

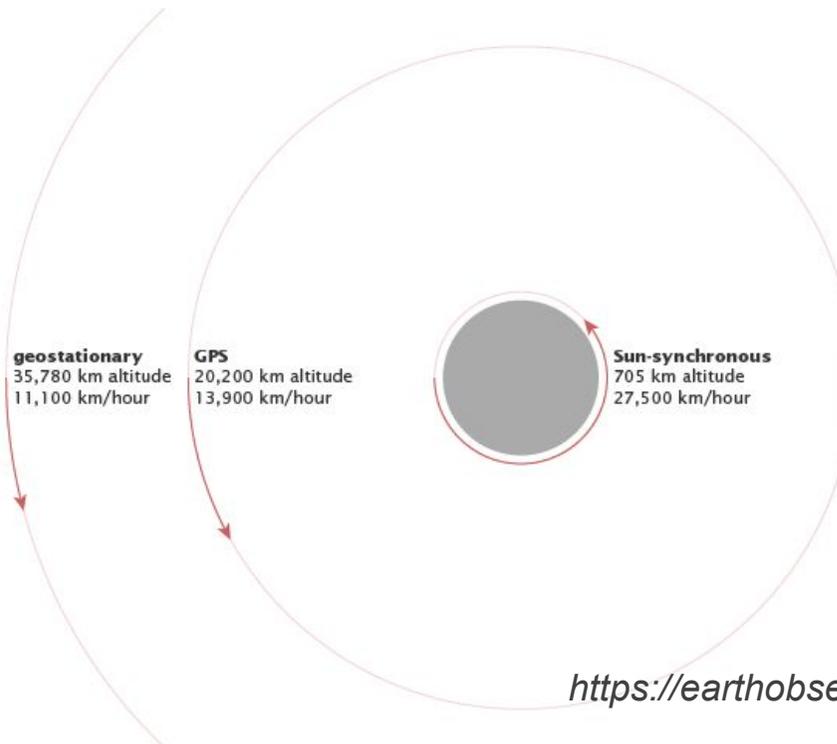
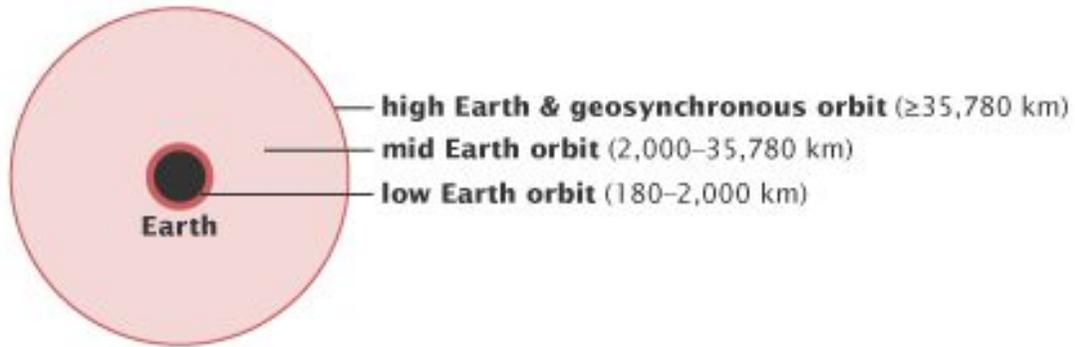
ЗАНЯТИЕ 8

Основные тренды развития ДЗЗ



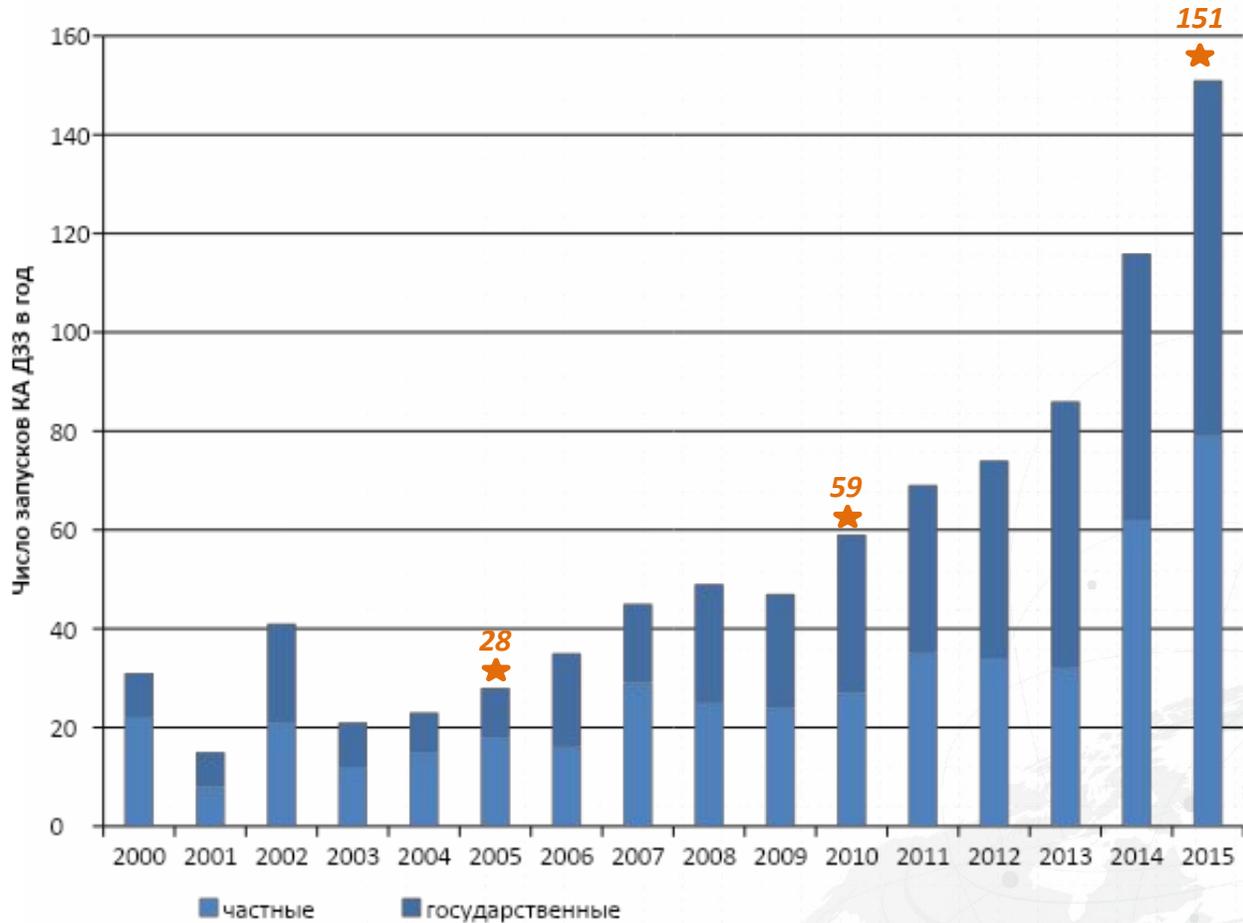
РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Основные орбиты КА



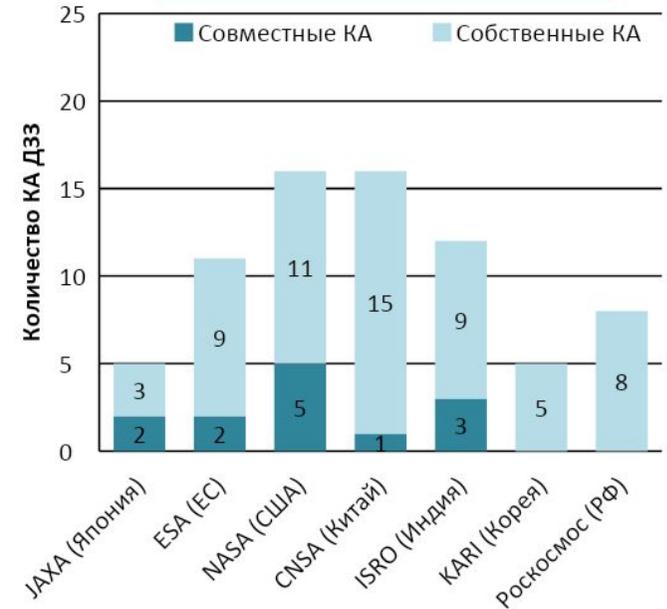
РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

К 2025 году мировая группировка будет насчитывать более 400 КА ДЗЗ, собственные аппараты будет иметь 41 государство

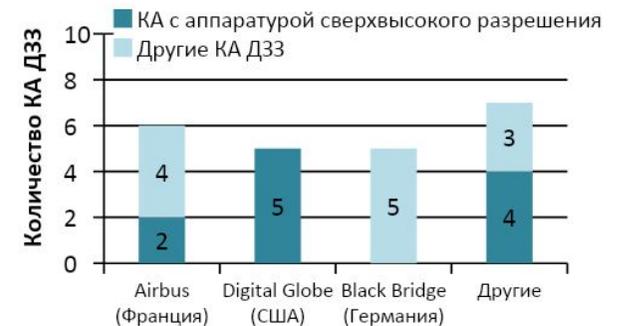


Источник: UCS Satellite Database

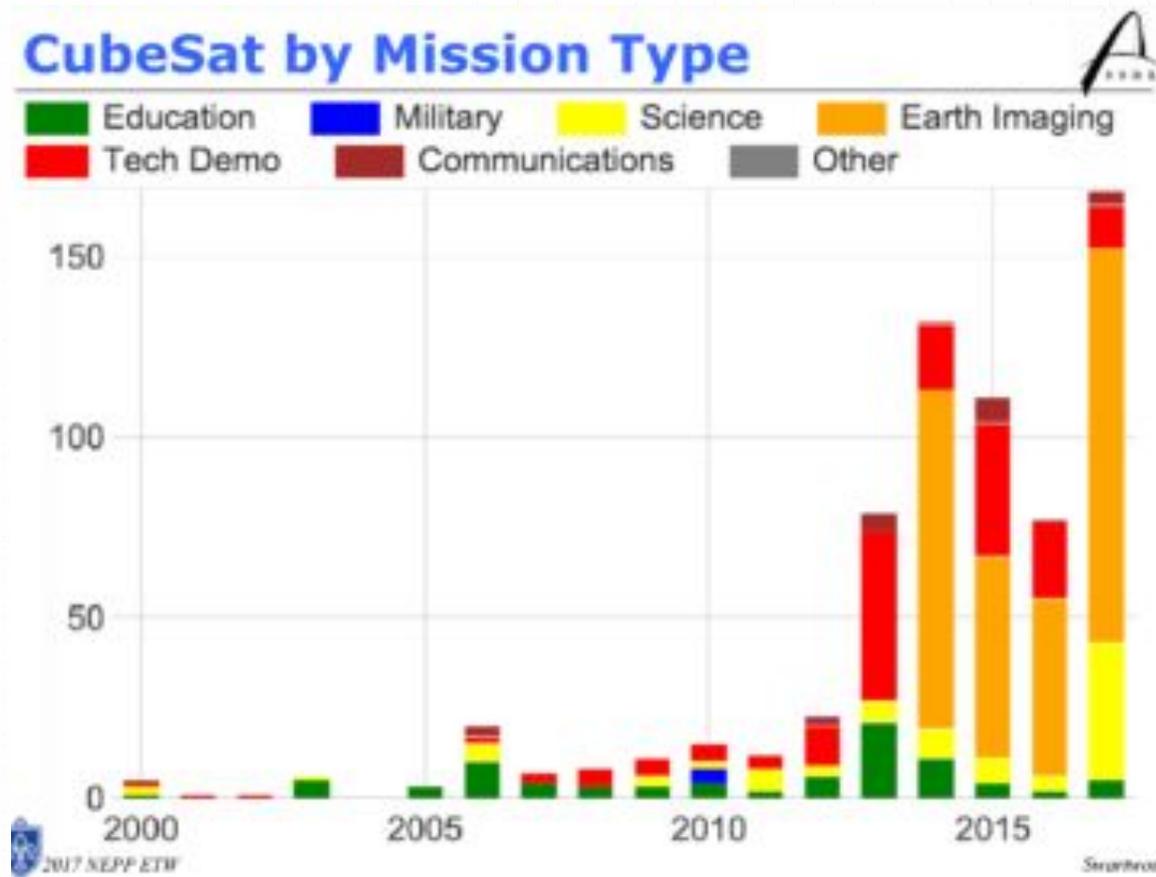
Основные космические агентства – операторы систем ДЗЗ (2016 г.)



Основные коммерческие компании – операторы систем ДЗЗ (2016 г.)

