Изучение Мирового океана из космоса: состояние и перспективы

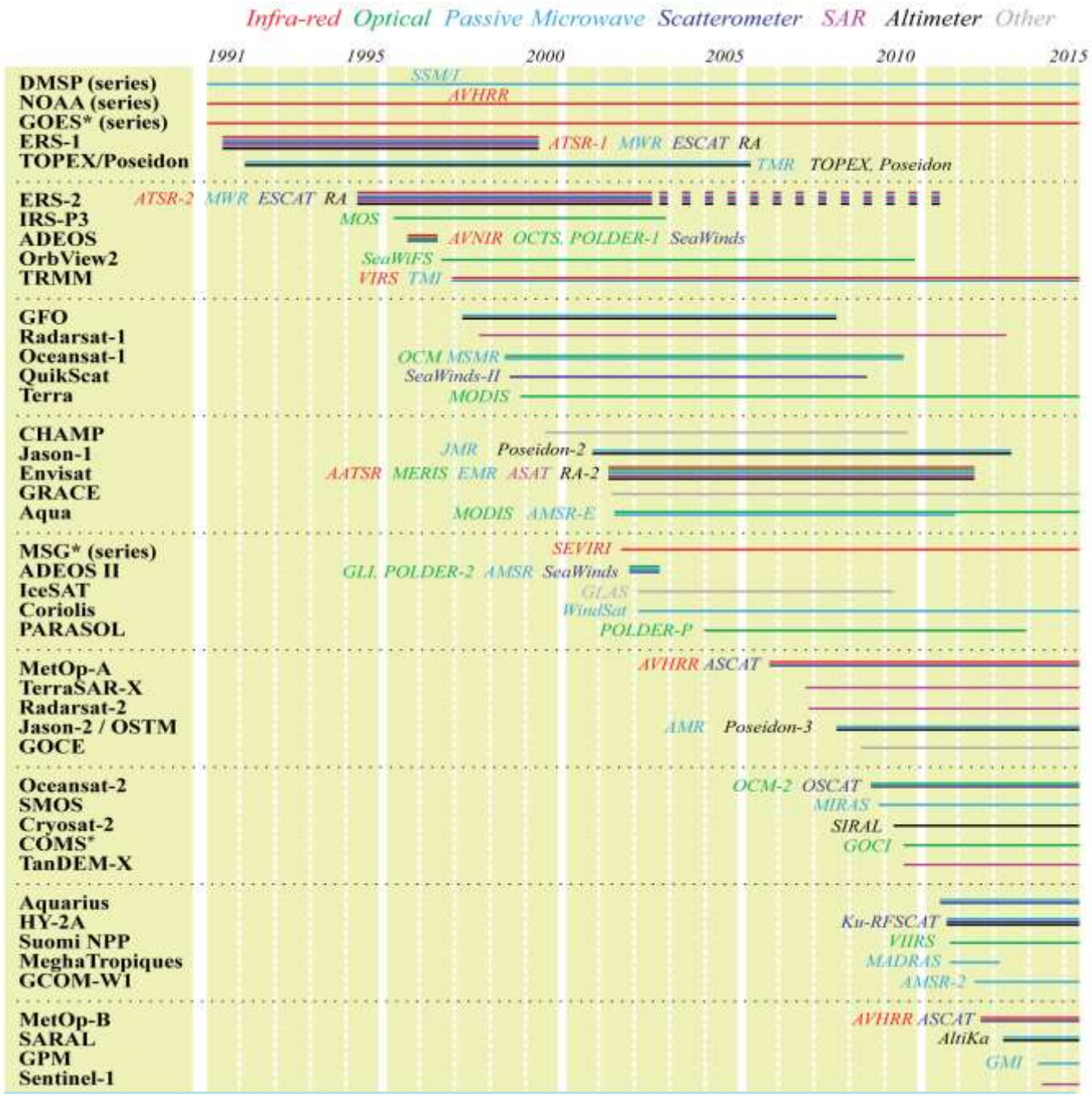
Л. М. Митник

III Всероссийская молодежная конференция "Комплексные исследования Мирового Океана" (КИМО-2018)
Санкт-Петербургский государственный университет,
21-25 мая 2018

Содержание

- **Введение. Необходимость фундаментальных исследований Земли.**
- ***Изменение климата и природные катастрофы*: роль спутникового дистанционного зондирования. Рост содержания в атмосфере водяного пара, углекислого газа и метана; таяние морских и материковых льдов, черный углерод; повышение уровня Мирового океана; циклоны со штормовыми и ураганными ветрами, землетрясения. *Weather ready nation.***
- ***Восстановление геофизических параметров* (температура и солёность воды, течения, хлорофилл-*a* и другие биооптические параметры, скорость приводного ветра, паросодержание атмосферы, водозапас облаков, интенсивность осадков, ледяной, снежный и растительный покровы, влажность почвы, растительность)**
- ***Перенос излучения. КАЛИБРОВКА и ВАЛИДАЦИЯ данных зондирования.***
- **Явления и процессы в системе атмосфера-подстилающая поверхность. Пространственное и временное разрешение. Комплексирование спутниковых измерений (GCOM-1W, GCOM-C, GPM, Suomi NPP, NOAA-20, Sentinel-1A/1B, Sentinel-2/3, Landsat-7/8, MetOp-A/-B, спутники Китая, Индии, Кореи и др.).**
- **Национальные и международные программы, конференции и школы, кооперация. Свободное распространение данных (видимые, ИК, пассивные микроволновые и РСА-изображения, продукты, программы обработки данных, Хартия о катастрофах и пр.).**
- **Заключение (новые проблемы, инструменты, радиочастотные помехи, GPS; наука, импортозависимость, citizen science, отношение к России).**

Спутники для изучения океана 1990-2015



Метеор-М № 2 оптика микроволновый радиометр, 2014-2017

Citizen Science Projects, WHOI

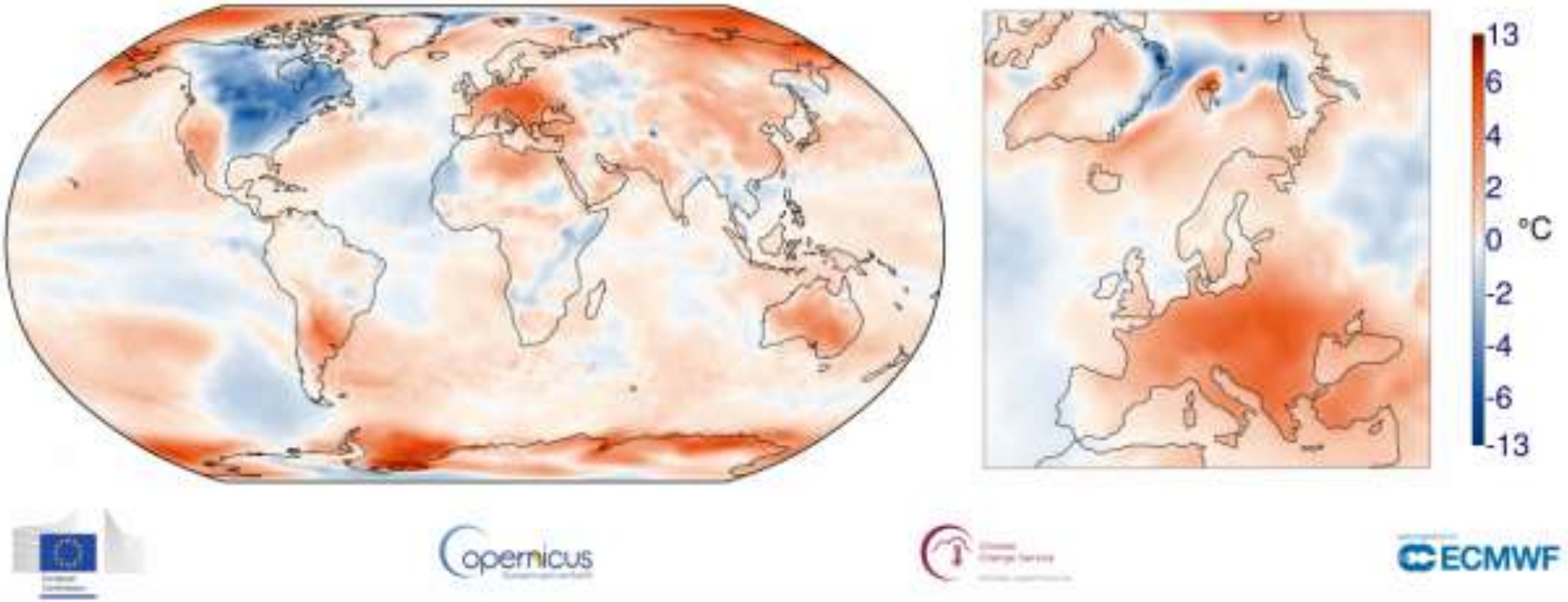
How Radioactive is Our Ocean Presentation
Help track radiation from Fukushima across the Pacific by proposing a sampling location on the West Coast of North America, Alaska, or Hawaii.
The Marine Mammal Identification Network
Have you seen a tag? A uniquely marked individual? An interesting behavior? Or maybe you are not quite sure what it is you saw? The Marine Animal Identification Network provides information on tagged animals (primarily seals) and a database of sightings.
Right Whale Listening Network
The world's last 350 North Atlantic right whales live along the East Coast. Collisions with ships are a deadly hazard, but new listening buoys are helping.
Seafloor Explorer
Identify species and ground cover in images of the seafloor, and help create a library of seafloor life in the habitats along the northeast continental shelf.

New Citizen Science Water Level Application Available Nationwide. 22 February 2018

Marine Debris Monitoring Toolbox
The Marine Debris Monitoring and Assessment Project, or MDMAP, is a citizen science initiative that engages NOAA partners and volunteers across the nation to survey and record the amount and types of marine debris on shorelines. Learn more.

Marine Debris Tracker
This mobile application lets people report litter on the water anywhere in the world. Learn more.
Phytoplankton Monitoring Network
This volunteer network was established to monitor marine phytoplankton and harmful algal blooms. Learn more.

Аномалия температуры воздуха у поверхности в апреле 2018 относительно 1981-2010

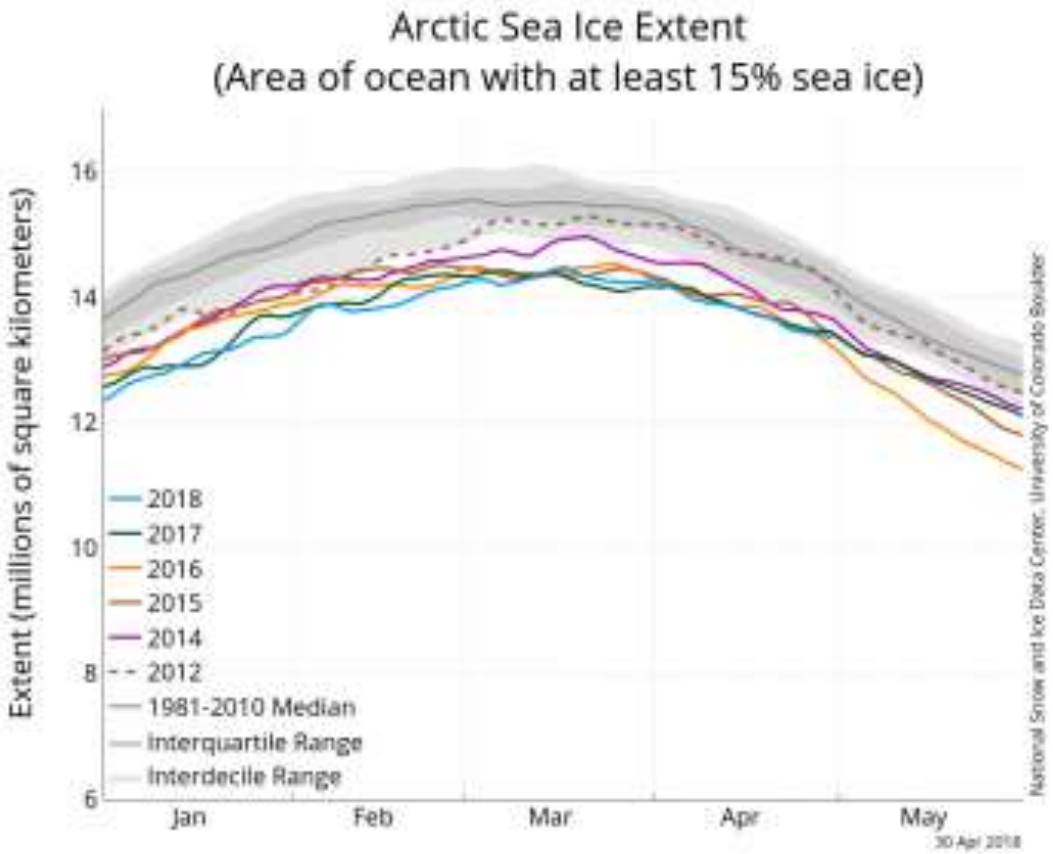


The global temperature for April 2018 was well above average. Although not as exceptional as the values for April 2016 and April 2017, it was in line with the upward trend of 0.18°C per decade seen in global temperature data from 1979 onwards. according to the Copernicus Climate Change report. Globally, the twelve-month period from May 2017 to April 2018 was 0.47°C warmer than the 1981-2010 average.

