценки экологической ситуации, позволяя оперативно реагировать на угрозы и изменения в окружающей среде.

Эффективное использование данных, получаемых с помощью радиолокационного мониторинга, не только способствует устойчивому развитию, но и способствует формированию комплексного подхода к охране экологии и предотвращению катастрофических последствий, связанных с неправильным управлением природными ресурсами.

Список литературы



1. ESA. Biomass mission. URL: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/02/Biomass_mission
2. NASASpaceFlight. Ludi-Tance 1-01A. URL: <https://www.nasaspaceflight.com/2022/01/ludi-tance-1-01a/>
3. JAXA. ALOS-4 Project. URL: <https://global.jaxa.jp/projects/sat/alos4/>
4. SAOCOM. URL: <https://saocom.invap.com.ar/>
5. Правительство Аргентины. Сообщение о запуске SAOCOM-1B. URL: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-saocom-1b-alcanzo-su-orbita-definitiva>
6. GIS Proxima. Обзор основных радиолокационных систем. [Электронный ресурс]. URL: https://gisproxima.ru/obzor_osnovnyh_radiolokatsionnyh_sistem
7. NASA JPL. NISAR mission quick facts. [Электронный ресурс]. URL: <https://nisar.jpl.nasa.gov/mission/quick-facts/>
8. SSTL. NovaSAR Data Sheet. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sstl.co.uk/getmedia/b315e056-f198-44d8-9ef4-f02fef9a3da1/NovaSAR-Datasheet.pdf>
9. НПО машиностроения. Руководство пользователя данными дистанционного зондирования Земли, получаемыми космической системой «Кондор-ФКА». 2023. [Электронный ресурс]. URL: http://npomash.ru/download/2023/kondor_fka2023.pdf
10. Space Skyrocket. HJ-2E. [Электронный ресурс]. URL: https://space.skyrocket.de/doc_sdat/hj-2e.htm

Список литературы



11. ASC. What is RADARSAT Constellation Mission (RCM)? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/what-is-rcm.asp>
12. Esri. SAR raster types. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/help/data/imagery/sar-raster-types.htm>
13. Everyday Astronaut. EOS-04 & RISAT-1A on PSLV. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://everydayastronaut.com/eos-04-risat-1a-pslv/>
14. National Remote Sensing Centre. Indian Space Research Organisation. Balanagar, Hyderabad, 500037, India.
15. Space Skyrocket. RISAT-1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://space.skyrocket.de/doc_sdat/risat-1.htm
16. ESA. Sentinel-1C fuelled ahead of liftoff. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-1/Sentinel-1C_fuelled_ahead_of_liftoff