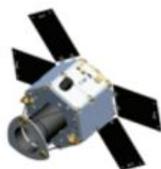


2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ - кубсаты



Michael Swartwout
CubeSats and Mission Success: 2017 Update (with a closer look at the effect of process management on outcome)
https://drive.google.com/file/d/0B_YNiLqhzSqZ3dXdMRKc1ROWUE/view

Группировки малых КА ДЗЗ



Deimos 2
Deimos Imaging



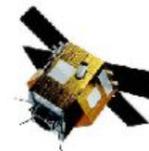
DubaitSat 2
MBRSC



KhalifaSat
MBRSC



KazEOSat 1
KGS



TeLEOS 1
ST Electronics

- ✓ Простота запуска программы
- ✓ Короткий цикл разработки технологии
- ✓ Низкая стоимость создания и запуска КА



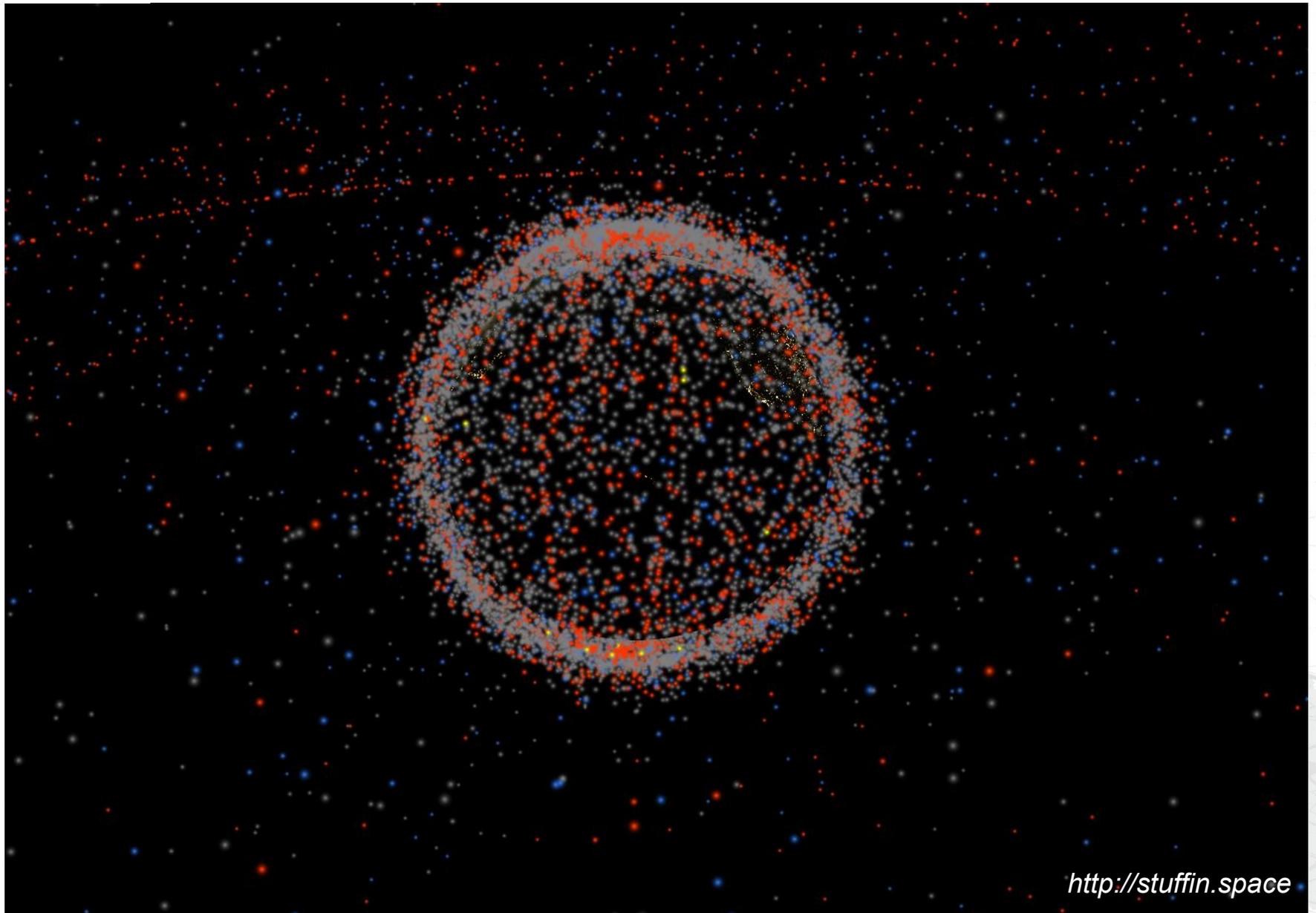
- ✓ Серийное производство компонентов
- ✓ Короткий период функционирования на орбите
- ✓ Быстрое обновление датчиков



- ✓ Развитие инновационных решений на основе использования массива быстрообновляемых данных ДЗЗ

Country	Spain	UAE	UAE	Kazakhstan	Singapore
Type	Optical VHR				
Launch	2014	2013	2018	2014	2015
Local Time AN	10:30	22:00	22:00	22:30	Near Equatorial
Lifetime	7 years	7 years	7 years	7 years	>5 years
Agility	± 45°	± 45°	± 45°	± 35°	± 45°
Spatial Resolution	75 cm	1.0 m	70 cm	1.0 m	1.0 m
Spectral Bands	Pan + 4	Pan + 4	Pan + 4	Pan + 4	Pan
Swath	12 km	12 km	16 km	20 km	12 km
Satellites\Sensors	1	1	1	1	1

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

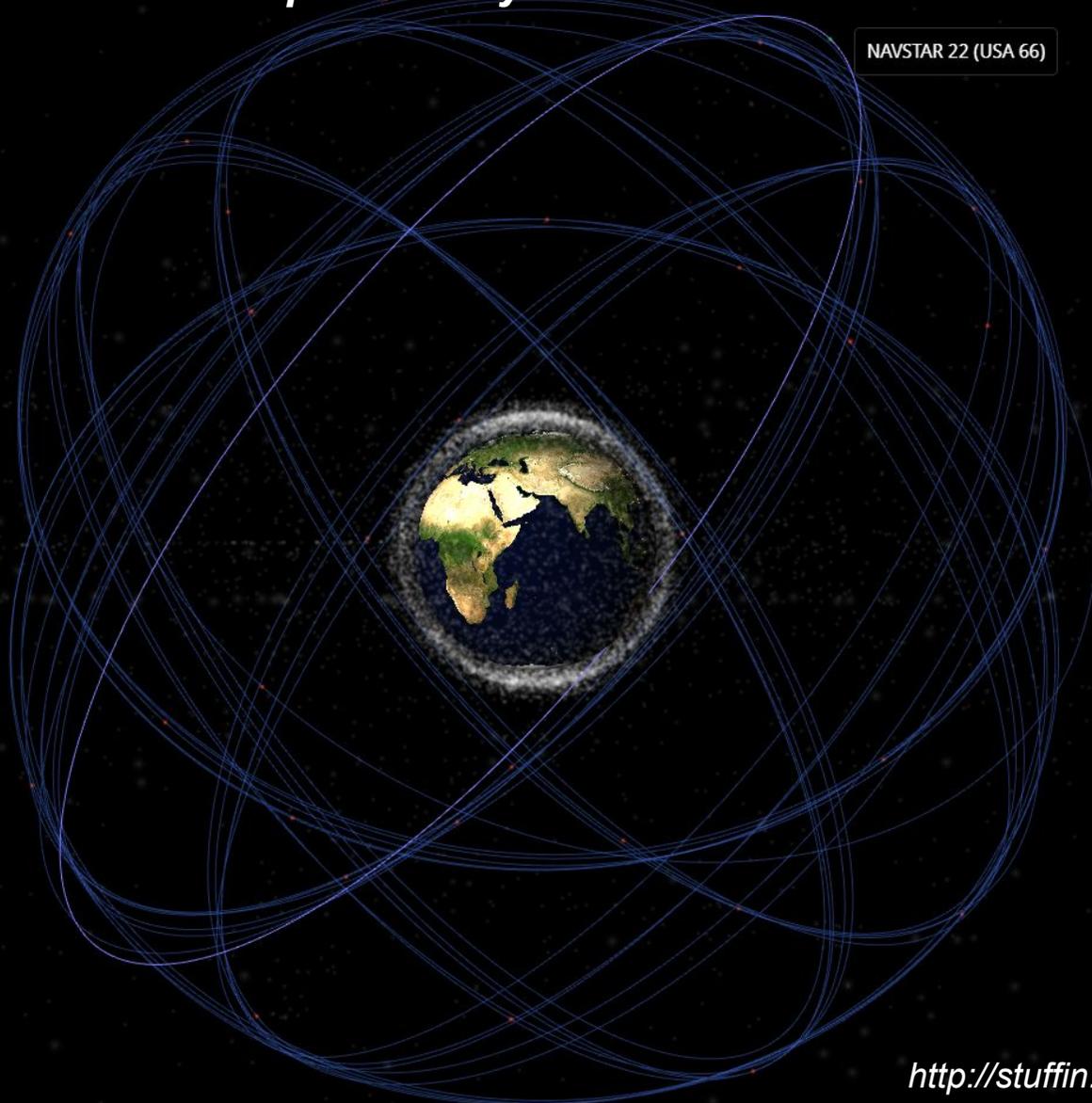


2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Q sentinel Groups (GPS)

NAVSTAR 22 (USA 66)	1990-103A
NAVSTAR 35 (USA 96)	1993-068A
NAVSTAR 38 (USA 126)	1996-041A
NAVSTAR 43 (USA 132)	1997-035A
NAVSTAR 46 (USA 145)	1999-055A
NAVSTAR 47 (USA 150)	2000-025A
NAVSTAR 48 (USA 151)	2000-040A
NAVSTAR 49 (USA 154)	2000-071A
NAVSTAR 50 (USA 156)	2001-004A
NAVSTAR 51 (USA 166)	2003-005A
NAVSTAR 52 (USA 168)	2003-010A
NAVSTAR 53 (USA 175)	2003-058A
NAVSTAR 54 (USA 177)	2004-009A
NAVSTAR 55 (USA 178)	2004-023A
NAVSTAR 56 (USA 180)	2004-045A
NAVSTAR 57 (USA 183)	2005-038A
NAVSTAR 58 (USA 190)	2006-042A
NAVSTAR 59 (USA 192)	2006-052A
NAVSTAR 60 (USA 196)	2007-047A
NAVSTAR 61 (USA 199)	2007-062A
NAVSTAR 62 (USA 201)	2008-012A
NAVSTAR 64 (USA 206)	2009-043A
NAVSTAR 65 (USA 213)	2010-022A
NAVSTAR 66 (USA 232)	2011-036A
NAVSTAR 67 (USA 239)	2012-053A