It said that April in 2018 was:

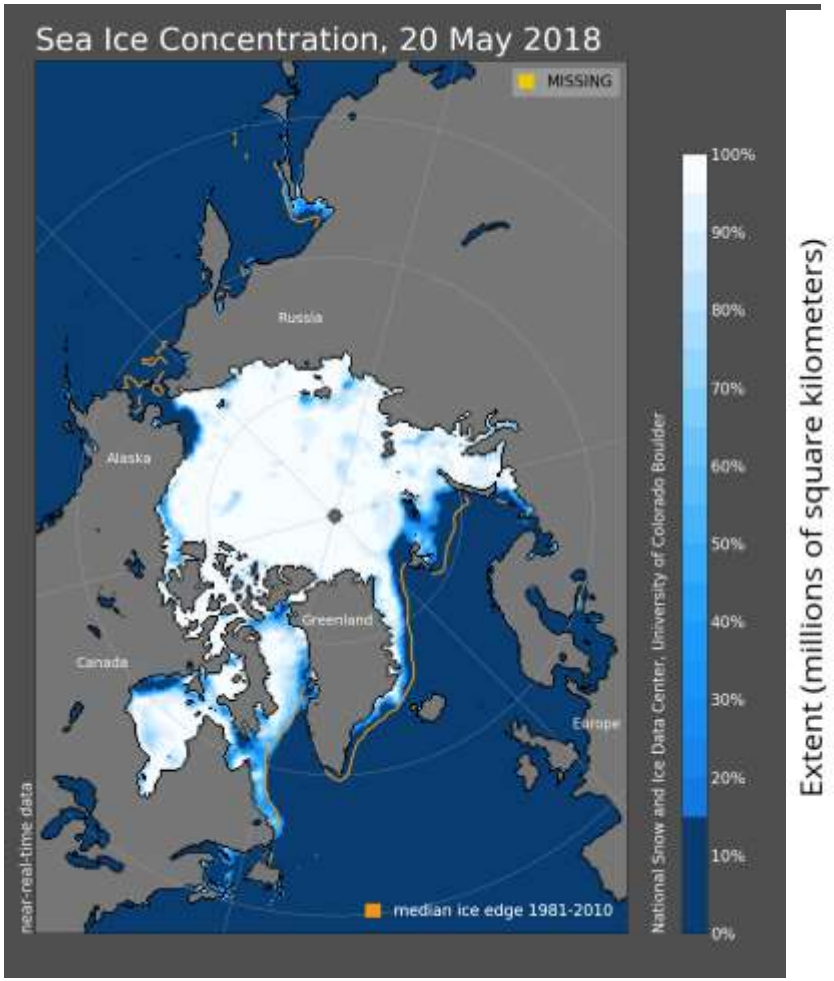
- **close to 0.5°C warmer than the average April from 1981-2010;**
- **the third warmest April on record, though only a little warmer than April 2010;**
- **about 0.2°C cooler than the warmest April (2016).**

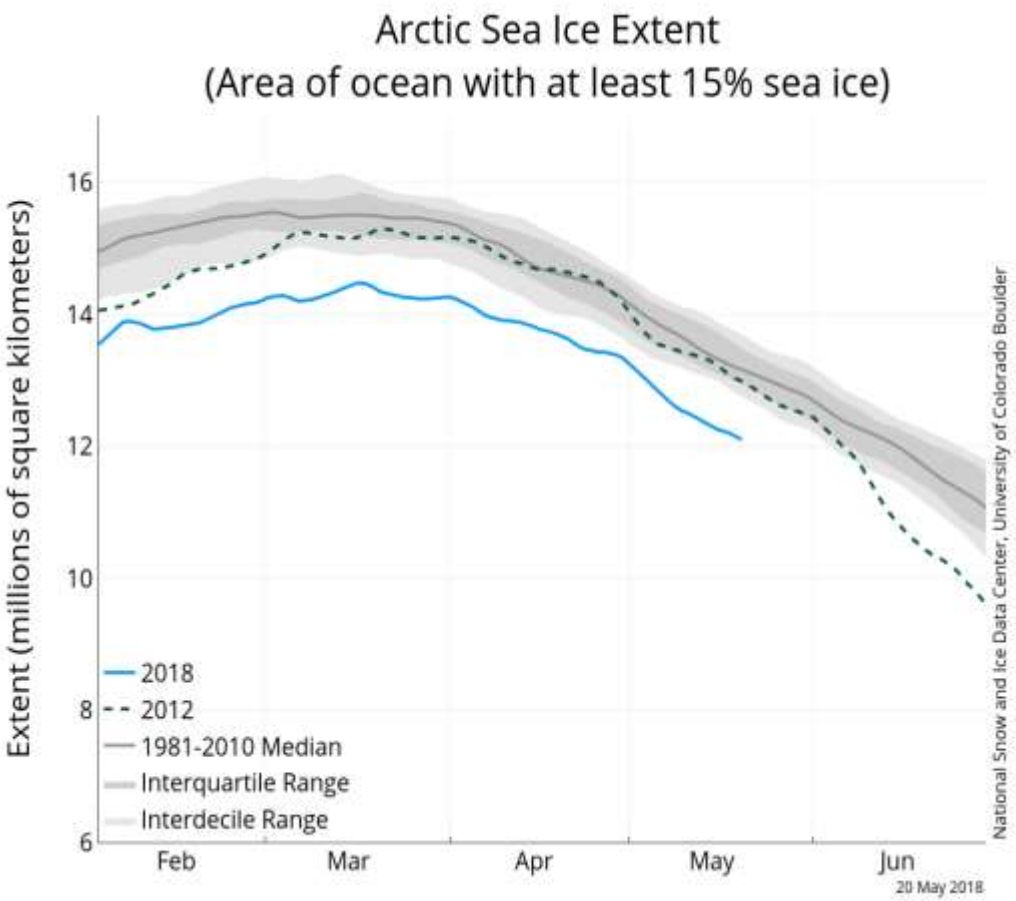
Среднемесячная площадь морского льда в апреле 2018 и в 1981 – 2010 гг.



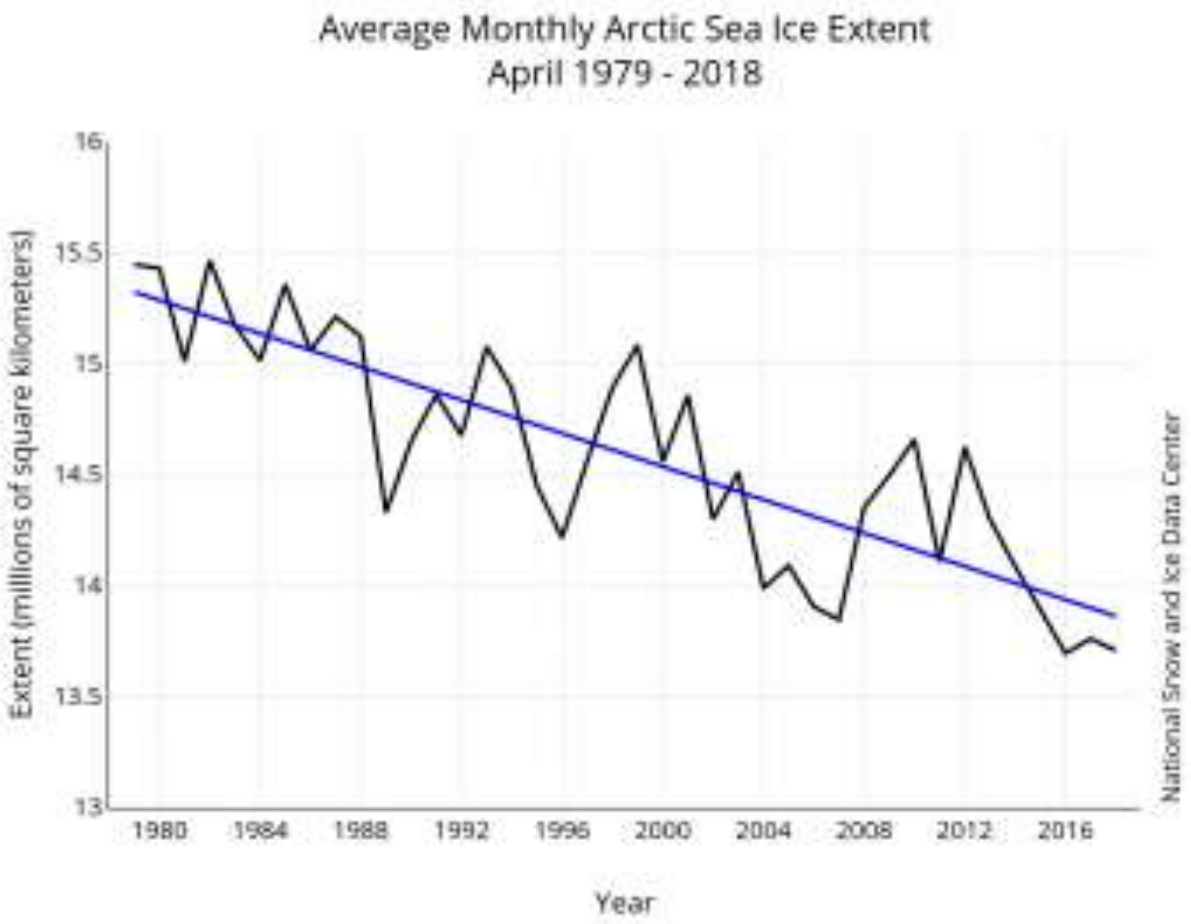
Ледяной покров в апеле 2018. В апреле площадь льда составляла 13.71 млн км² – на 980000 км² ниже среднего значения за 1981-2010 г. Фиолетовая линия – положение медианы кромки льда в октябре 1981-2010.

Ледяной покров Арктики, 20 мая 2018



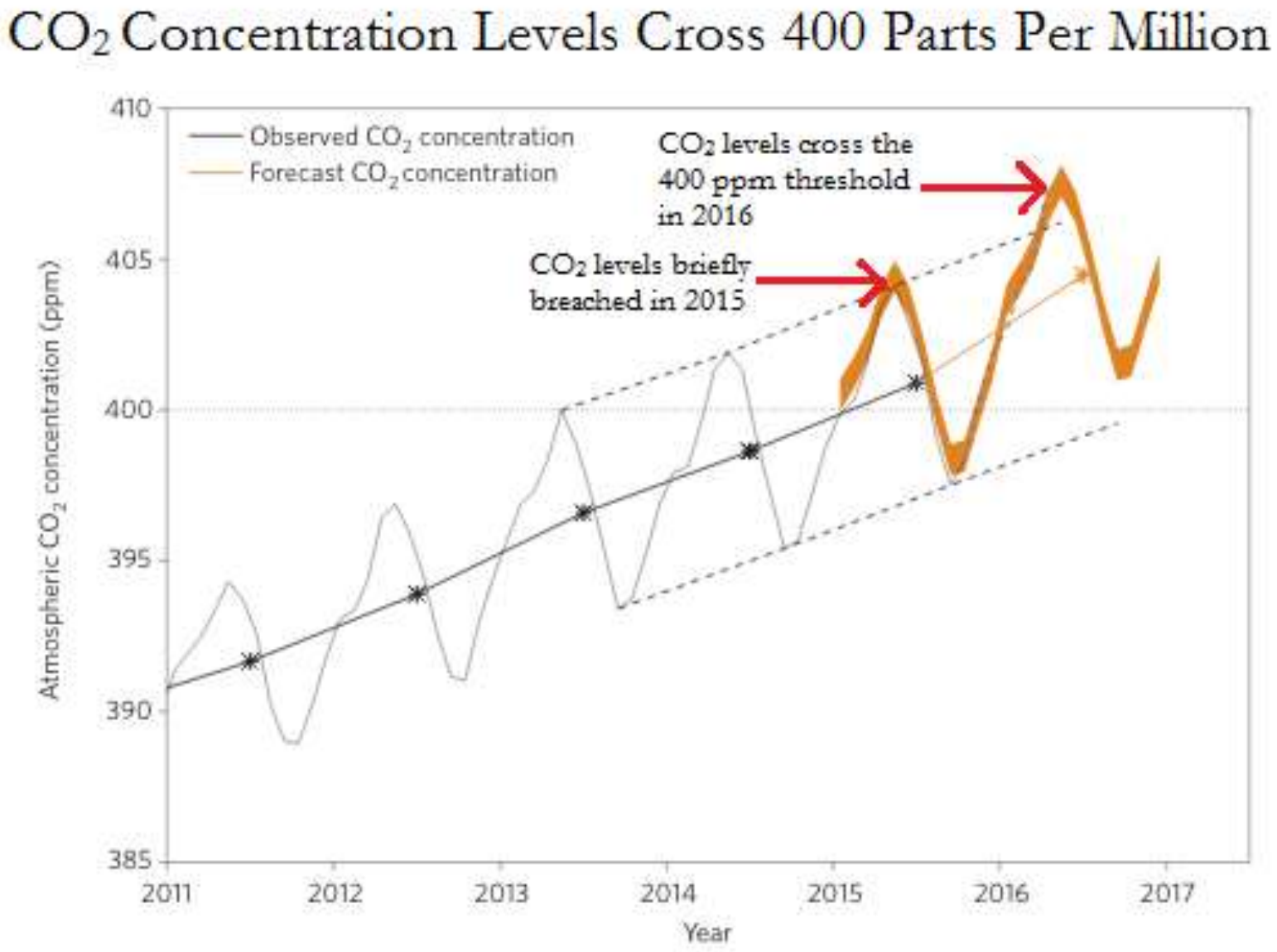


Среднемесячная площадь морского льда в апреле 1979 – 2018 гг.