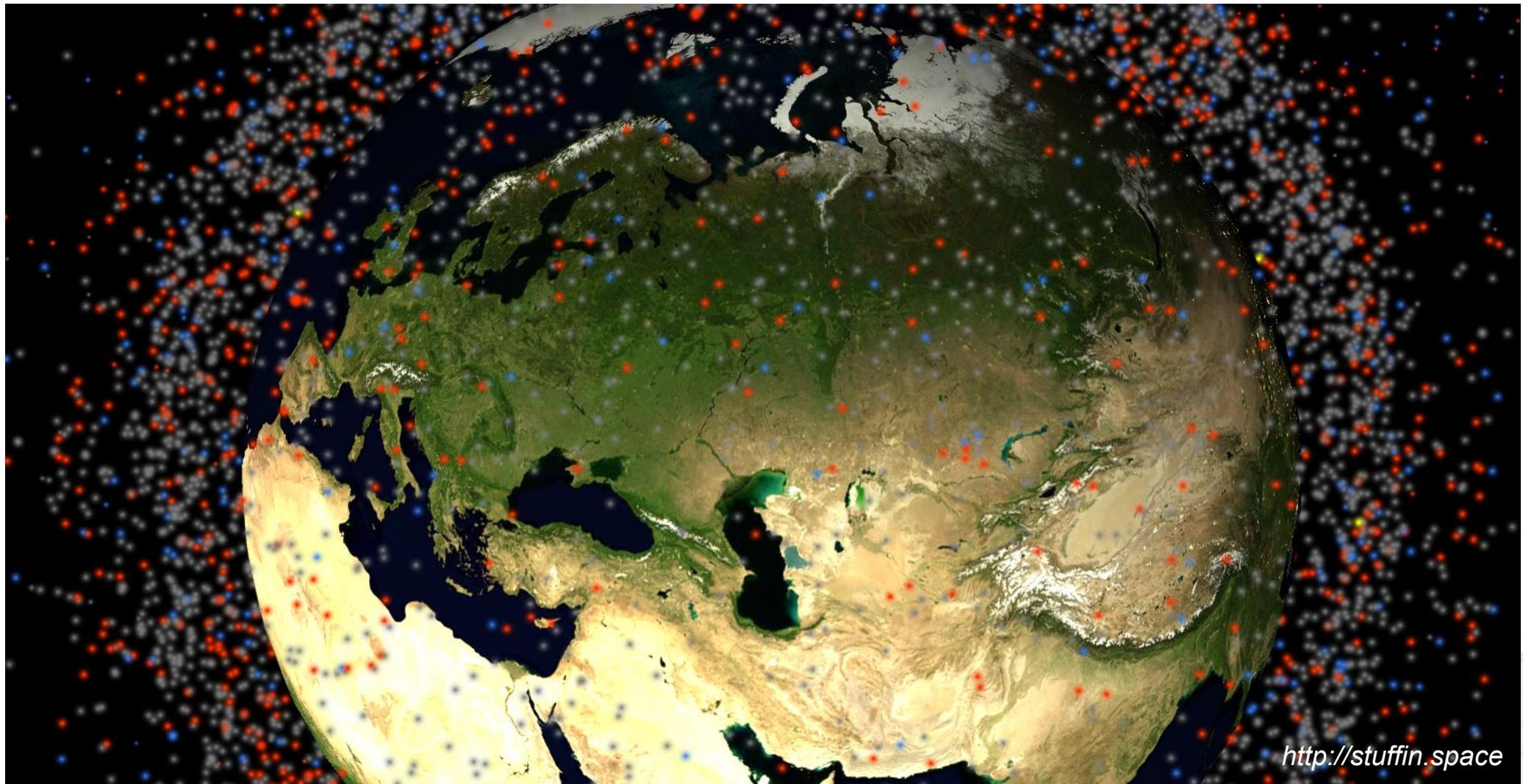
Расположение на орбите спутников GPS



<http://stuffin.space>

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

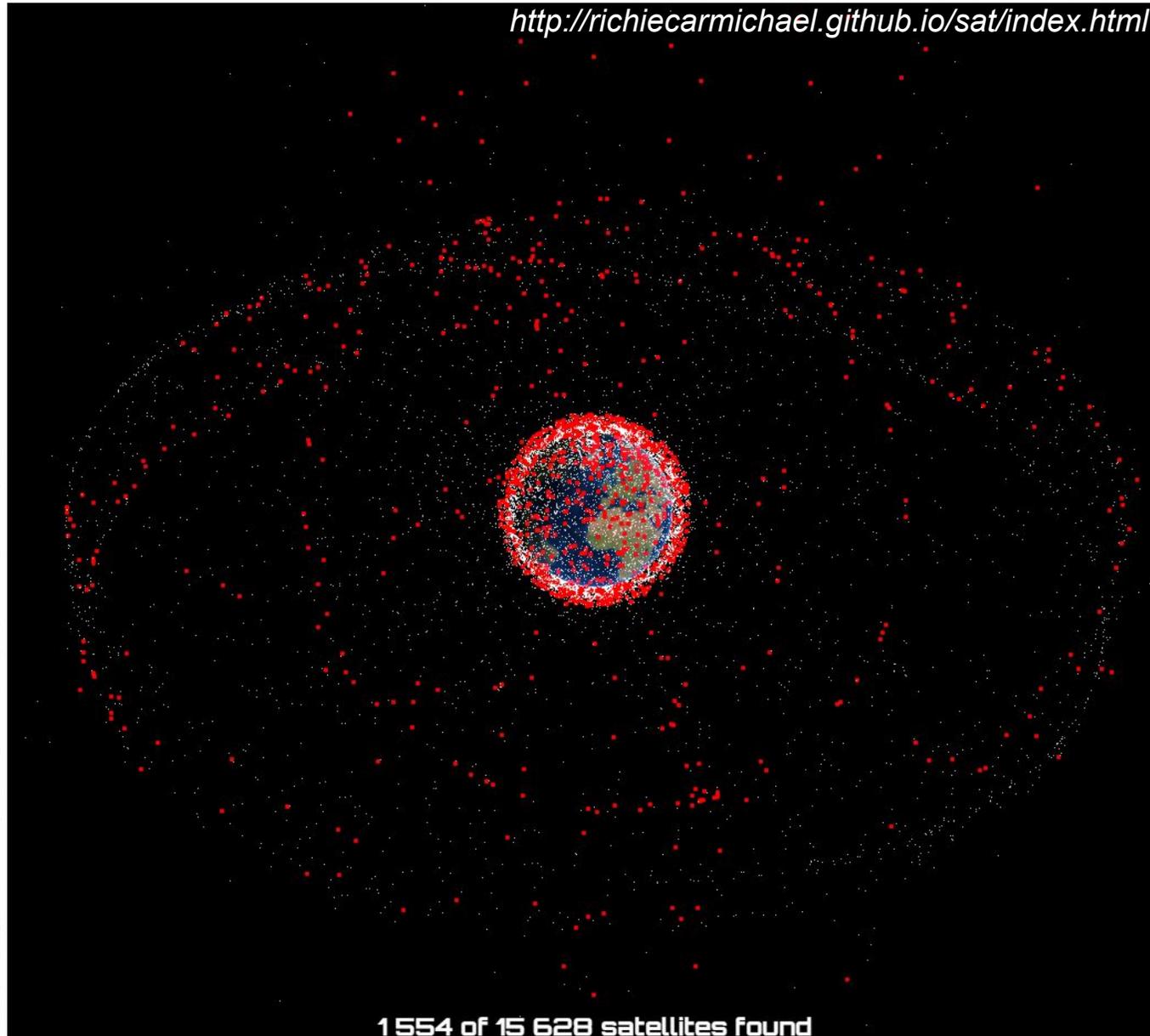
Спутники на низкой околоземной орбите



<http://stuffin.space>

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ *Российские (советские) спутники*

<http://richiecar michael.github.io/sat/index.html>



2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Спутники ДЗЗ на орбите

The screenshot displays the SpaceBook satellite viewer interface. The central focus is a 3D rendering of Earth, showing the continents of Europe, Africa, and Asia. Numerous small colored dots represent the positions of various satellites in orbit. A specific satellite, TerraSAR-X, is highlighted with a green circular icon and four green arrows pointing outwards, indicating its orbital path or scanning direction.

On the left side, there is a sidebar with several filter buttons: Name, SSC Number, Status, Orbit, Mission (Earth Observation), Owner, and Tracking (ComSpOC).

On the right side, a detailed information window for TerraSAR-X is open, displaying the following data:

Name	TerraSAR-X
SSC	31698
Status	Operational
Mission	Earth Observation
Owner	Germany
Orbit	LEO
Tracking	ComSpOC®

At the bottom of the interface, there is a timeline showing dates from August 31, 2017, to September 9, 2017, in UTC. A playback control is visible on the bottom left, and a status bar at the bottom right indicates "Objects: 16985" and "Showing: 147".

The URL apps.agi.com/SatelliteViewer/ is visible in the bottom left corner.

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Спутники ДЗЗ на орбите

Search: Groups

SENTINEL 1A	2014-016A
SENTINEL 2A	2015-028A
SENTINEL 3A	2016-011A
SENTINEL 1B	2016-025A
SENTINEL 1A DEB	2014-016B
SENTINEL 1A DEB	2014-016D
SENTINEL 1A DEB	2014-016G
SENTINEL 1A DEB	2014-016H
SENTINEL 2B	2017-013A

Help About

SENTINEL 2B
[Find all objects from this launch...](#)

Int'l Designator	2017-013A
Type	PAYLOAD
Apogee	794 km
Perigee	792 km
Inclination	98.56°
Altitude	792.13 km
Velocity	7.46 km/s
Period	100.58 min

<http://stuffin.space>

+
-

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Спутники на орбите

N2YO.com

Tracking **18816** objects as of 16-October-2017
HD Live streaming from Space Station

1,691 objects crossing your sky now

ISS will cross your sky
in 12h 55m 2s

Find a satellite...

Search

[N2YO.com on Facebook](#) [Advanced](#)

Like 18K G+

Home

Most tracked

Just launched

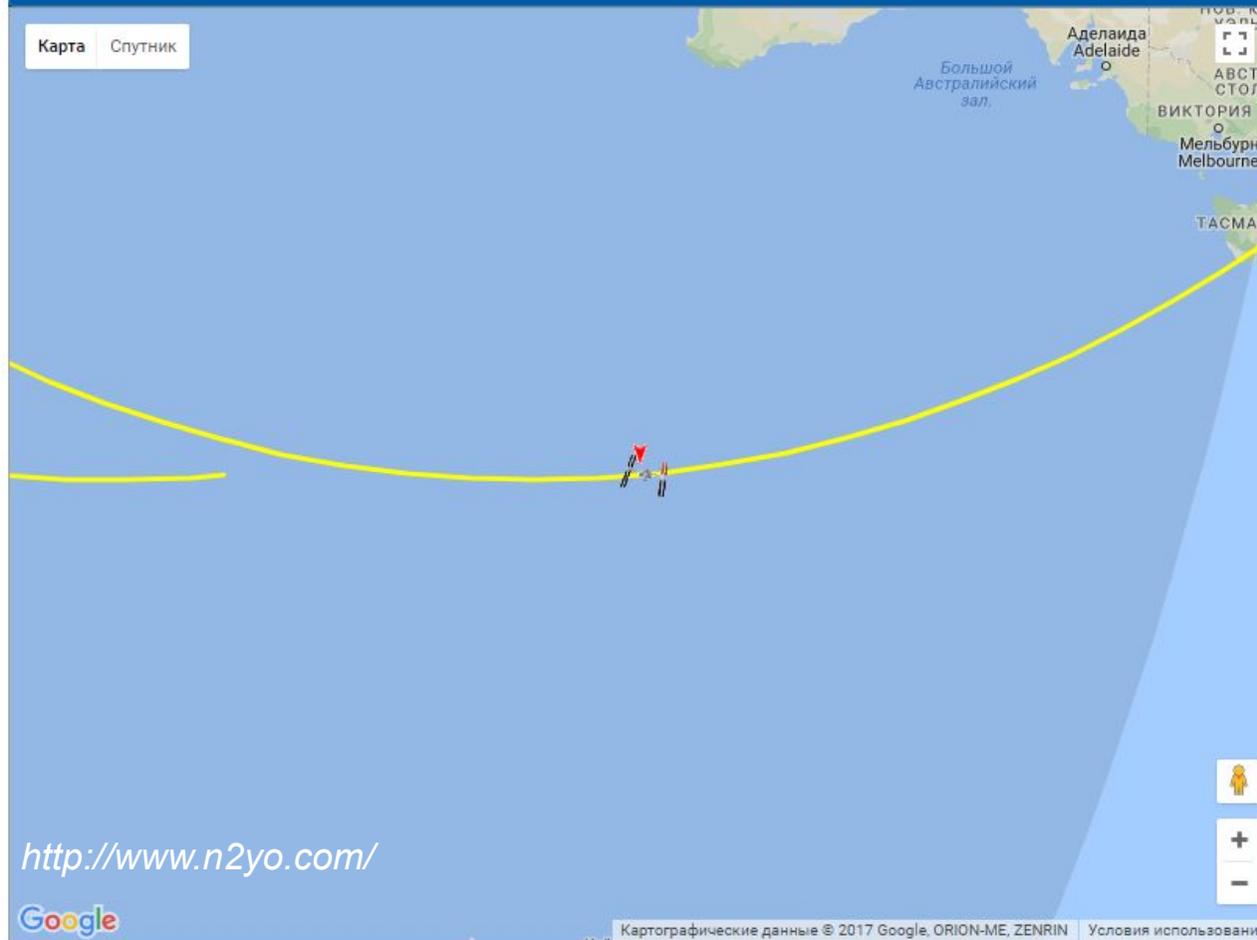
Satellites on orbit

Alerting tools

More stuff

Sign in

Карта Спутник



SPACE STATION

NORAD ID:	25544
LOCAL TIME:	22:22:20
UTC:	19:22:20
LATITUDE:	-51.62
LONGITUDE:	112.49
ALTITUDE [km]:	423.72
ALTITUDE [mi]:	263.29
SPEED [km/s]:	7.66
SPEED [mi/s]:	4.76
AZIMUTH:	133.7 SE
ELEVATION:	-60.8
RIGHT ASCENSION:	07h 41m 10s
DECLINATION:	-66° 28' 14"
Local Sidereal Time:	23h 34m 47s

The satellite is in day light

SATELLITE PERIOD: 93m

10-DAY PREDICTIONS FOR SPACE STATION

Make A Donation

Your current location

Your IP address: **46.138.157.14**
Latitude: **55.42418°**
Longitude: **37.55472°**
Magnetic decl.: **10° 35' E**
Local time zone: **GMT+3**

Is this incorrect?

[Set your custom location](#)

<http://www.n2yo.com/>

Google

Картографические данные © 2017 Google, ORION-ME, ZENRIN Условия использования

Draw orbits Draw footprint Keep selection centered

Large map

2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Спутники на орбите



Powered by: **CSSI** CENTER FOR SPACE STANDARDS & INNOVATION **30 YEARS 1985 - 2015**

CelesTrak

You are visitor 9,741,215 to this page since 2000 December 16

Send suggestions and comments to: Dr. T.S. Kelso [TS.Kelso@celestrak.com]

Follow CelesTrak on Twitter @TSKelso

NORAD Two-Line Element Sets		
Current Data	Historical Archives	Documentation
Software Repository		
Computers & Satellites Columns		
"Frequently Asked Questions: Two-Line Element Set Format"		
"More Frequently Asked Questions"		
Special Event Coverage		
ORS-3 Launch of 2013 Nov 20		
Dnepr Launch of 2013 Nov 21		
Breeze-M Rocket Body (38746) Breakup		
Iridium 33/Cosmos 2251 Collision		
USA 193 Post-Shootdown Analysis		
Chinese ASAT Test		
2007 Debris Events		
Online Satellite Catalog (SATCAT)		
Search the SATCAT	SATCAT Boxscore	
SOCRATES		
Satellite Orbital Conjunction Reports		
Assessing Threatening Encounters in Space		
GPS Data		
Status Messages	NANUS	
SEM Almanacs	Yuma Almanacs	
Space Data		
Earth Orientation Parameters	Space Weather	
About the Webmaster		

<http://celestrak.com/>

Командование воздушно-космической обороны Северной Америки (NORAD)



2. РОСТ МИРОВОЙ ГРУППИРОВКИ КА ДЗЗ

Спутники на орбите



Please make a donation to support Gunter's Space Page.

Thank you very much for visiting **Gunter's Space Page**. I hope that this site is useful and informative for you. If you appreciate the information provided on this site, please consider supporting my work by making a simple and secure donation via PayPal. Please help to provide the website and keep everything free of charge. Thank you very much.

Donate



- Launch Vehicles
 - Upper Stages
 - Engines
 - Launch Sites
 - Chronology
- Spacecraft by nation
- Spacecraft by type
- S/C Platforms
- Manned Missions
- Astronauts
- News
- Links
- Books
- Unit Calculator
- Contact
- Search
- Gunter's Homepage

Space News:

15.10.2017 (1 day, 11 hrs ago)
An Atlas-5-421 rocket has launched a secret NRO payload, most likely a geostationary Quasar (SDS) type data relay satellite.
→ more

13.10.2017 (3 days, 8 hrs ago)
ESA's Sentinel-5p atmospheric monitoring sat has been launched by a Rokot-KM booster from Plesetsk.
→ more

11.10.2017 (4 days, 19 hrs ago)
The EchoStar 105/SES 11 comsat was successfully deployed into a supersynchronous transfer orbit.
→ more

→ More News

Special:

- New Comsat contracts
- Flights to ISS

Gunter's Space Page



Most recent and planned orbital launches: → 2017

ID	Date	Payload(s)	Vehicle	Site	Remark
2017-066	15.10.2017	Quasar 21 (SDS-4 2, NROL 52) ?	Atlas-5(421)	CC SLC-41	
2017-065	14.10.2017	Progress-MS 07 / Iskra 5	Soyuz-2-1a	Ba LC-31/6	
2017-064	13.10.2017	Sentinel 5p	Rokot-KM	PI LC-133/3	
2017-063	11.10.2017	EchoStar 105/SES 11	Falcon-9 v1.2	CCK LC-39A	
2017-062	09.10.2017	QZS 4 (Michibiki 4)	H-2A-202	Ta YLP-1	

What's New? **NEW**

- 14.10.2017
 - CASPA tech sat
- 30.09.2017
 - D-Star One comsat
- 26.09.2017
 - NovaSAR-S eo sat
- 13.09.2017
 - SpaceBelt 1-12 data storage sats
- 11.09.2017
 - ECOSTRESS eo instrument
 - GEDI eo instrument
 - HyperCube eo sat
- 10.09.2017
 - O3b mPower comsats
- 07.09.2017
 - Capella eo sats
 - Iskra 5 tech sat
 - ROBUSTA 3A tech sat
- 21.08.2017
 - CASS00 1, 2 eo sats
- 18.08.2017
 - CSIM-FD sci sat
 - DeMi tech sat
- 11.08.2017
 - uHETsat tech sat
- more updates

Quicksearch
Search



МИРОВАЯ ИНДУСТРИЯ ДЗЗ

*Годовой объем мирового рынка ДЗЗ – около \$1,5 млрд
К 2020 г. ≈ \$2,7 млрд, из них \$1,4 млрд - доля рынка нано/микро
спутников*

- Аналитические и информационные продукты на основе данных ДЗЗ
> 500 компаний
- Сервисы обработки данных ДЗЗ
> 300 компаний
- Дистрибьюторы данных ДЗЗ
> 300 компаний
- Государственные операторы КА ДЗЗ
~ 18 компаний
- Коммерческие операторы КА ДЗЗ
~ 15 компаний
- Производство КА ~ 30 компаний
- Услуги по запускам КА ~ 25 компаний
- Эксплуатация наземных комплексов приема
~ 12 компаний

Современные тренды развития ДЗЗ

SPACE 3.0



Снижение цен на доставку полезного груза на орбиту



Снижение цен на комплектующие, унификация и миниатюризация



Быстрое внедрение инноваций на каждом этапе создания системы ДЗЗ



Вовлечение широкого круга пользователей – ставка на «массового» потребителя



Привлечение частного капитала в развитие технологий

<http://www.cosmiqworks.org/space-30/>

Тематический продукт – Результат?

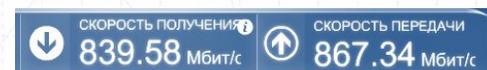
Избыток данных



Избыток мощностей для обработки и хранения данных



Избыток скоростей передачи данных



Избыток программного обеспечения, включая web



Избыток алгоритмов, методик и научных разработок

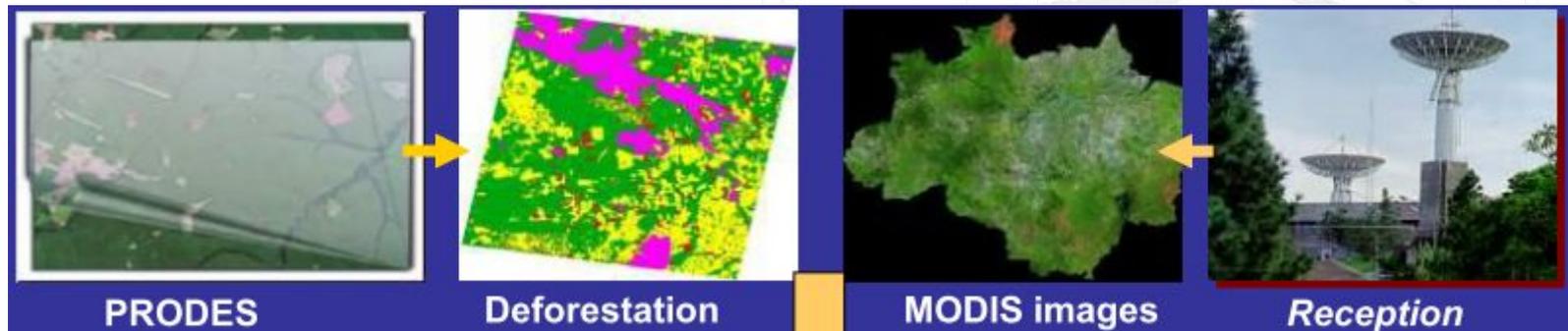


Тематический продукт – от данных к технологии

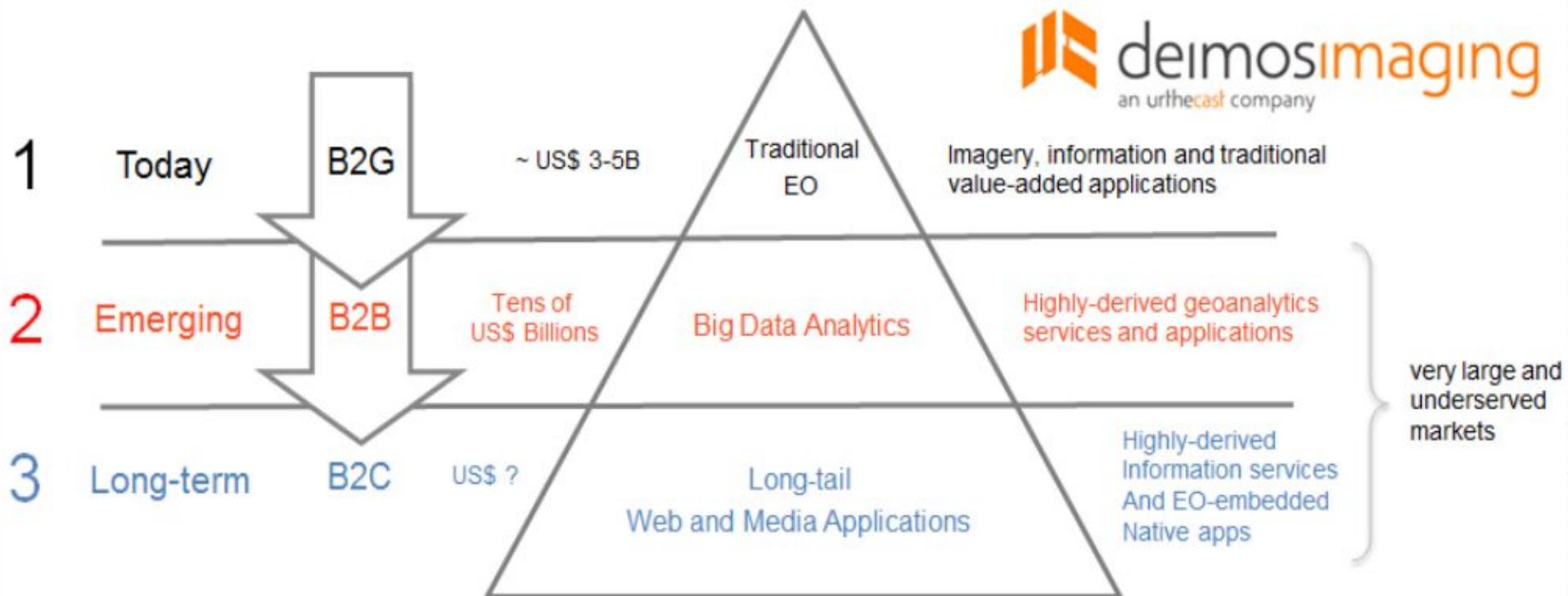


Проблемно-ориентированный подход

ПРИМЕР: драйвер развития космического мониторинга в Бразилии – программы мониторинга лесов в бассейне р.Амазона – DETER, PRODES, Amazônia Program



МИРОВАЯ ИНДУСТРИЯ ДЗЗ



Study to Establish a Marketplace Alliance for EO Services (MAEOS) part of the study eoVox-4: Strawmen Architectures Deliverable 2.1 October 2016©EARSC

Современные тренды развития ДЗЗ

Пример реализации современного подхода - SentinelHub



<http://www.sentinel-hub.com/>

What do we do?

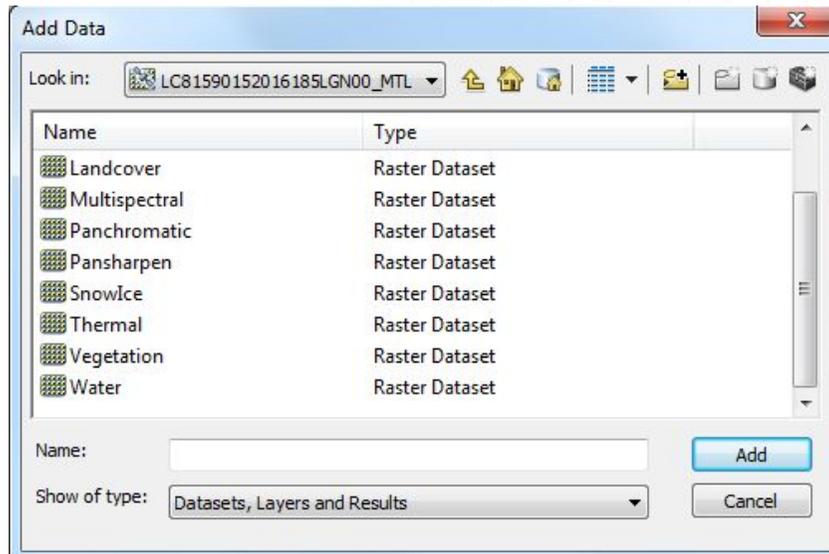
We make satellite data (Sentinels, Landsat and other providers) easily accessible for you to be browsed or analyzed, within our cloud GIS or within your own environment.