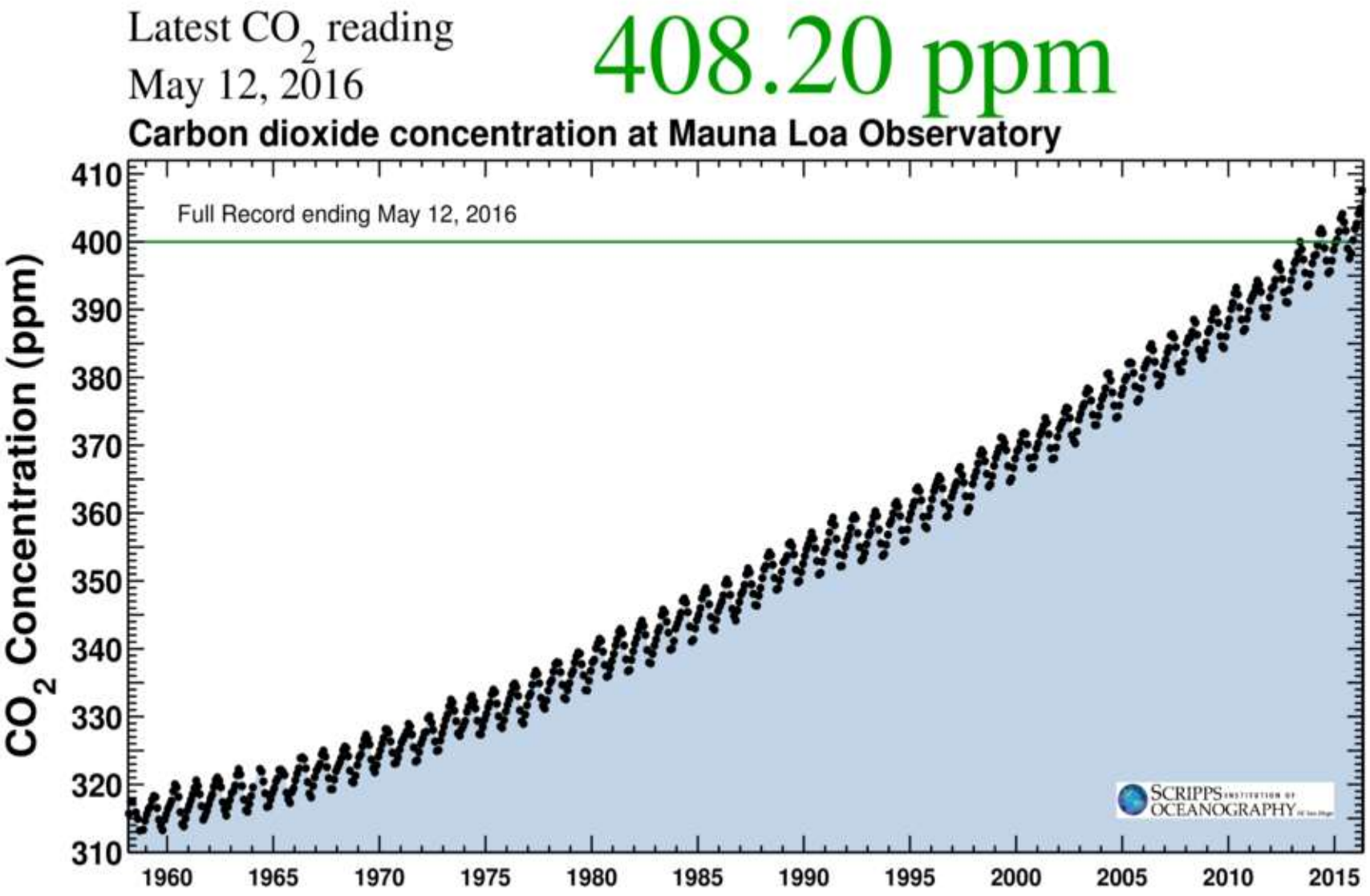


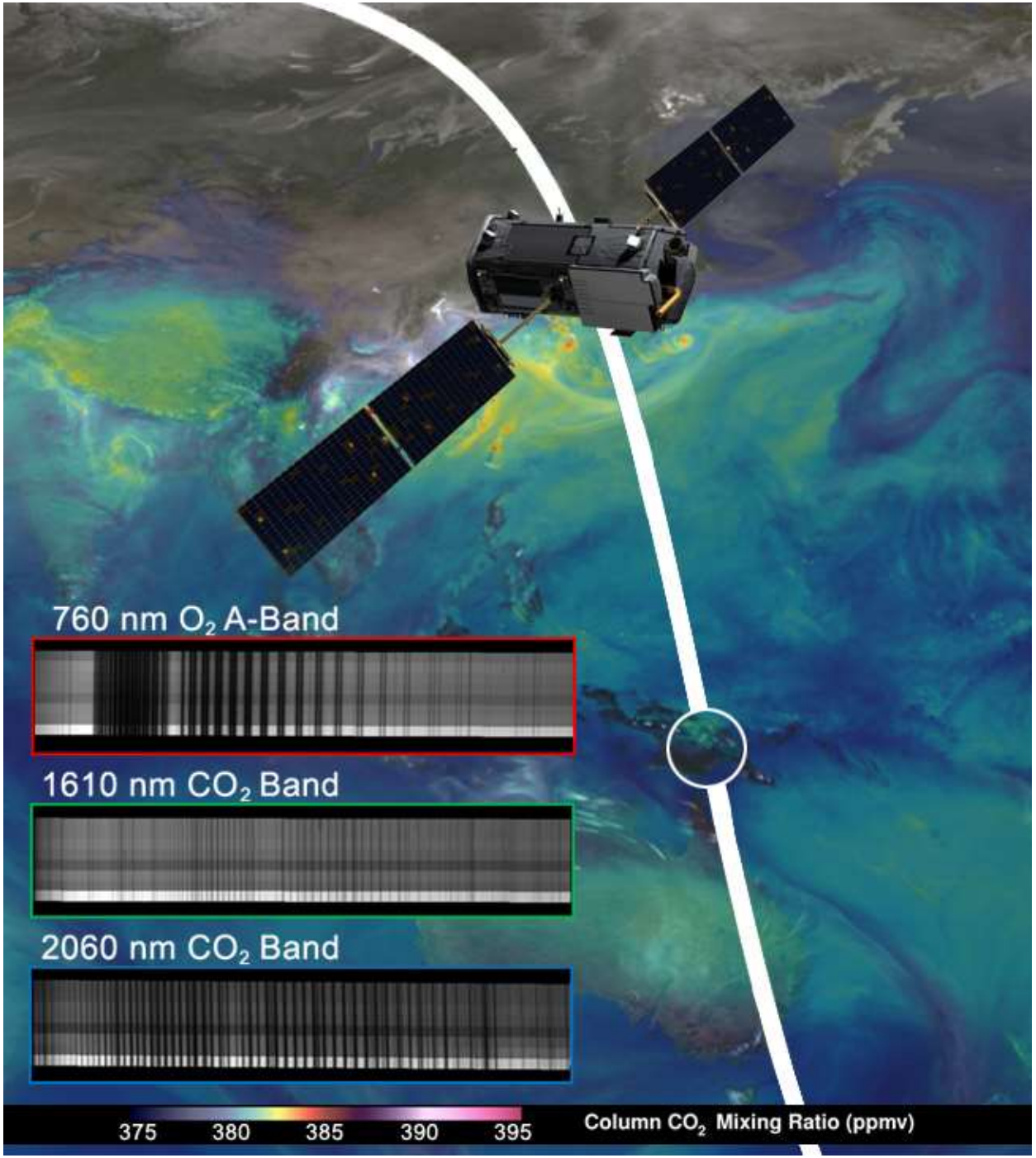
Ледяной покров в апреле 2018. Уменьшение площади льда 2.6 % за декаду.

Содержание CO_2 в атмосфере
Обсерватория Mauna Loa



Концентрация CO_2





Спутник OCO-2.

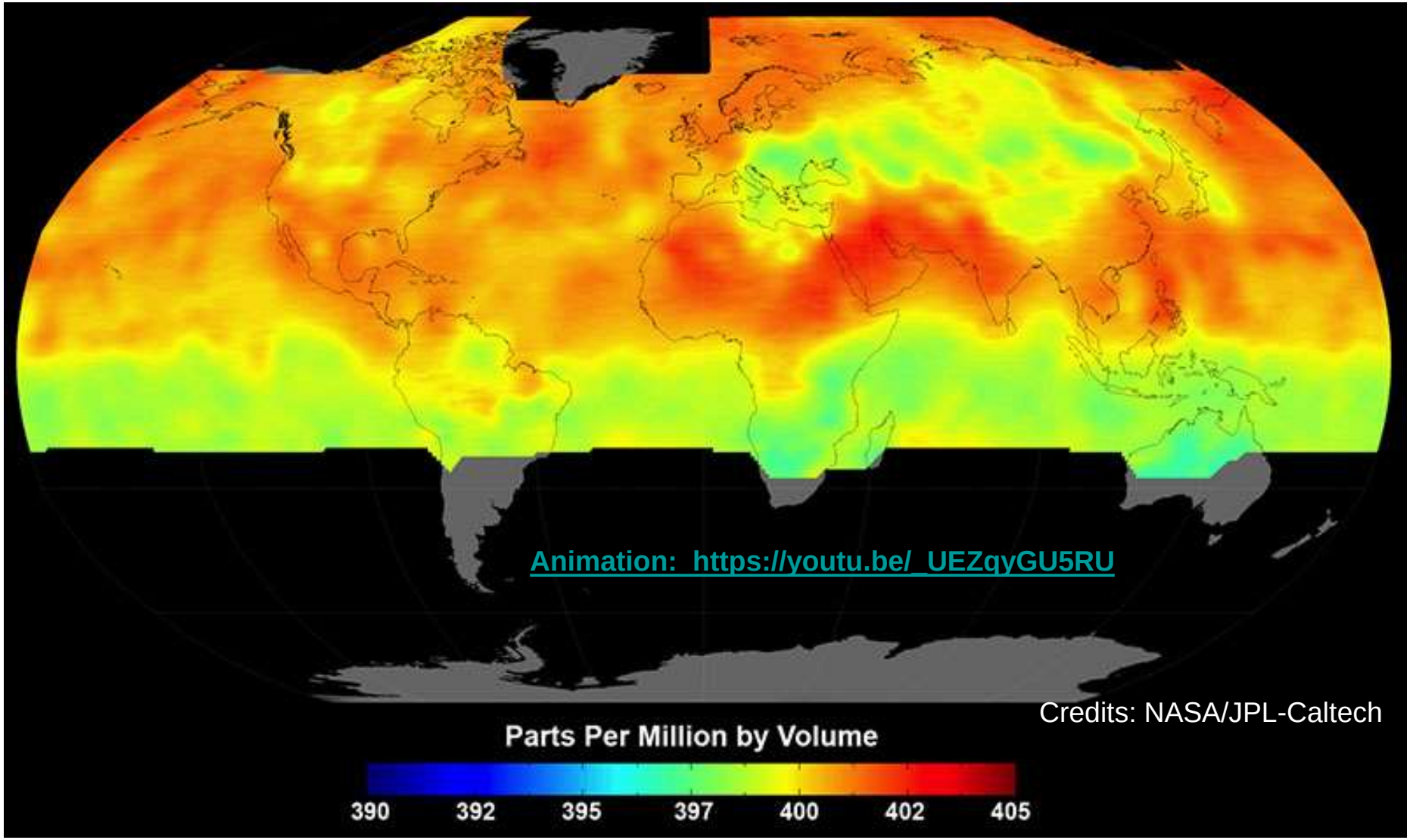
Запущен на орбиту 2 июля 2014 г. A-train

Первые спектры, полученные спектрометром OCO-2 6 августа 2014 над Новой Гвинеей.