Get satellite imagery on your table without worrying about synchronization issues, storage, processing, de-compression algorithms, meta-data or sensor bands.

Take a look at our [Sentinel Hub brochure](#) for more information.

Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения



Расчет базовых продуктов на основе метаданных, расширение web-инструментов создания мозаик, композитов, различных вариантов отображения и др.



Sentinel Playground Video

A web viewer that allows rapid online viewing and access to the Sentinel-2 image archive, along with access to the EO data products.

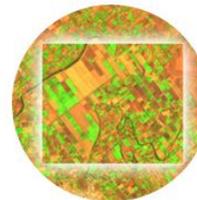
[More info](#)



WMS Configurator Video

Since some GIS clients do not support WMS parameters, we implemented a configuration tool for WMS instances.

[More info](#)



Mosaic Generator Video

The Mosaic Generator provides easy way to access Sentinel-2 products, which you can integrate into your favorite GIS tool.

[More info](#)



Sentinel Monitoring Video

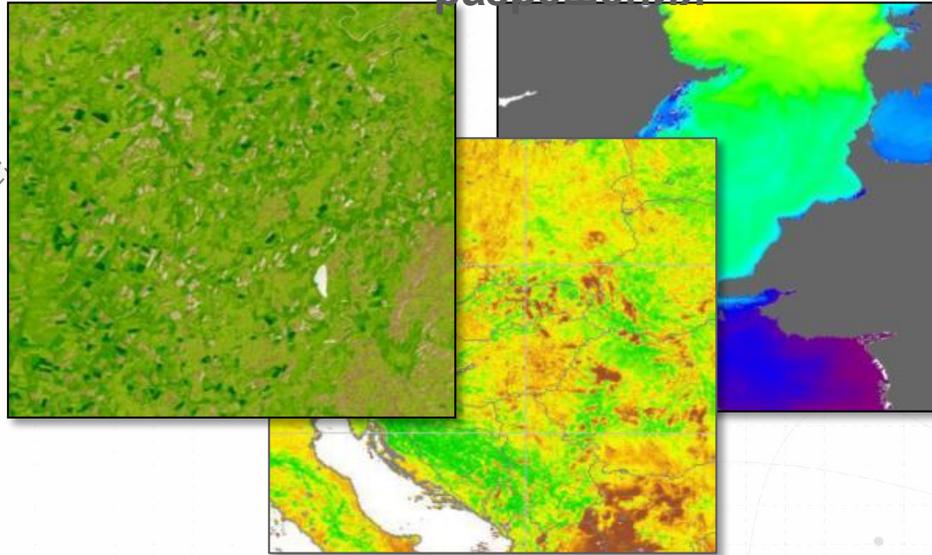
Analyze land changes based on worldwide archive of Sentinel-2 data and advanced tools such as "compare images" and time-lapse. [See video introduction.](#)

[OPEN APP](#)

<http://www.sentinel-hub.com/apps>

Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения



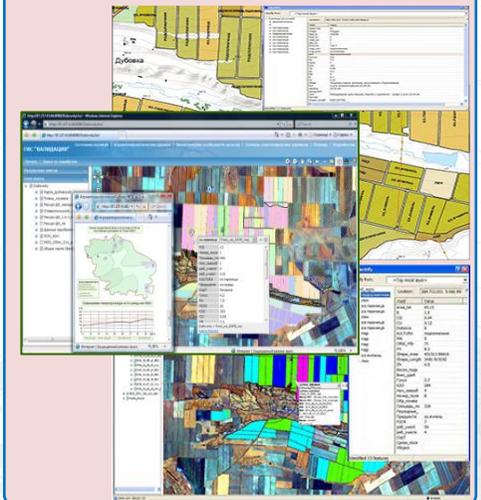
Стандартные продукты
ДЗЗ
(уровни 1C,1D)



Базовые продукты ДЗЗ являются общей основой для многоцелевой тематической интерпретации и включают:

- спектральные индексы,
- тематические маски,
- специализированные физические величины
- мультивременные композиты

Тематические ГИС – результат интерпретации базовых продуктов

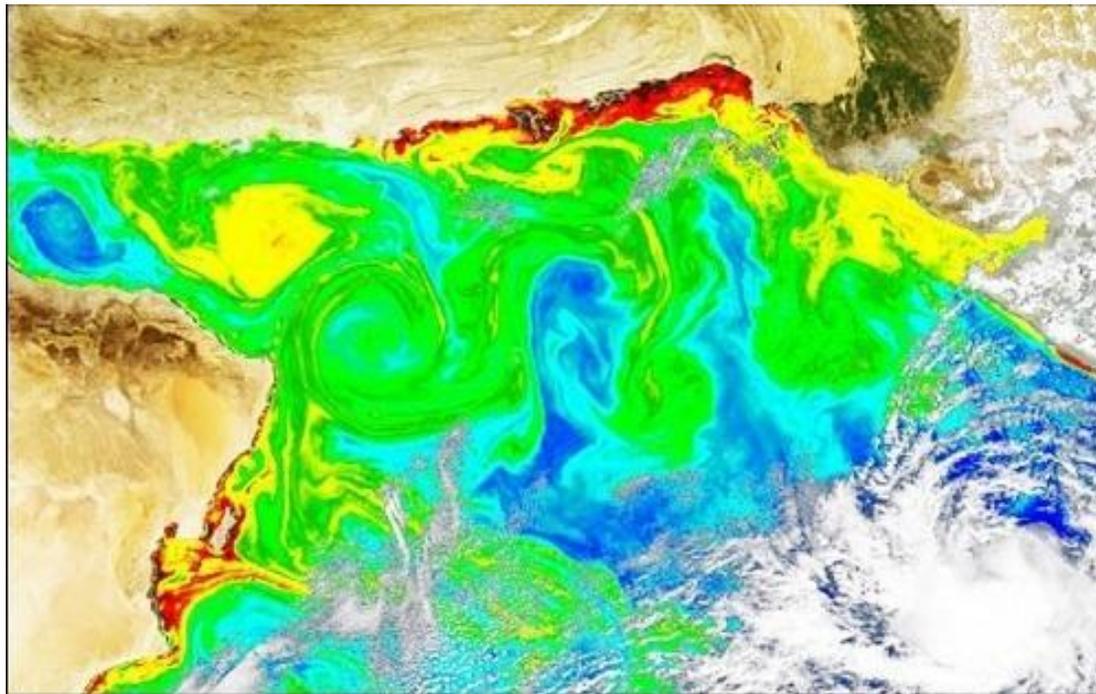


Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

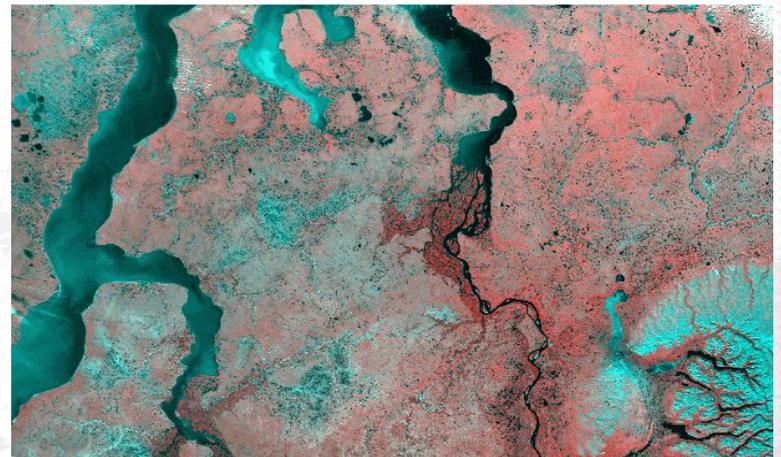
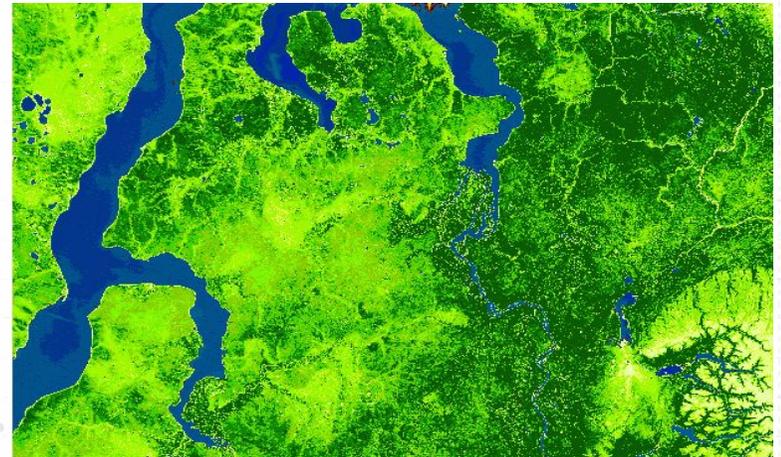
**Банк базовых
продуктов**

БП – продукты обработки данных ДЗЗ, представленный в производных физически (или псевдо физических) величинах



Концентрация хлорофилла-а , мг/м³

0.05 1.0 10 50



*Индексы
вегетации*

Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

The screenshot displays a GIS application interface. The central map shows a satellite image of a forested area with a green overlay representing a vegetation index. The map is overlaid with a grid of magenta lines. The interface includes two main panels:

ФОРМИРОВАНИЕ ЗАКАЗА (Order Form):

- Language: Ru, En
- Weather: Cloud, Wind, Sun, All: 1
- Order ID: MM2.MSU.101.10000583101008
- Date: 23.08.2015 13:20:31
- Parameters: 1%, $\alpha: -82^\circ$, $\beta: 14^\circ$, $\alpha: 130^\circ$, $\beta: 48^\circ$
- Buttons: + Добавить продукт, TOA_L, NDVI, SR, RGR

РЕЗУЛЬТАТ ВЫБОРКИ (Query Result):

- Language: Ru, En
- Weather: Cloud, Wind, Sun, All: 33
- Buttons: High, Middle (20), Low
- Table of results:

Order ID	Date	Percentage	α	β	α	β	Icons
MM2.MSU.101.10000584501008	24.08.2015 10:00:44	11%	-82°	14°	129°	48°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000584501007	24.08.2015 09:59:34	1%	-82°	14°	133°	50°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000583101008	23.08.2015 10:20:31	1%	-82°	14°	130°	48°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000583101007	23.08.2015 10:19:20	2%	-82°	14°	134°	50°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000581701009	22.08.2015 10:40:28	10%	-82°	14°	130°	48°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000581701008	22.08.2015 10:39:17	2%	-82°	14°	134°	50°	👁️ 🛒
MM2.MSU.102.10000580301009	21.08.2015 11:00:25	56%	-82°	14°	137°	44°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000577401008	19.08.2015 09:59:48	45%	-82°	14°	128°	46°	👁️ 🛒
MM2.MSU.101.10000574601008	17.08.2015 10:38:43	34%	-82°	14°	132°	48°	👁️ 🛒

Buttons: Низкое разрешение, Не найдено

Банк базовых продуктов

Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

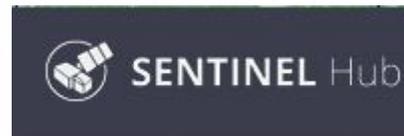


Landsat Archive

- Collection 1 Level-1
 - L7 ETM+ C1 Level-1
 - L4-5 TM C1 Level-1
- Pre-Collection
 - L8 OLI/TIRS
 - L8 OLI/TIRS Pre-WRS-2
 - Landsat Surface Reflectance - L8 OLI/TIRS
 - L7 ETM+ SLC-off (2003-present)
 - L7 ETM+ SLC-on (1999-2003)
 - Landsat Surface Reflectance - L7 ETM+
 - L4-5 TM
 - Landsat Surface Reflectance - L4-5 TM
 - L1-5 MSS

<http://earthexplorer.usgs.gov/>

Просмотр снимков в различных вариантах цветового синтеза и заказ калиброванных данных

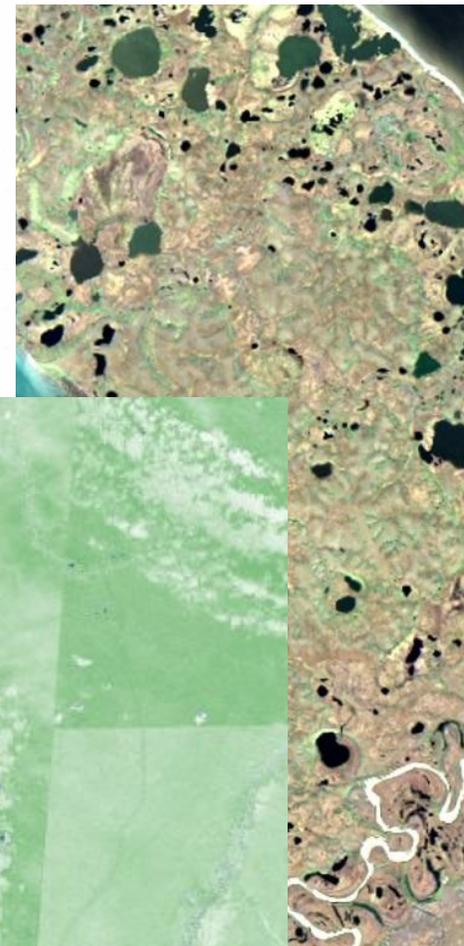
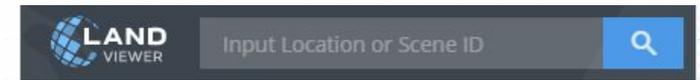


SENTINEL Hub

Handberg 2016-09-21 20%

- Darkness
- Natural Color
- Color Infrared (vegetation)
- False color (urban)
- Agriculture
- Vegetation Index
- Moisture Index
- Geology
- Hydrology
- Atmospheric penetration
- SWIR1
- NDVI

RE-FRESH GENERATE



BAND COMBINATIONS

LC81610122016247LGN00

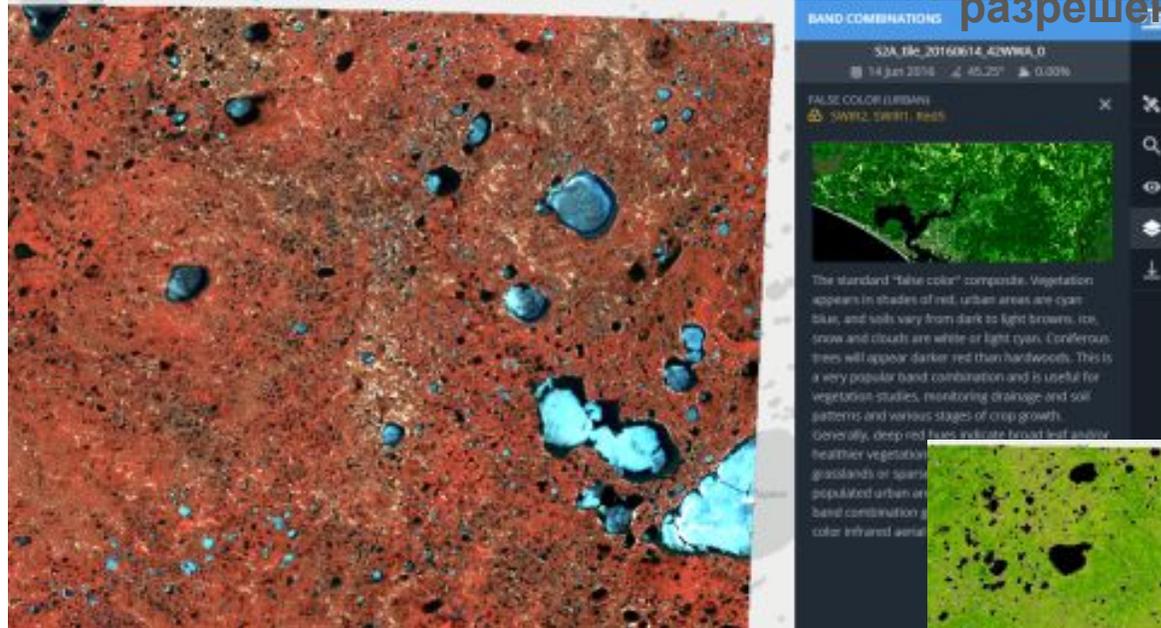
03 Sep 2016 28.97° 0.03%

- Natural Color, Pan sharpened
 - Red, Green, Blue, Panchrom
- Natural Color
 - Red, Green, Blue
- False Color (urban)
 - SWIR2, SWIR1, Red
- Color Infrared (vegetation)
 - NIR, Red, Green
- Agriculture
 - SWIR1, NIR, Blue
- Atmospheric Penetration
 - SWIR2, SWIR1, NIR
- Healthy Vegetation
 - NIR, SWIR1, Blue
- Land/Water
 - NIR, SWIR1, Red
- Natural With Atmospheric Removal
 - SWIR2, NIR, Green
- Shortwave Infrared
 - SWIR2, NIR, Red
- Vegetation Analysis
 - SWIR1, NIR, Red
- Panchromatic
 - Panchrom
- NDVI
 - NIR, Red

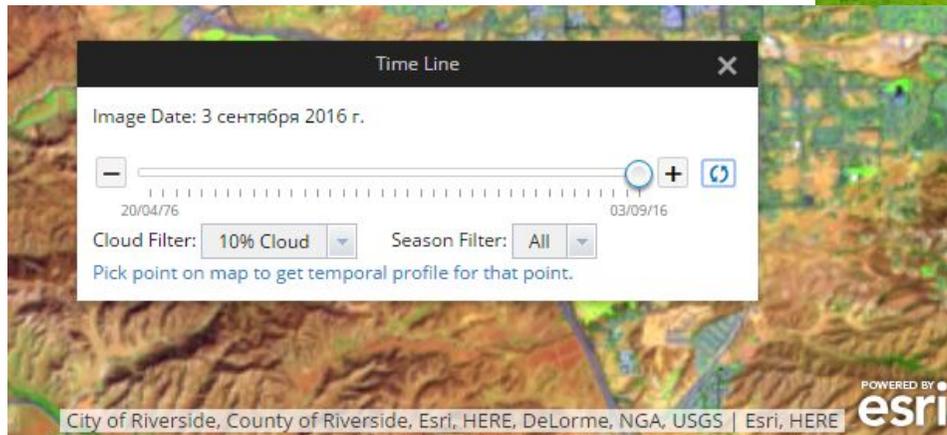
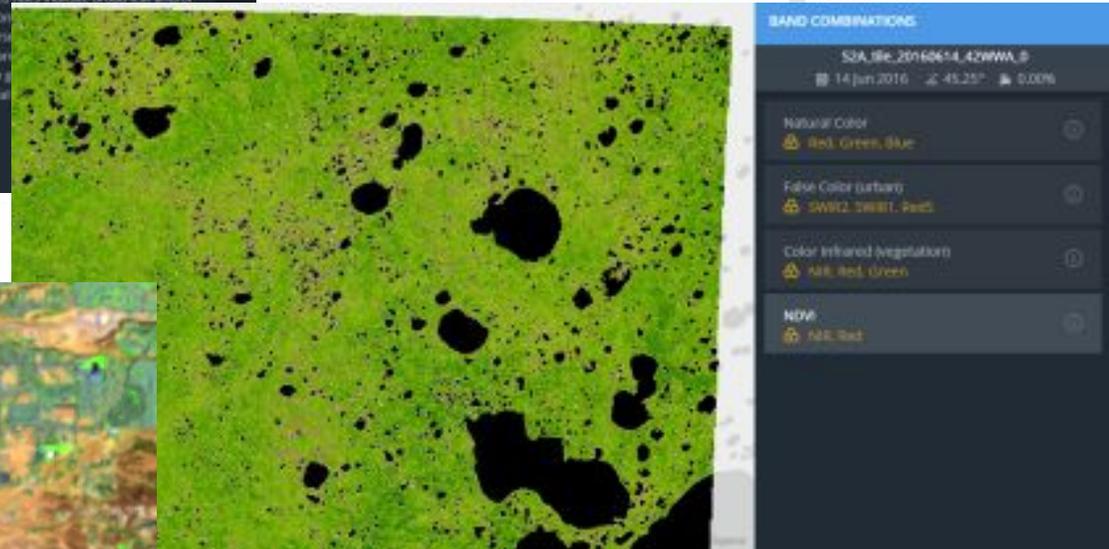
Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

разрешения



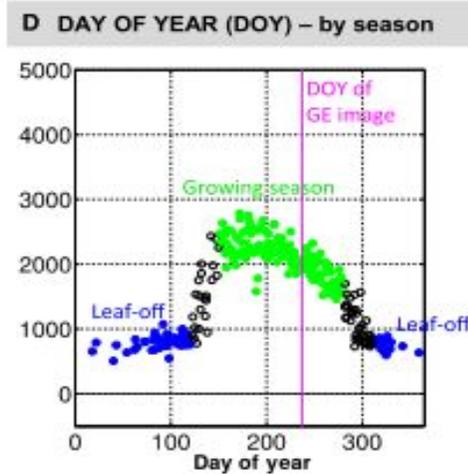
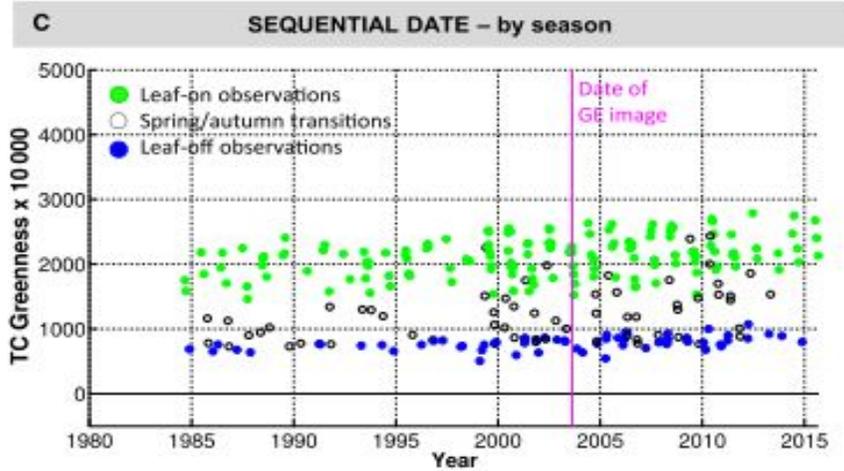
Просмотр всего архива снимков и расчет «на лету» наиболее распространенных вегетационных индексов



Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

Появление новых алгоритмов калибровки и оценки изменений на основе всего архива дистанционных данных



<http://earthexplorer.usgs.gov/>



Landsat 5 TM (30 m)
08/27/2003 - DOY 239



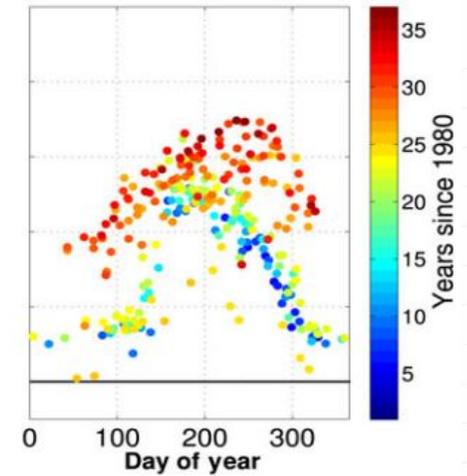
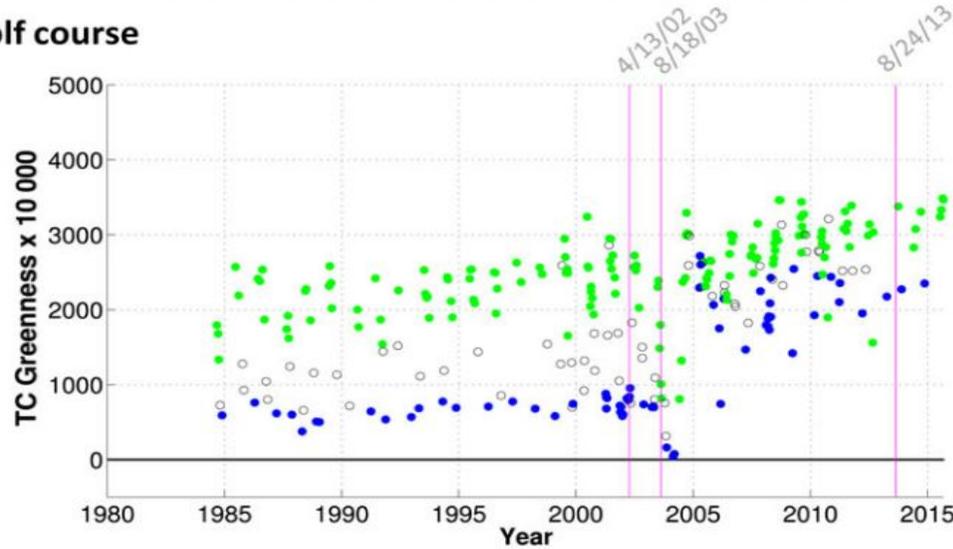
Google Earth (GE) – reference image
08/25/2003 - DOY 237