На врезке – спектры в полосах молекулярного кислорода и углекислого газа .

Фон - модельное распределение CO_2 по данным спутника GEOS-5.

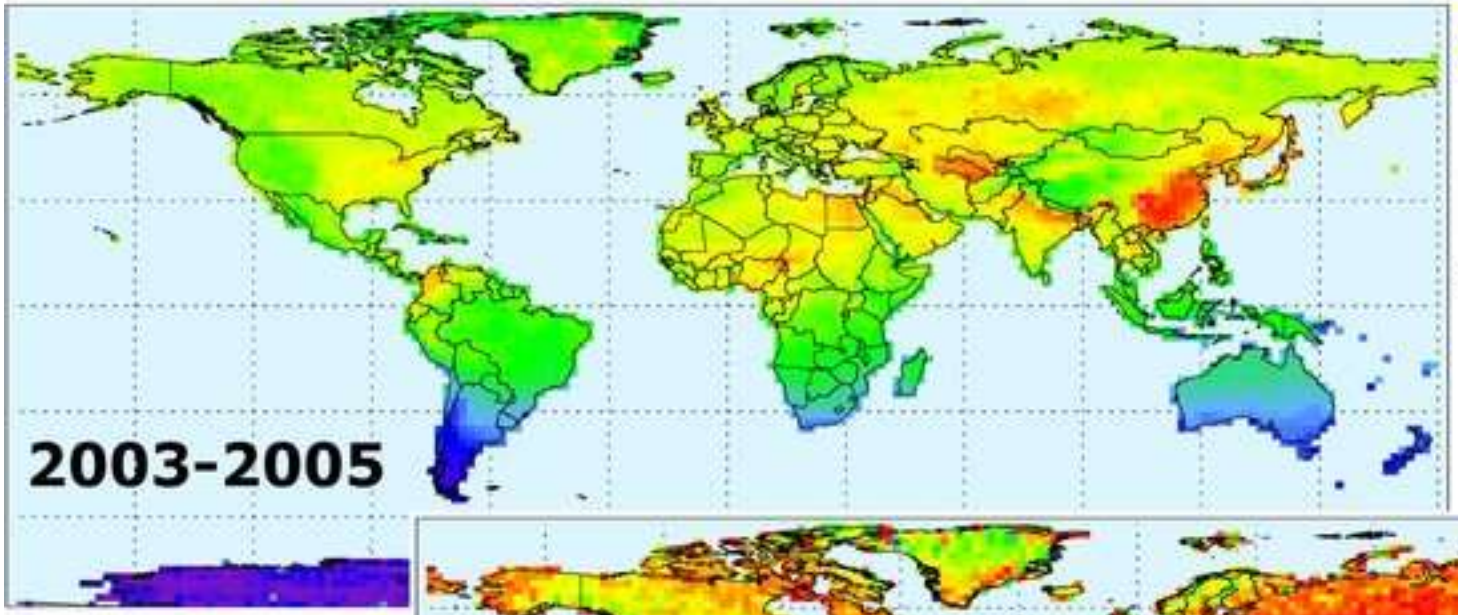
Шкала – интегральное содержание CO_2 в атмосфере в ppmv



Global average carbon dioxide concentrations as seen by NASA's Orbiting Carbon Observatory-2 mission, June 1-15, 2015. OCO-2 measures carbon dioxide from the top of Earth's atmosphere to its surface. *Higher carbon dioxide concentrations are in* red, with *lower concentrations in yellows and greens.*
For more information on OCO-2, visit: http://www.nasa.gov/oco-2 .

Концентрация метана

Greenhouse gases (GHGs)
Climate Change Initiative



GHG-CCI

Methane

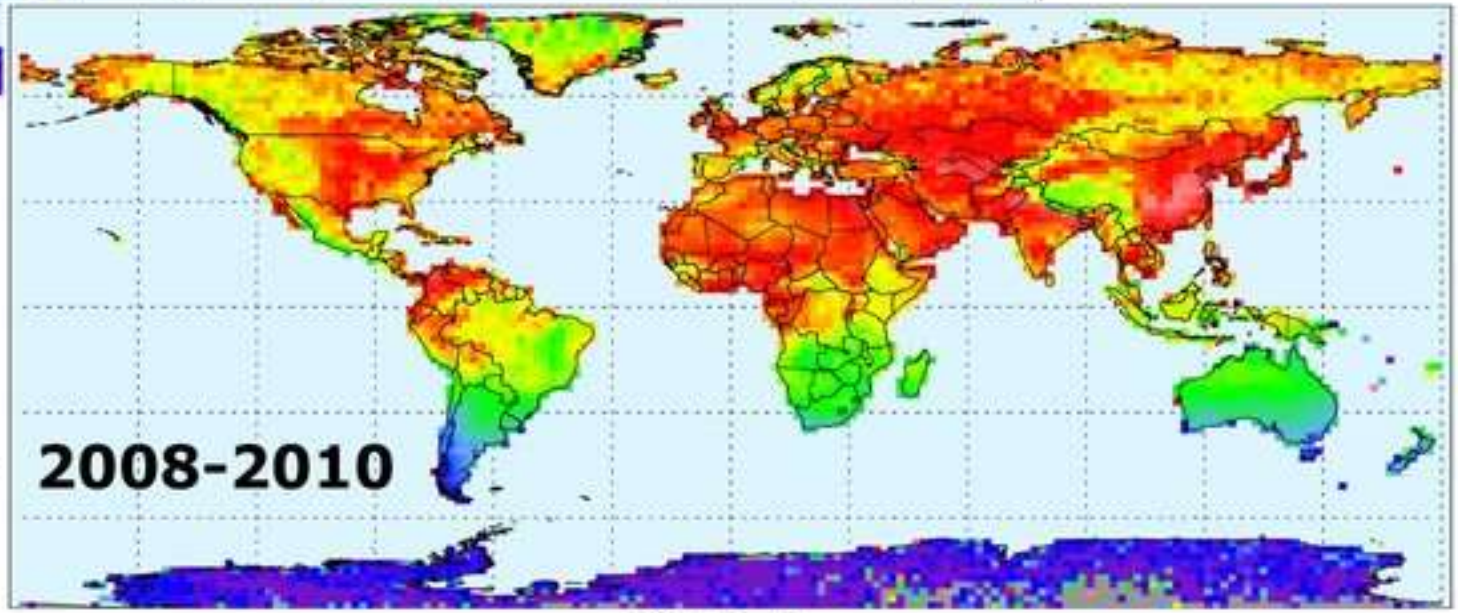
SCIAMACHY/ENVISAT

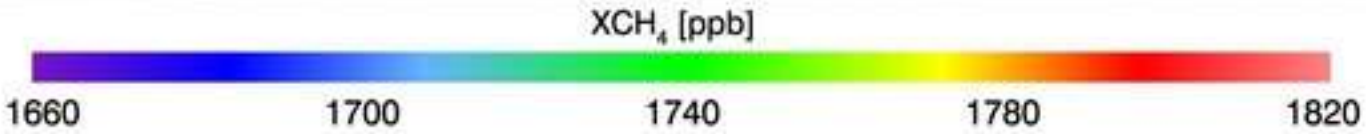
240 - 2380 nm

Resolution
0.2 nm - 1.5 nm

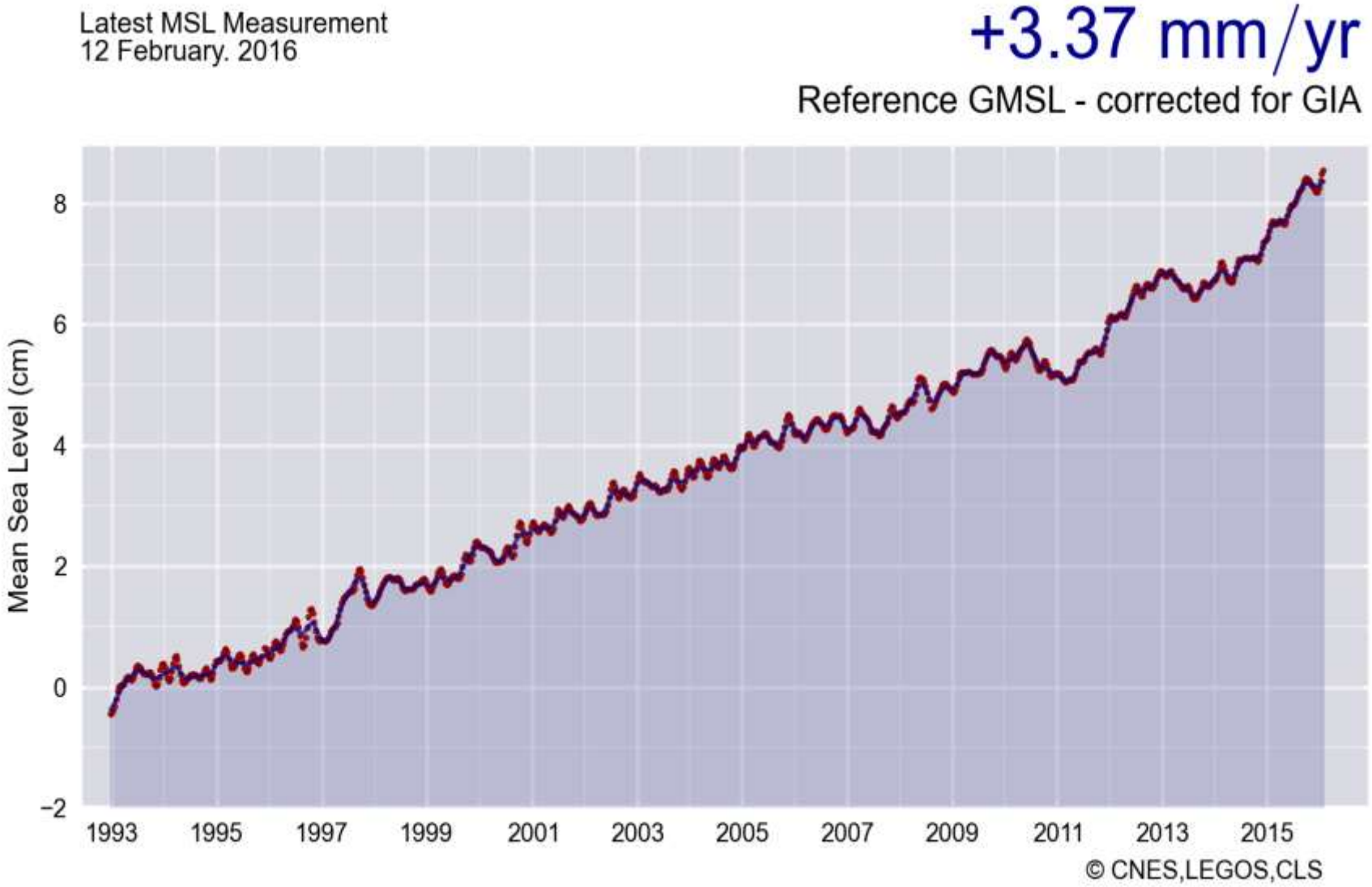
SCanning Imaging Absorption SpectroMeter for Atmospheric CHartographY