Примеры автоматизация тематической обработки

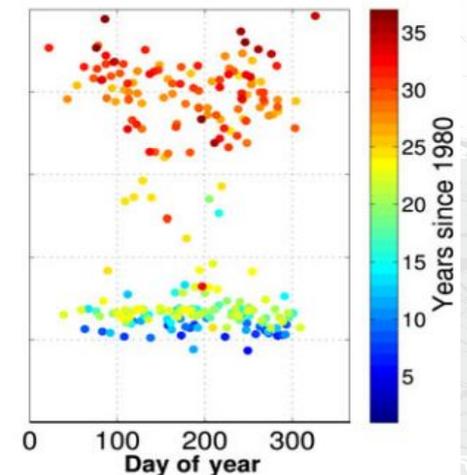
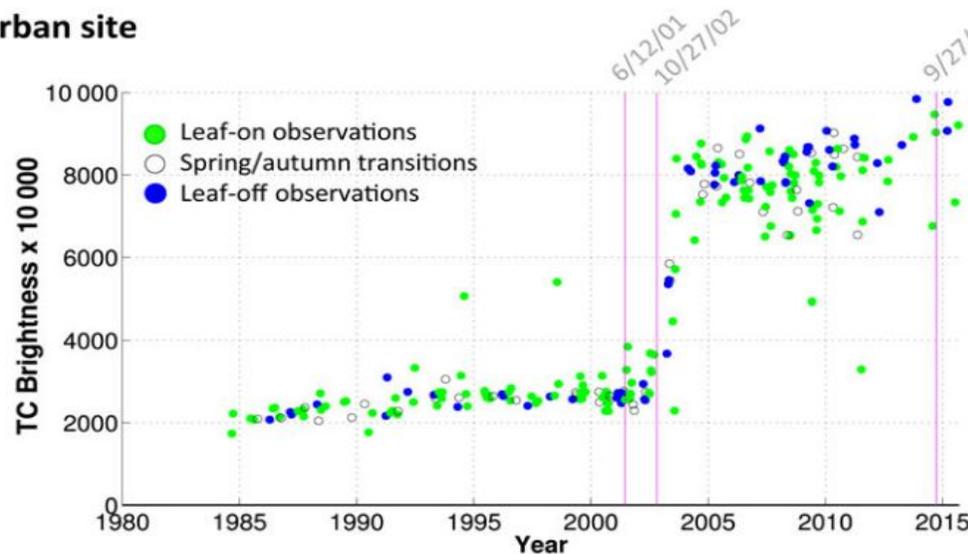
Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения

Появление новых алгоритмов калибровки и оценки изменения на основе всего архива дистанционных данных

A Forest converted to golf course

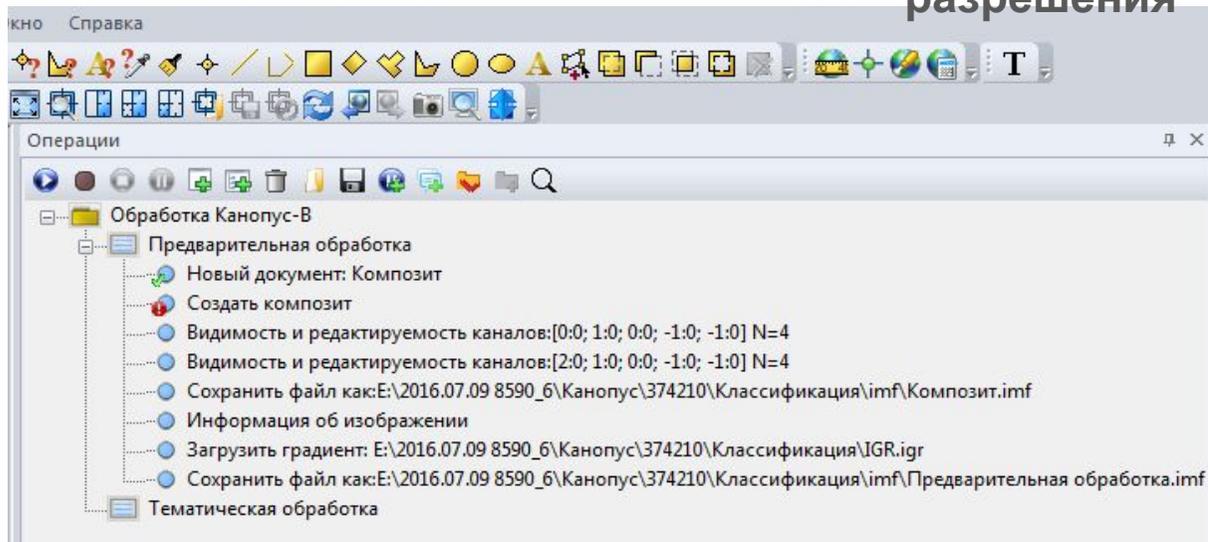


B Re-development of urban site

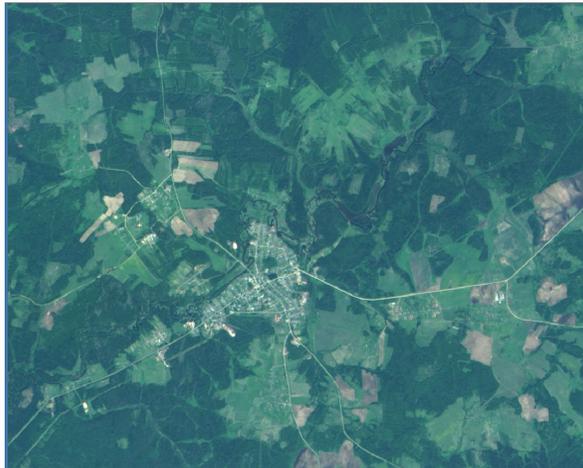


Примеры автоматизация тематической обработки

Автоматизация обработки открытых данных среднего разрешения



Пример макроса для проведения неконтролируемой классификации



*Композитное изображение
(цветосинтез каналов)*



*Предварительная обработка
изображения (настройка гистограммы)*

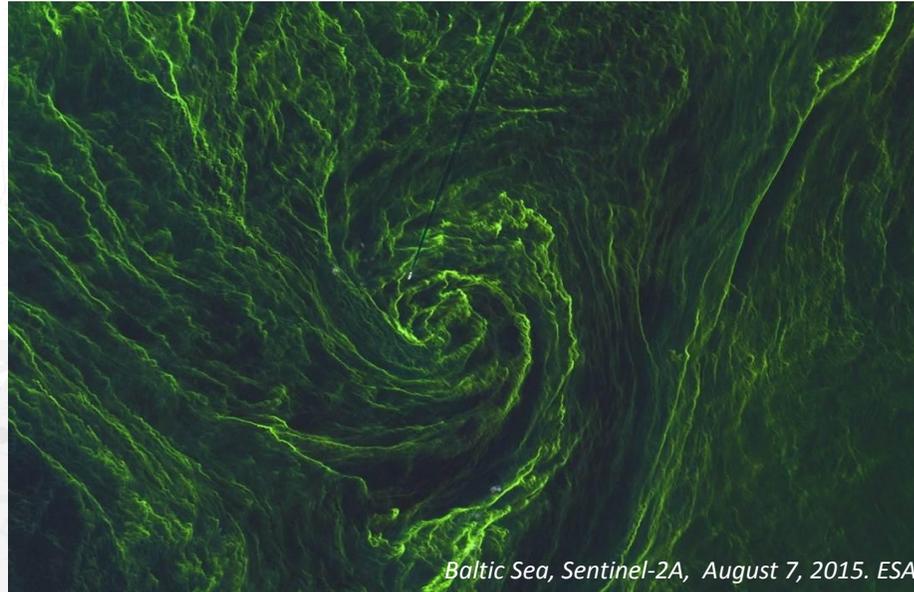


Результат проведения неконтролируемой классификации (5 классов)

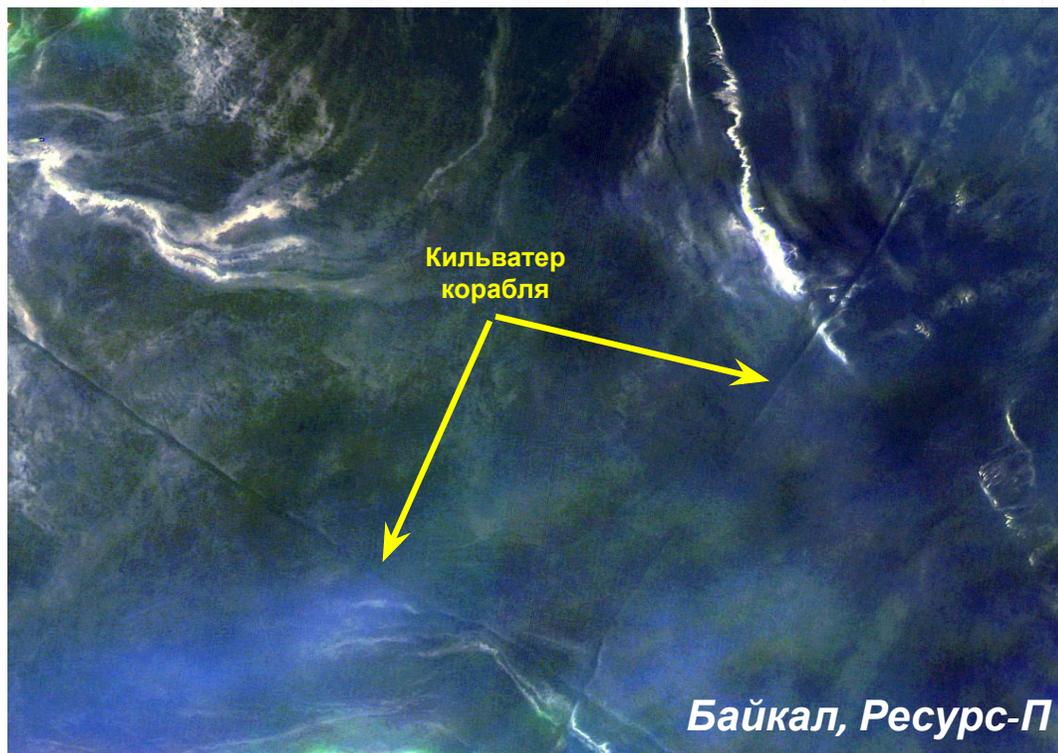
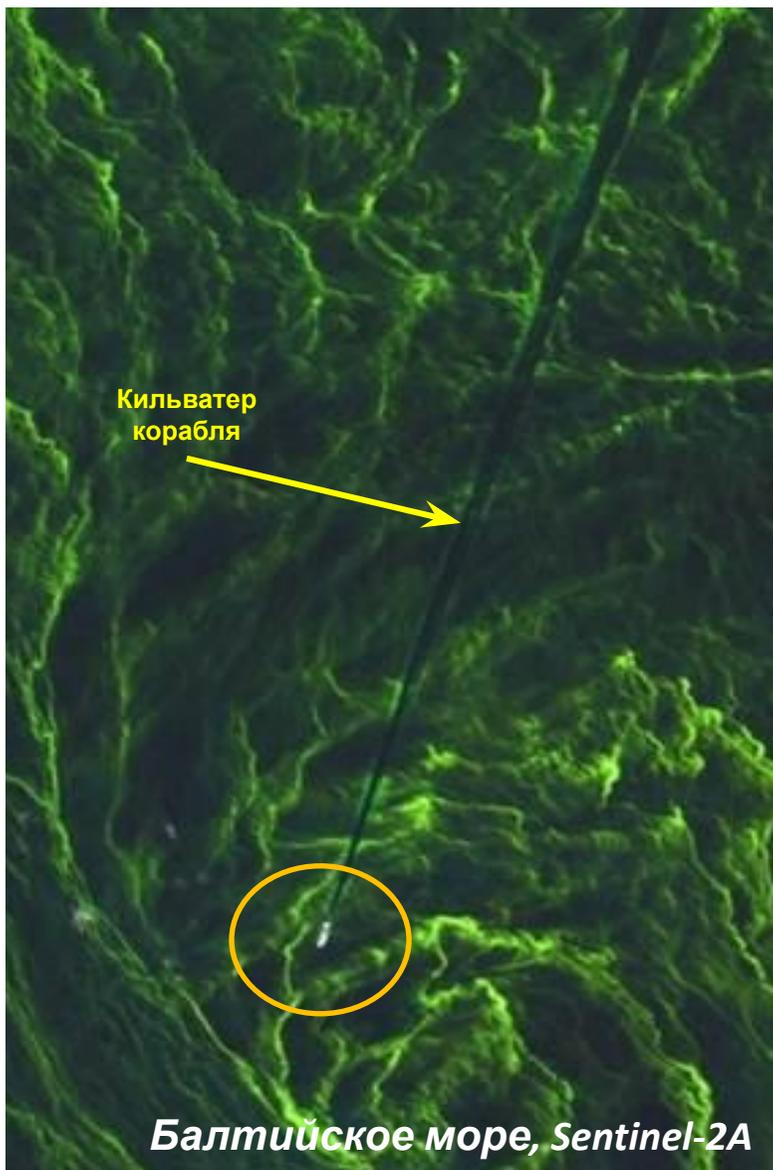
Пример решения тематических задач



Развитие биомассы в воде оз. Байкал

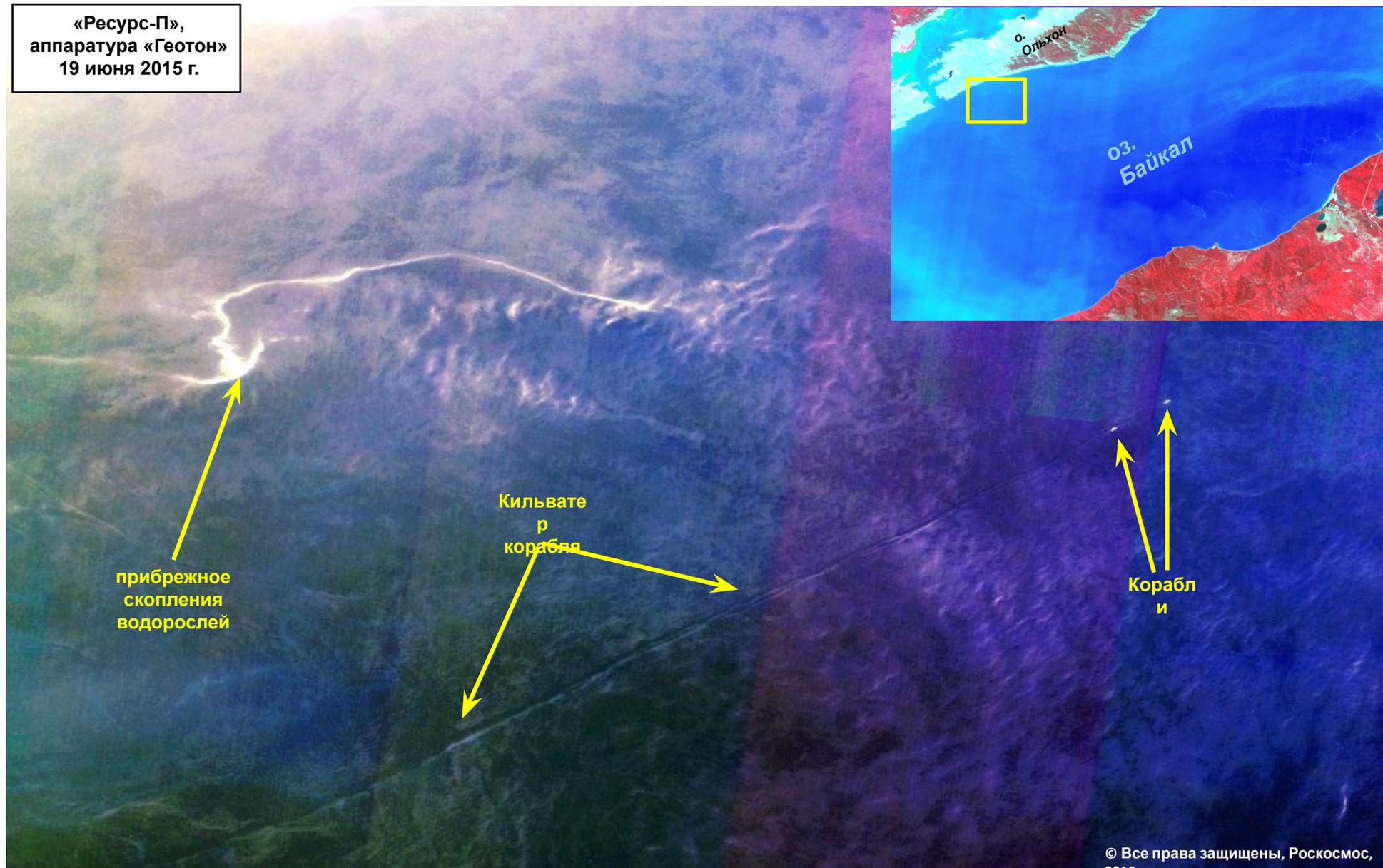


Развитие биомассы в воде оз.Байкал



Развитие биомассы в воде оз. Байкал

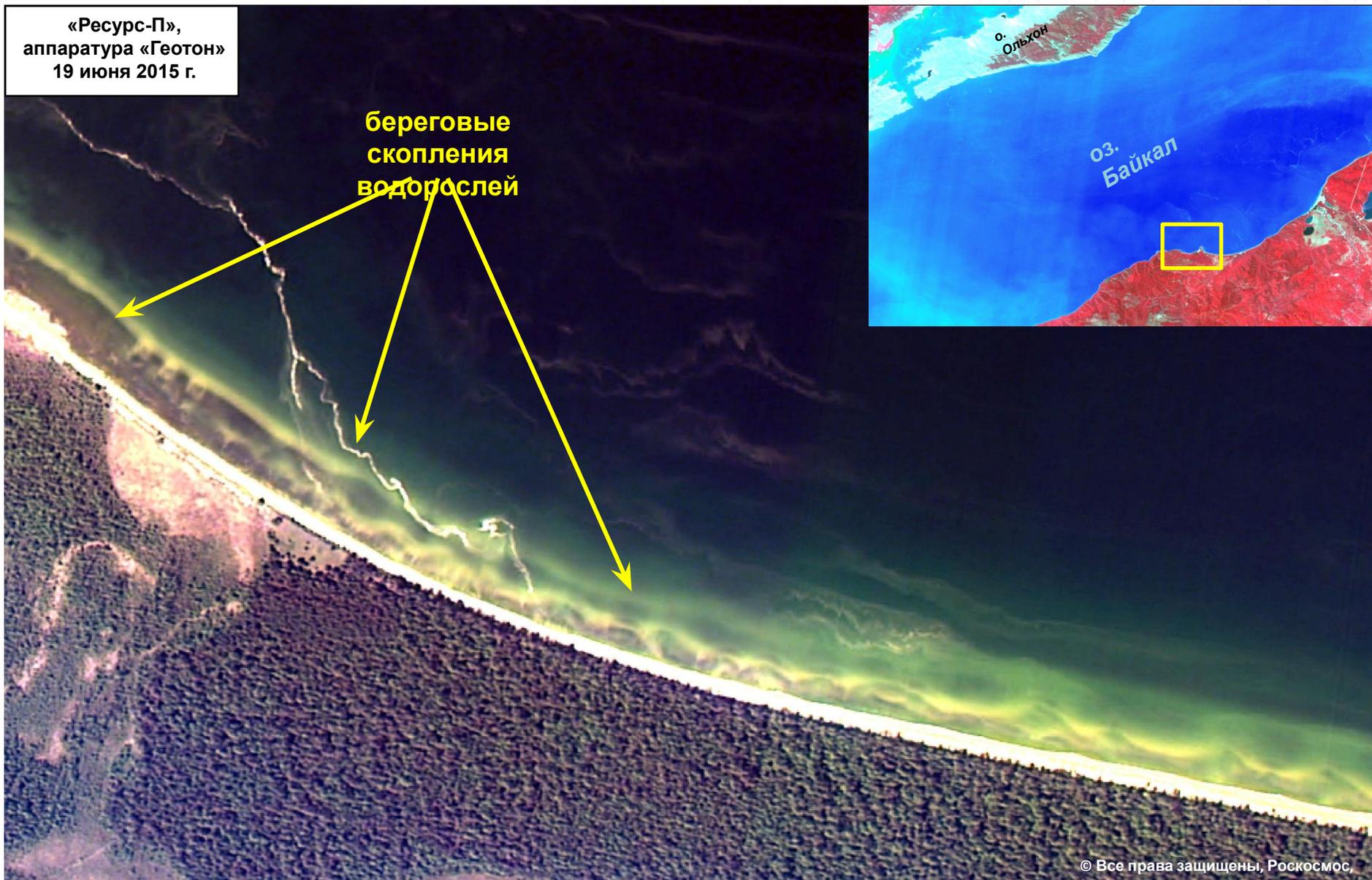
«Ресурс-П»,
аппаратура «Геотон»
19 июня 2015 г.



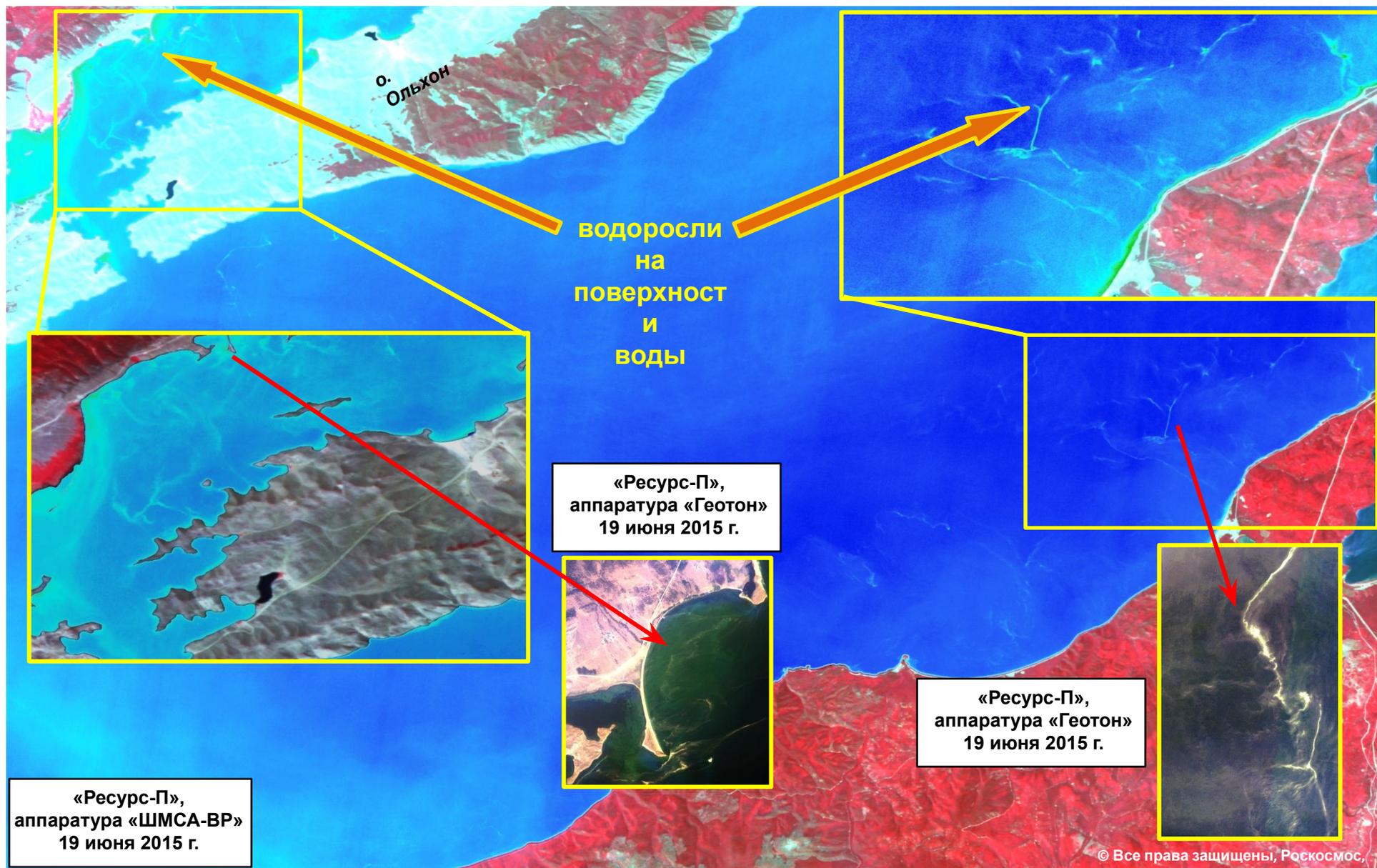
Развитие биомассы в воде оз.Байкал

«Ресурс-П»,
аппаратура «Геотон»
19 июня 2015 г.

береговые
скопления
водорослей



Развитие биомассы в воде оз. Байкал



Развитие биомассы в воде оз.Байкал

Динамика перемещения водорослей

Landsat 8,
31 августа 2013 г.

водоросли
на
поверхност
и
воды

Landsat 8,
18 июня 2015 г.

водоросли
на
поверхност
и
воды

«Ресурс-П»,
аппаратура ШМСА-ВР
19 июня 2015 г.



© Все права защищены. Роскосмос,
2016

Иркутские лимнологи проводят активные лабораторные и экспедиционные исследования экологической обстановки прибрежной зоны Байкала на протяжении последних 2 лет.

С 9 по 29 июня 2015 года сотрудники Лимнологического института РАН провели очередную экспедицию, целью которой был сбор данных о состоянии прибрежной зоны озера. Результаты экспедиции показали, что ситуация абсолютно не улучшилась, а в некоторых местах определённно видна и отрицательная динамика.

Источник: <http://www.newbur.ru/articles/21751>