IUP, Univ. Bremen
SRON / JPL
ESA / DLR

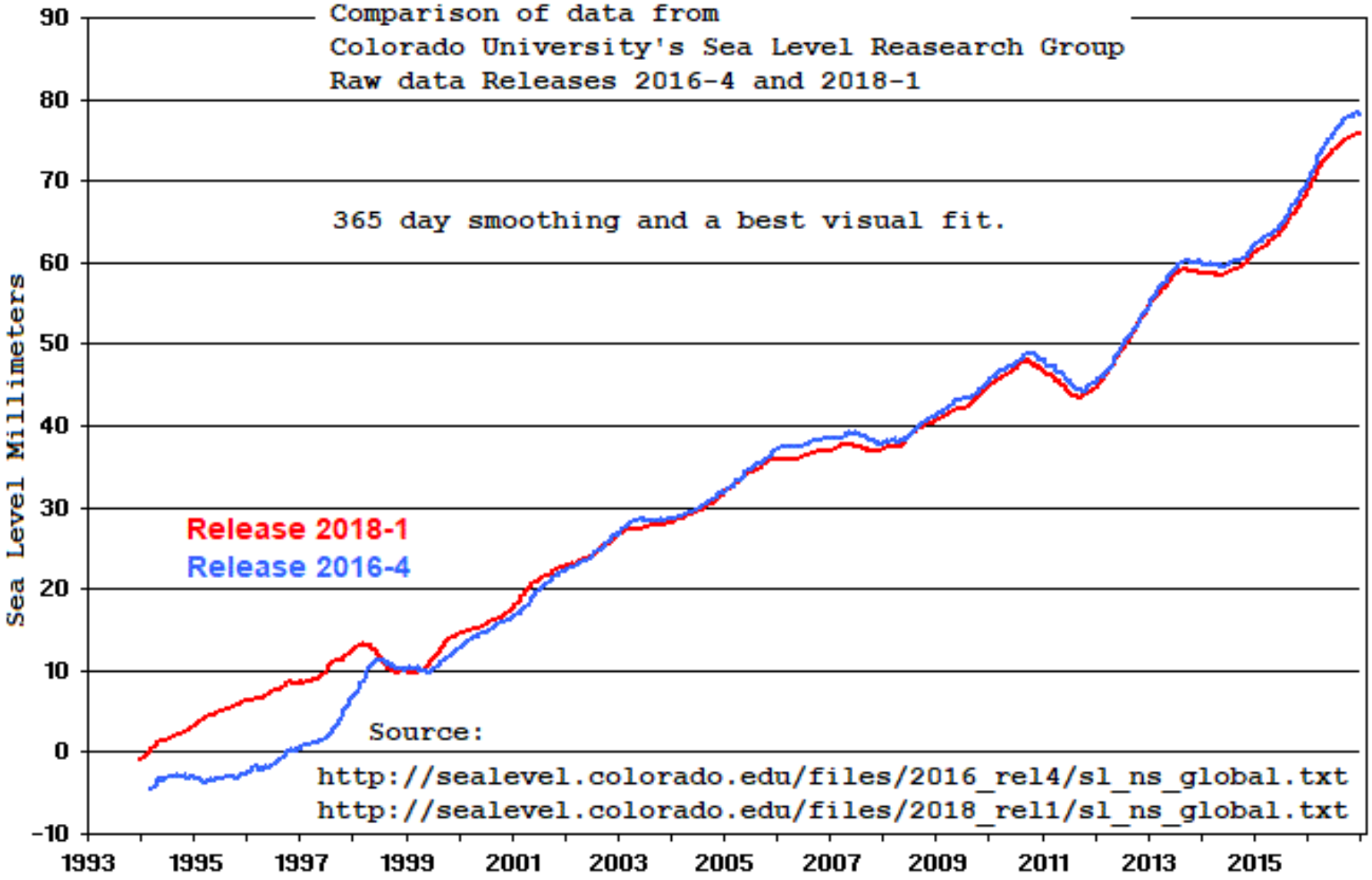




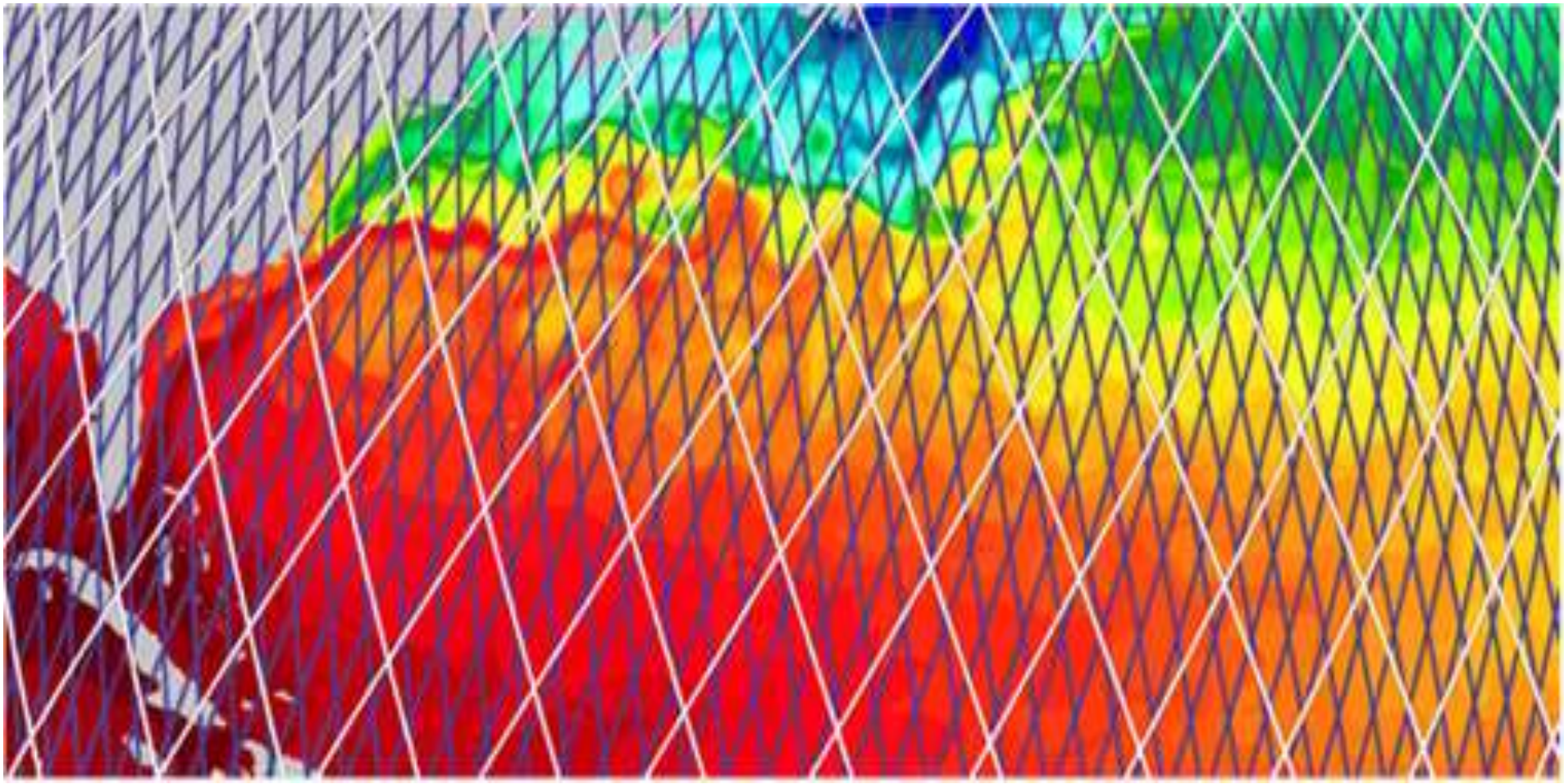
Изменение уровня океана



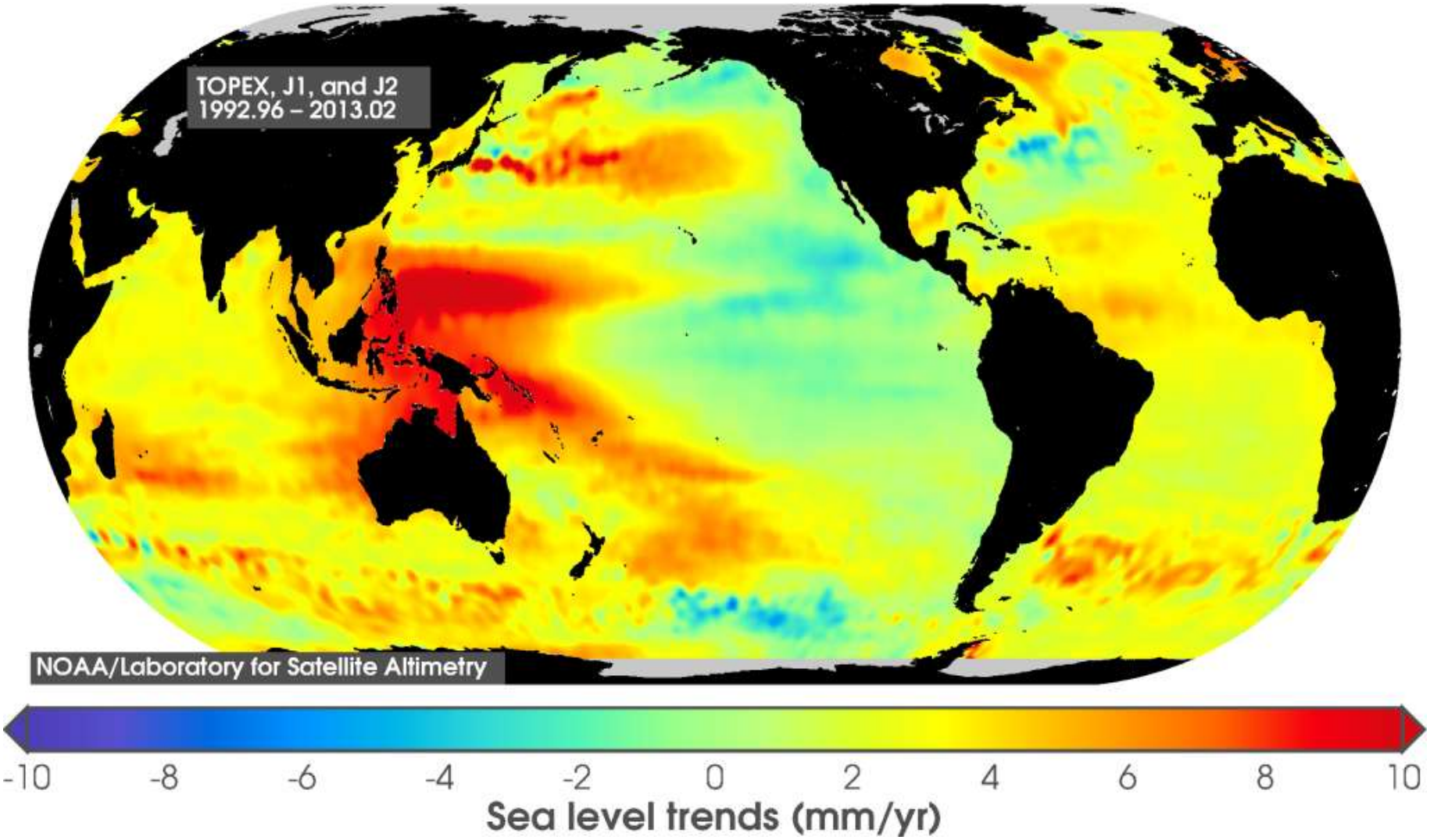
Изменение уровня Мирового океана



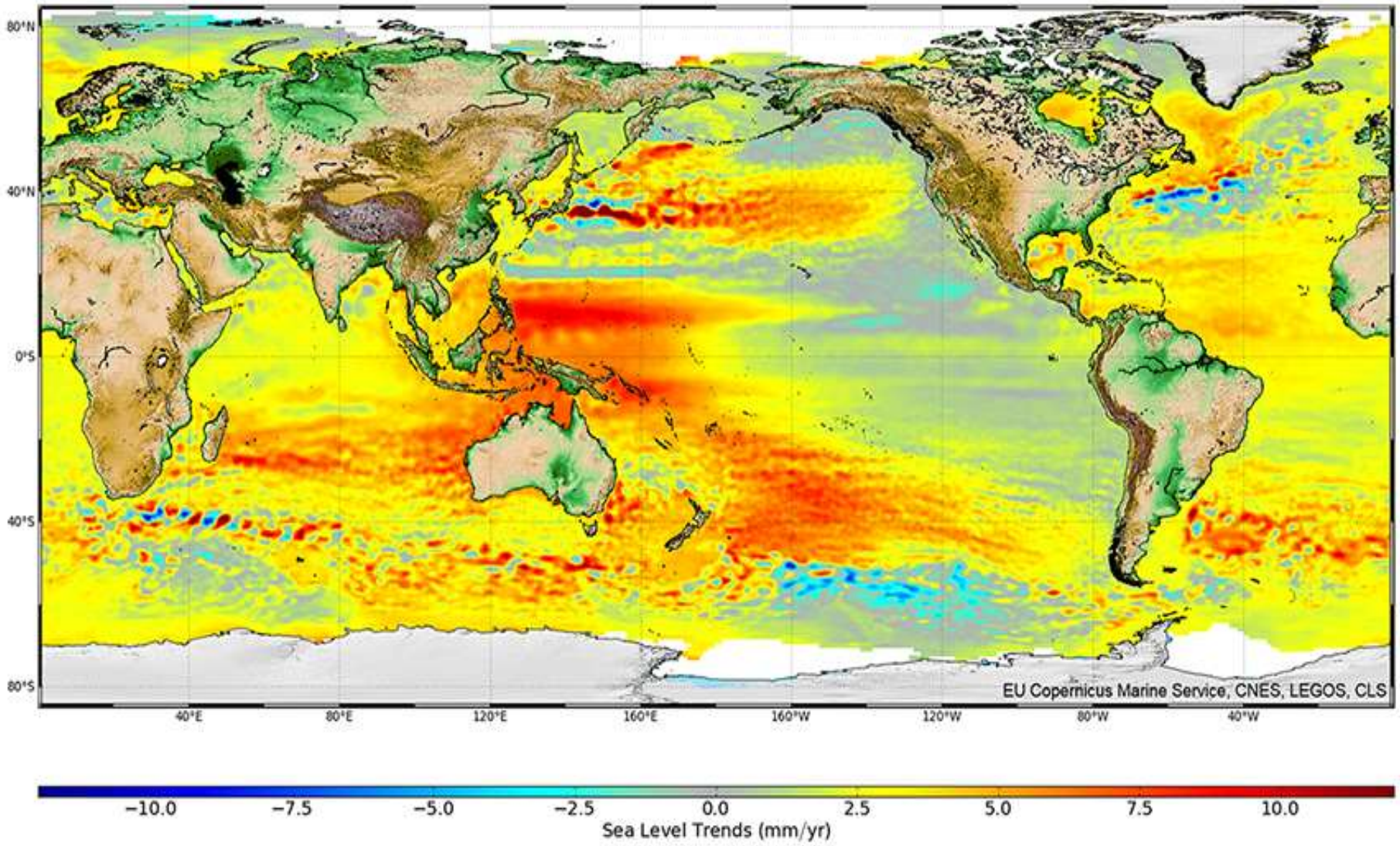
Орбиты альтиметров Jason 2 (запущен 20 июня 2008) и Jason 3 (запущен 17 января 2016)

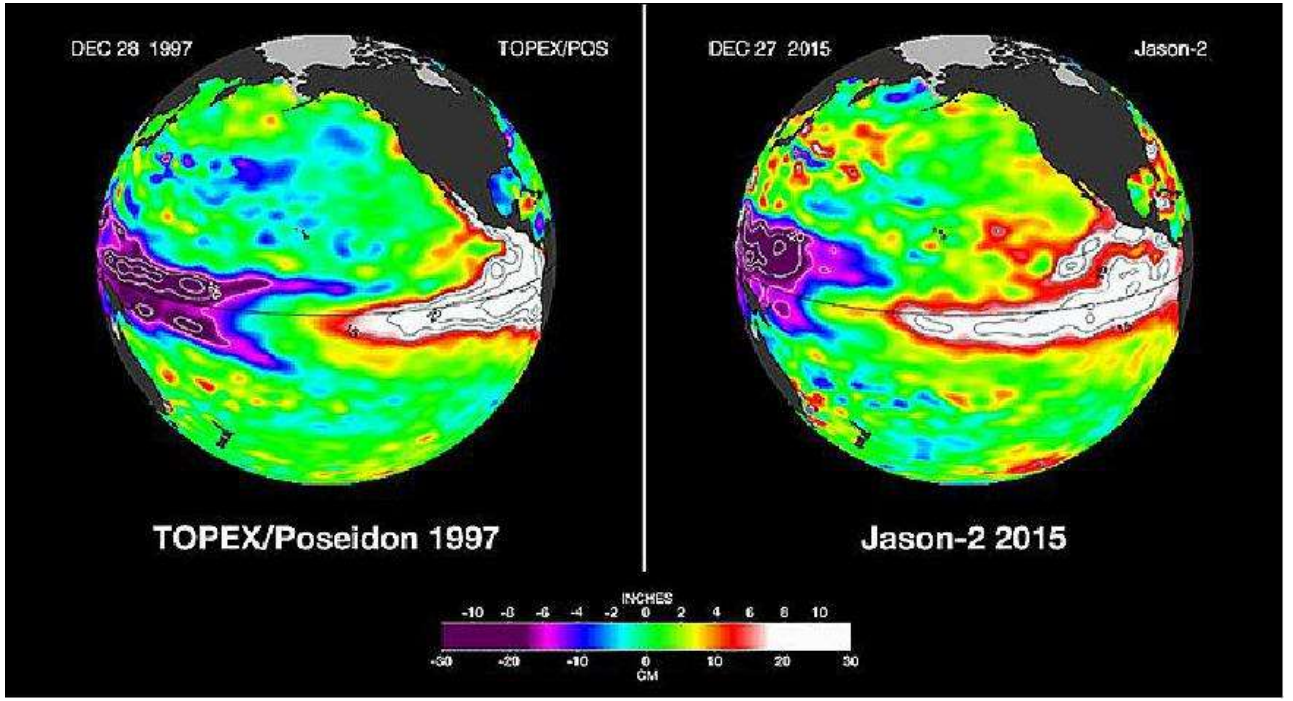


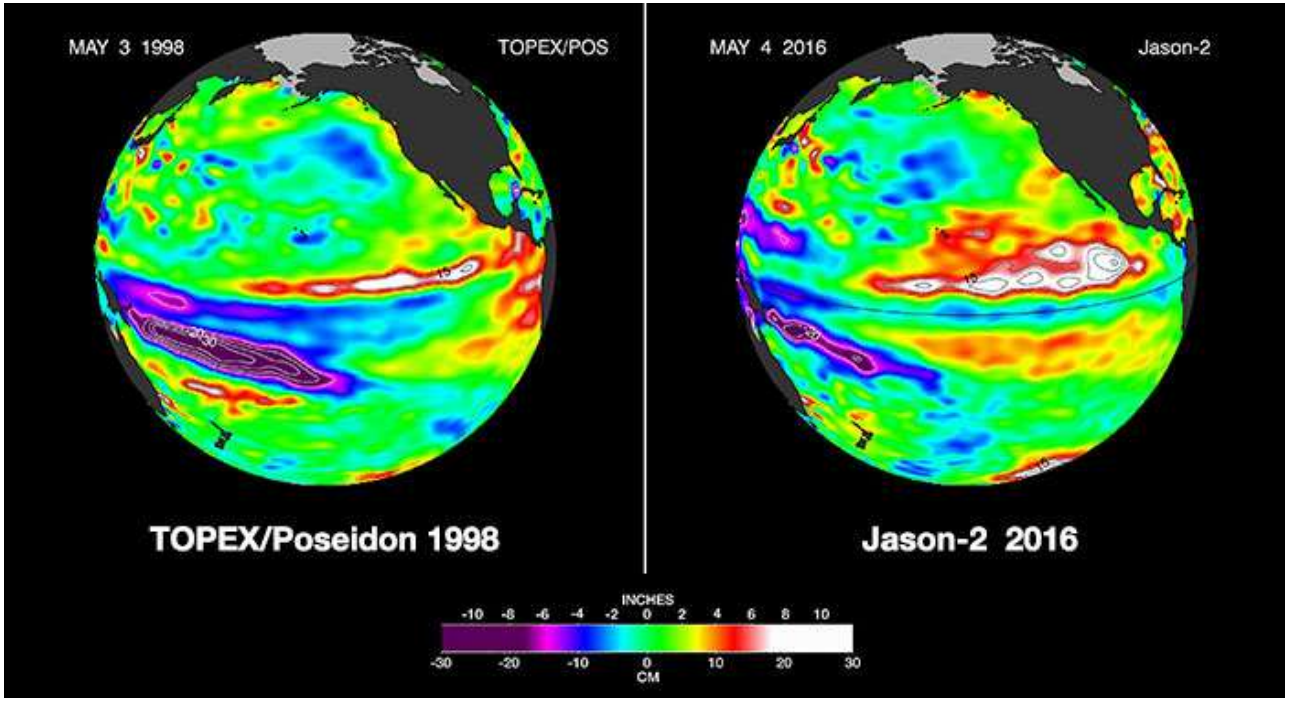
Повышение уровня Мирового океана



Тренд изменения уровня океана (мм/год)



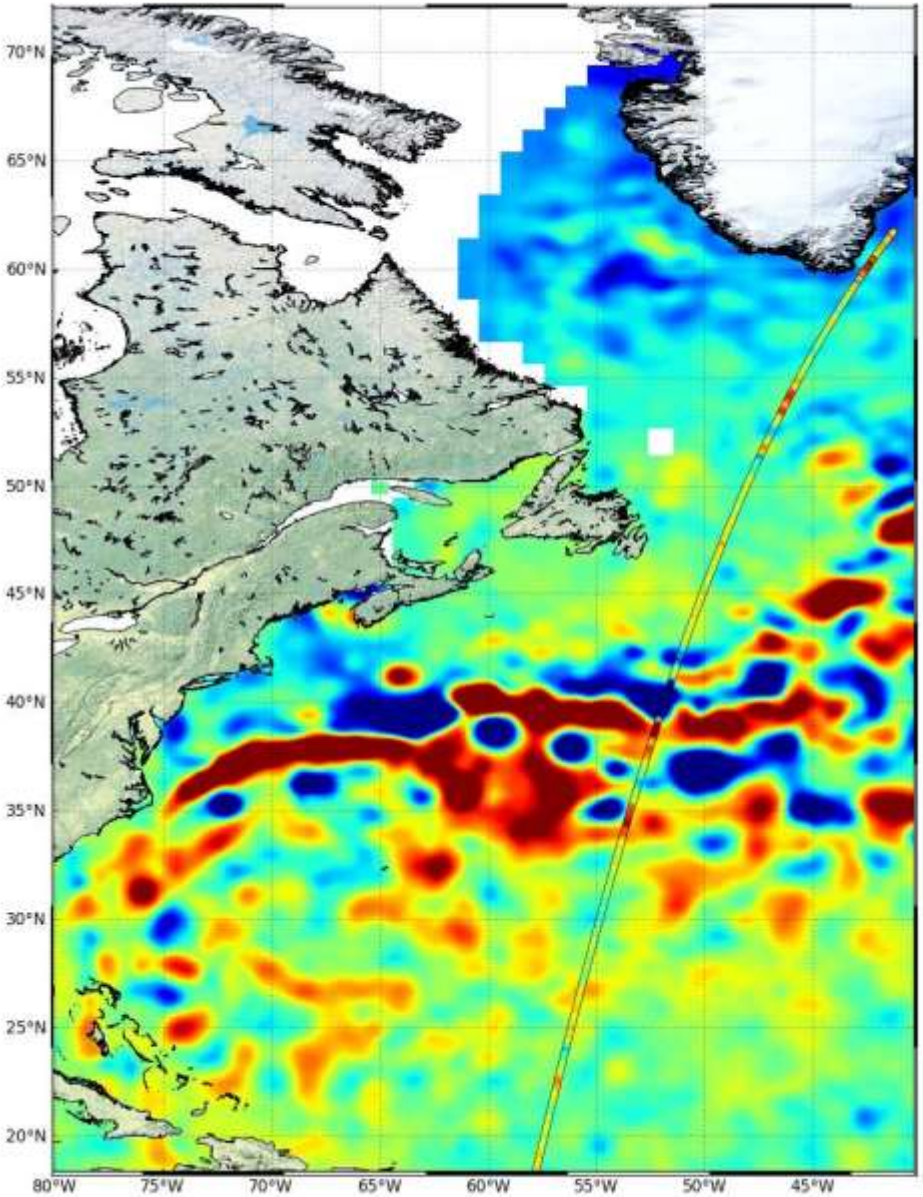


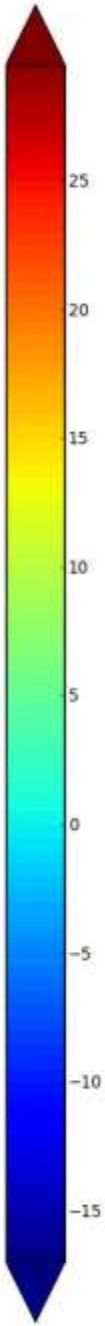


Эль-Ниньо в 1997-1998 гг. и в 2015-2016 гг. по данным альтиметров TOPEX/Poseidon и Jason-2

Аномалии уровня поверхности океана.

Sentinel-3A



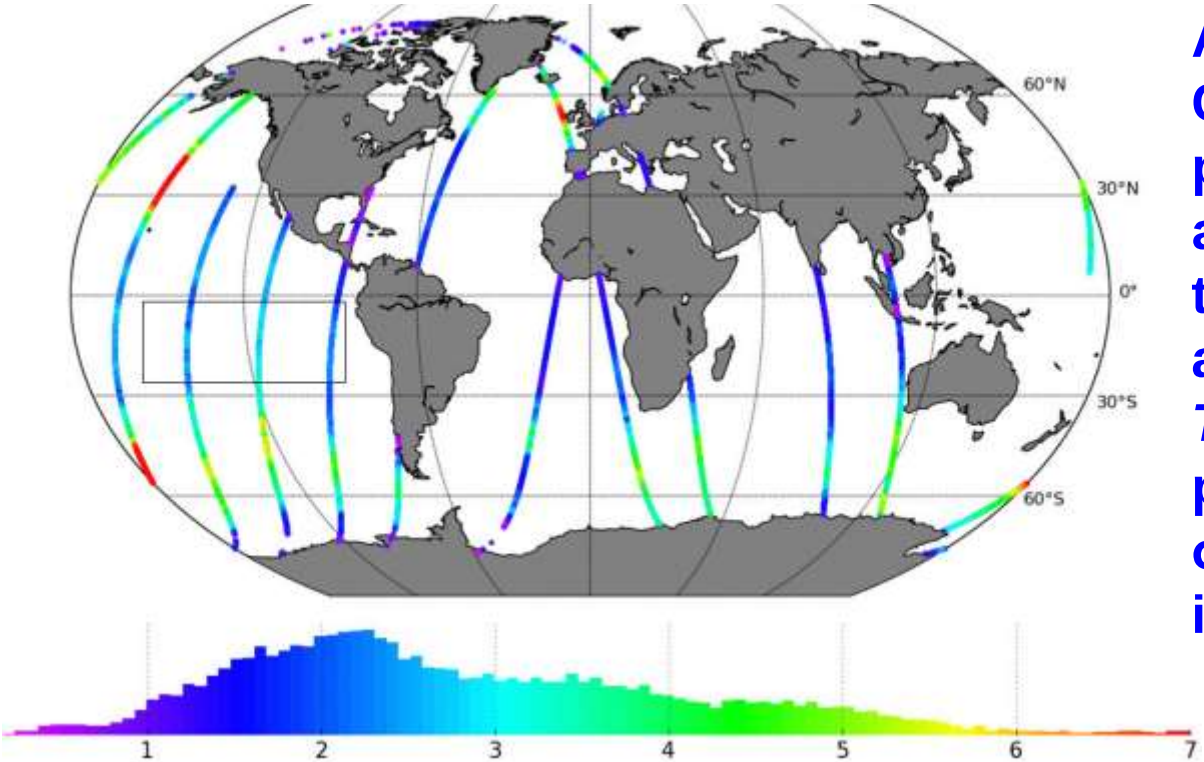


Sea level track from Sentinel-3A - the first track measured by Synthetic Aperture Radar Altimeter after it was switched on. The instrument will be a vital tool for closely monitoring changes in surface ocean waters, sea-state and sea-ice thickness. The track, which captures features in the Gulf Stream current, compares well to the background data that comprises near-real time data from the CryoSat, Jason-2 and Altika satellites.

Credits: Copernicus data (2016)/CMEMS

The Sentinel-3 topography package will bring a step change in satellite altimetry, measuring the height of the sea surface, waves and surface wind speed over the oceans. It will also provide accurate topography measurements over sea ice, ice sheets, rivers and lakes.

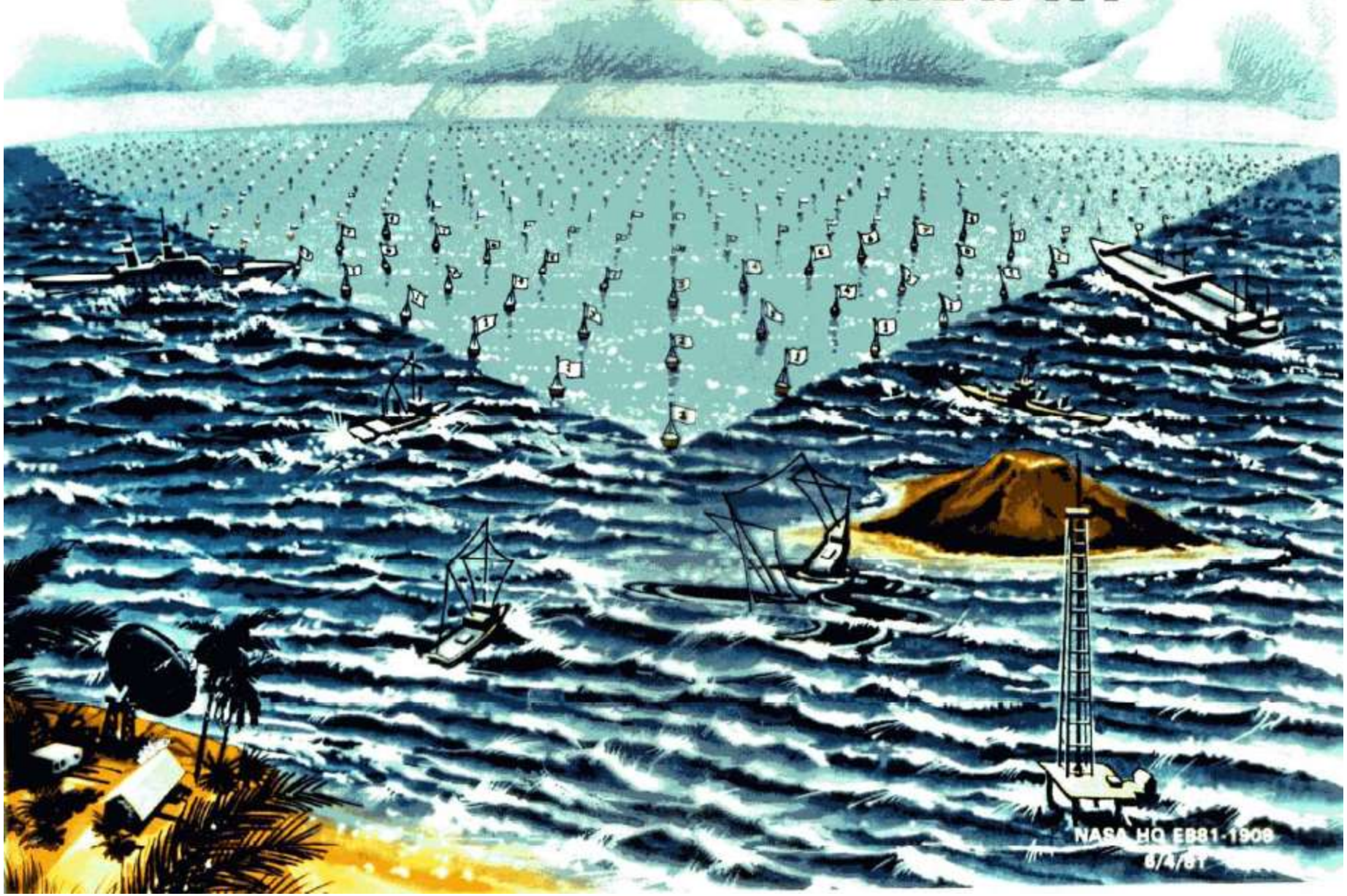
Significant wave height



A dual-frequency (Ku and C band) SAR altimeter provides measurements at a resolution of ≈ 300 m in the along-track direction after SAR processing.
***The first satellite altimeter* providing 100% coverage over all of Earth's surfaces in SAR mode.**

The SRAL instrument is supported by the dual-channel microwave radiometer that is used to derive atmospheric correction and total atmospheric water vapor content necessary to reach the demanding performance requirements for Sentinel-3.

THE ALTERNATIVE TO SATELLITE OCEANOGRAPHY



Физические основы дистанционного зондирования

Взаимодействие электромагнитного излучения с природными средами, свойства сред. *Вода в различных фазовых состояниях*. Диапазон длин волн: от УФ до кГц

Спектральные особенности дистанционных измерений

Диапазон длин волн	Радио - МКВ		Инфракрасный		Видимый	
Режим	*пассивный*	*активный*	*пассивный*	*активн*	*пассивный*	*активный*
день / ночь	+	+	+	+	-	+
облачность	+	+	-	-	-	-
пространст разрешение	*низкое*	*низкое и высокое*	*среднее*	*высок.*	*высокое-среднее*	*высокое*
глубина проникно-вения	< мм – м - км	< мм - м	< мм	< мм	< мм (суша) < м - м (лед) < м – 20 м (вода)	< мм (суша) м (лед) < м – 20 м (вода)

$\Delta\varphi_{0.5} = 70\lambda / D$ (градусы)

Моделирование спектров яркостной температуры системы подстилающая поверхность-атмосфера

$$T_B(\nu,\theta) = \kappa(\nu,\theta)T_s e^{-\tau(\nu)\sec\theta} + \int_0^H T(h) e^{-\int_h^H \gamma(\nu,h')\sec\theta dh'} \sec\theta dh +$$

$$[1-\kappa(\nu,\theta)]\int_0^\infty T(h)\gamma(\nu,h) e^{-\int_0^h \gamma(\nu,h')\sec\theta dh'} \sec\theta dh e^{-\tau(\nu)\sec\theta} +$$

$$[1-\kappa(\nu,\theta)]T^C(\nu)e^{-2\tau(\nu)\sec\theta}$$

T_B – яркостная температура на частоте ν, θ - угол падения (0º, 53º, 55 º, 65 º)

T_S – термодинамич. температура, а κ - коэф. излучения поверхности,

$T(h)$ – температура воздуха на высоте h, H – высота орбиты спутника,

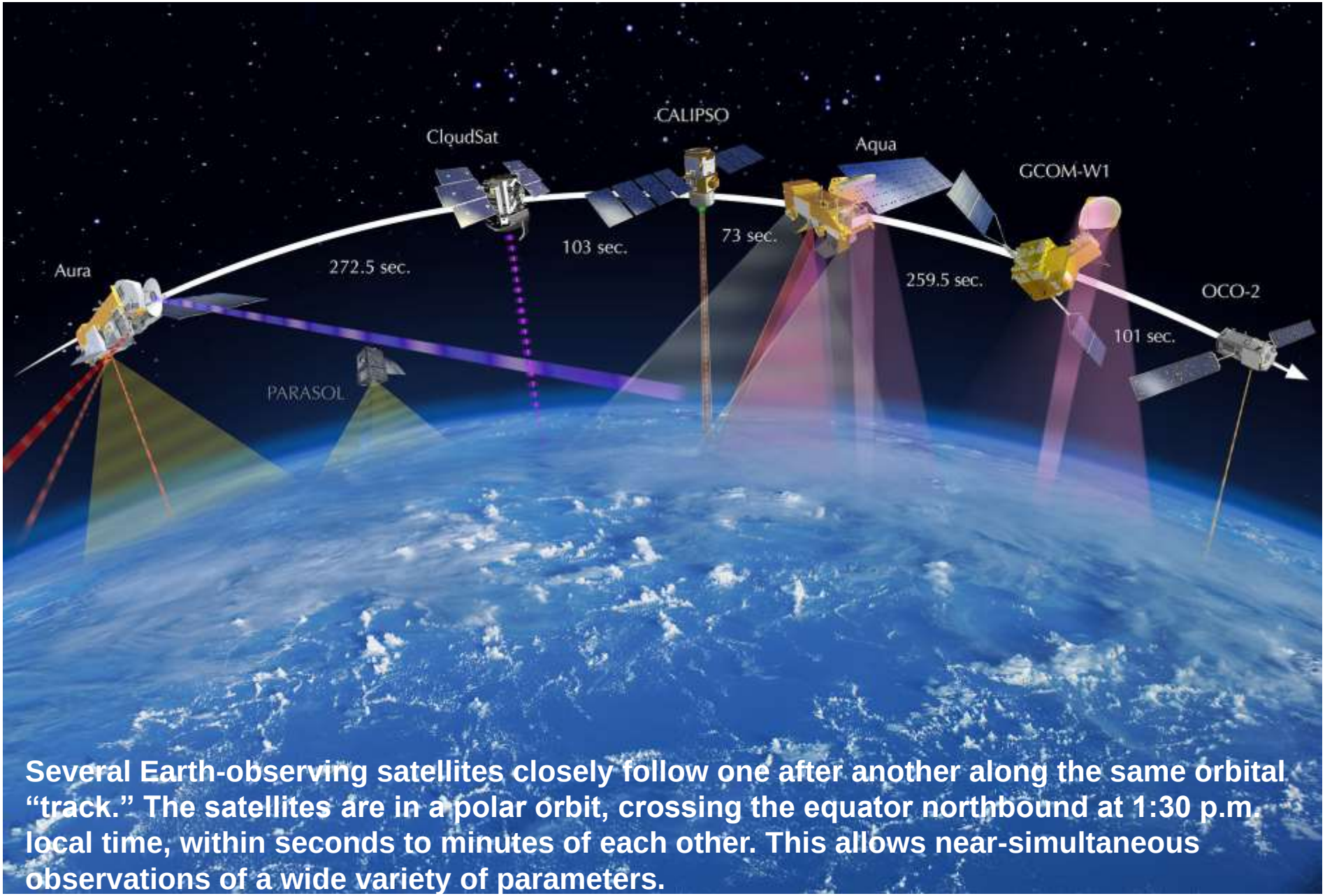
$\tau_o = \int_0^\infty \gamma(h)dh$ - полное поглощение атмосферы в зените,

$\gamma(h)$ – коэффициент поглощения,

T^C = - реликтовое космическое излучение на верхней границе атм-ры.

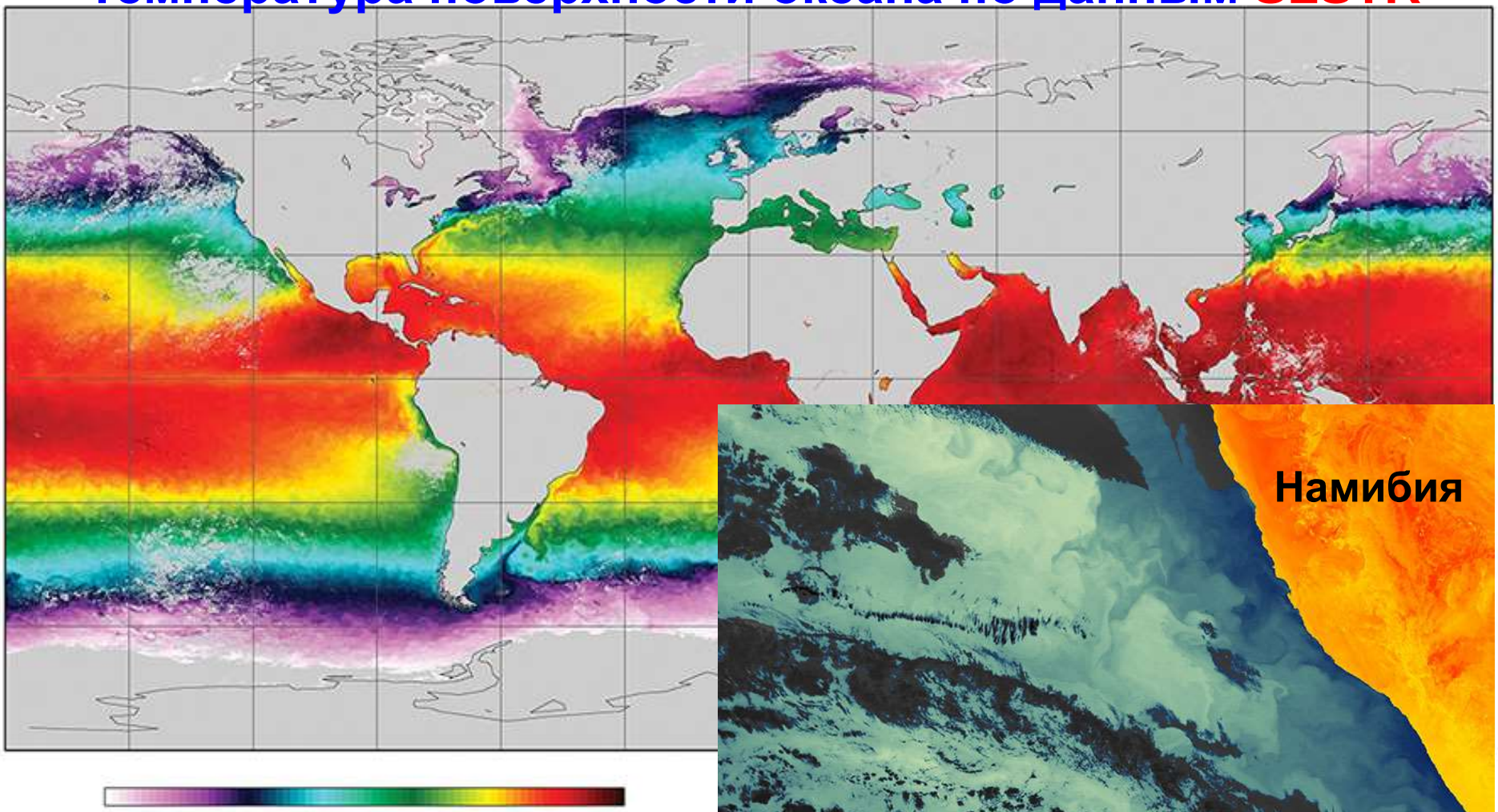
Frequency [GHz]	10.65	18.7	23.8	36.64	89.0	166.5	183.31
T_c [Kelvin]	2.74	2.75	2.77	2.82	3.27	4.43	4.76

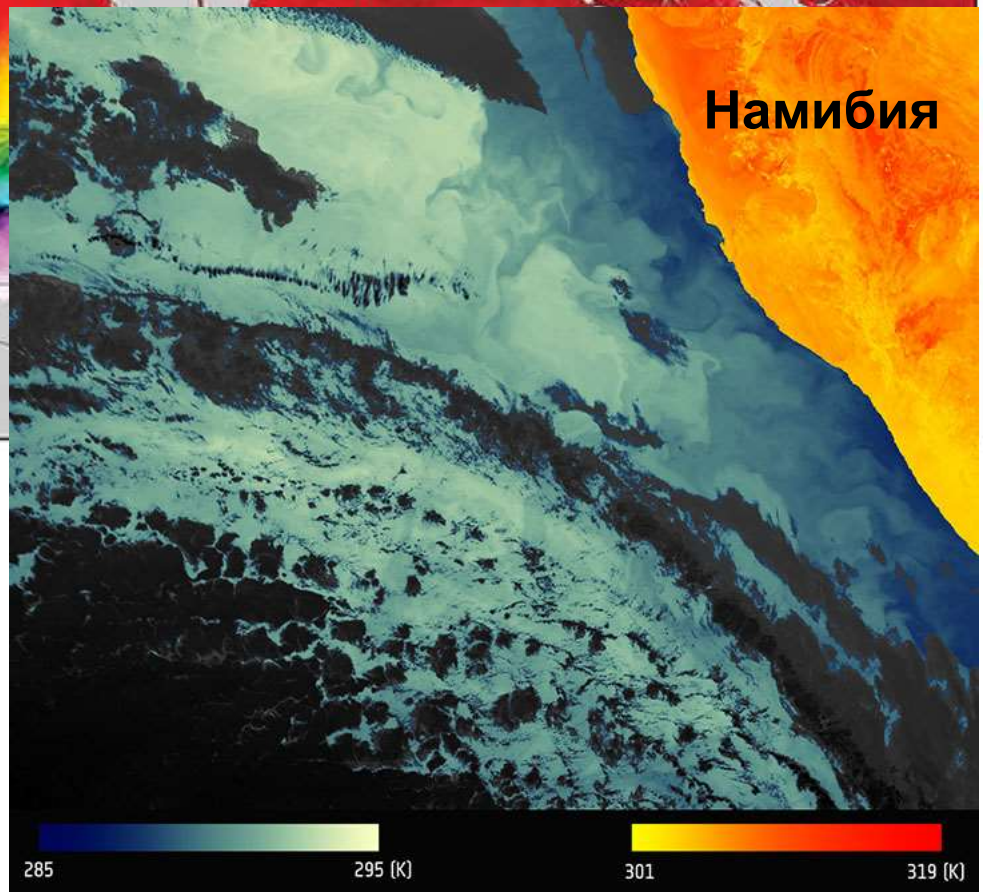
Afternoon Constellation, or A-Train



Several Earth-observing satellites closely follow one after another along the same orbital "track." The satellites are in a polar orbit, crossing the equator northbound at 1:30 p.m. local time, within seconds to minutes of each other. This allows near-simultaneous observations of a wide variety of parameters.

Температура поверхности океана по данным SLSTR



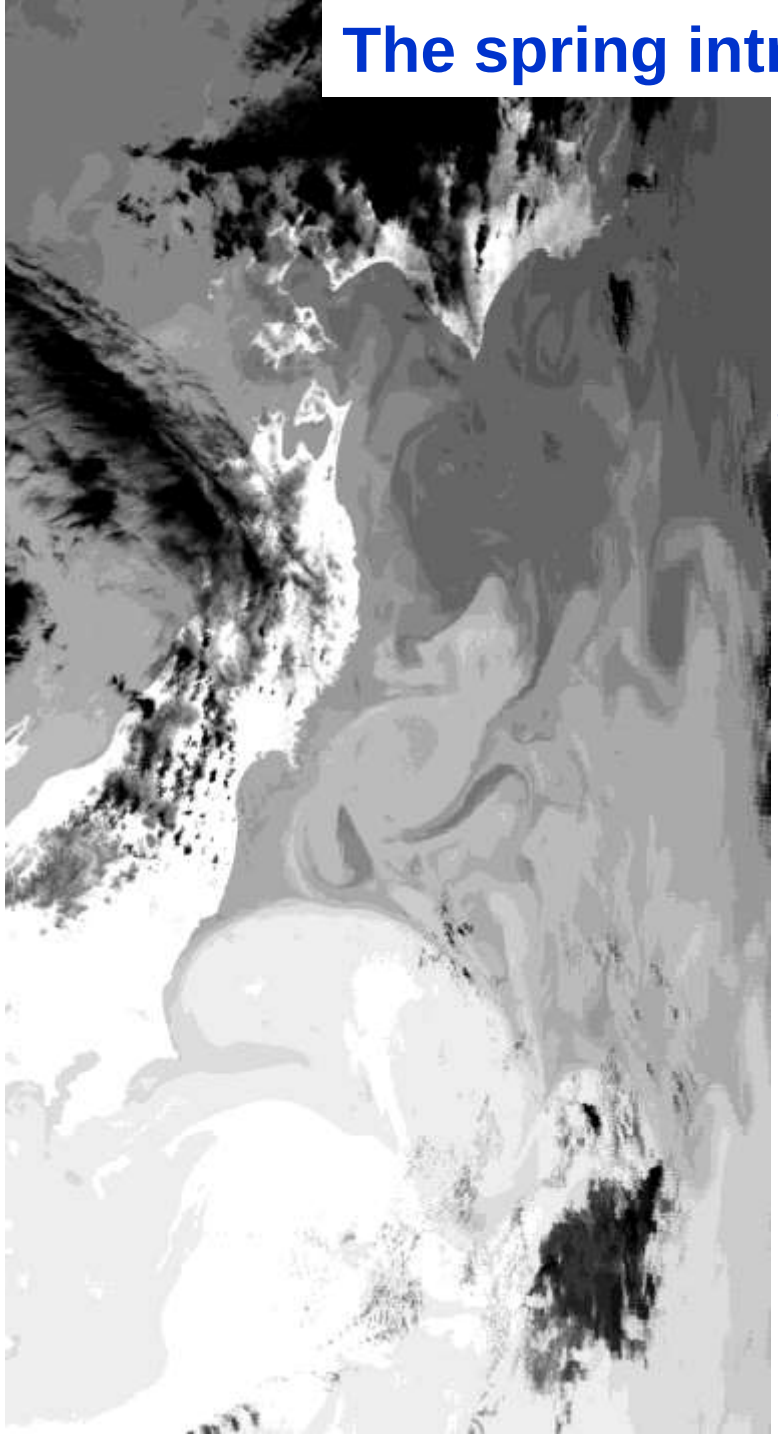


Sea and Land Surface Temperature Radiometer (SLSTR).

Sentinel-3 A.

Запущен 16 февраля 2016 с космодрома Плесецк

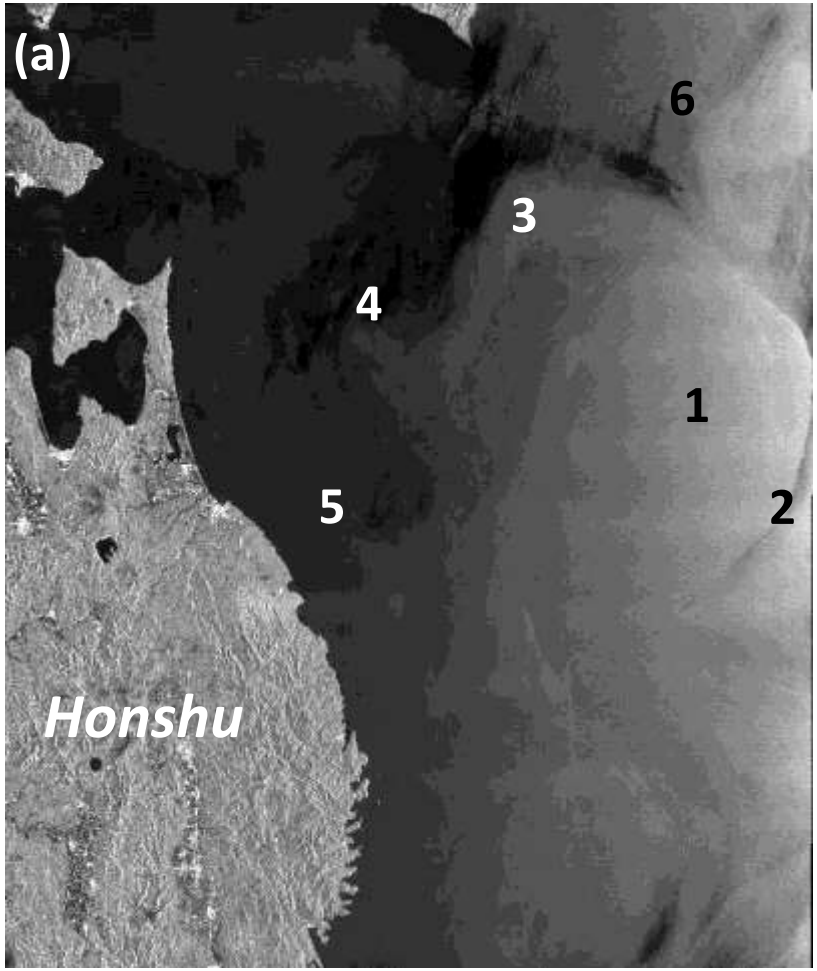
The spring intrusion of the Kuroshio waters

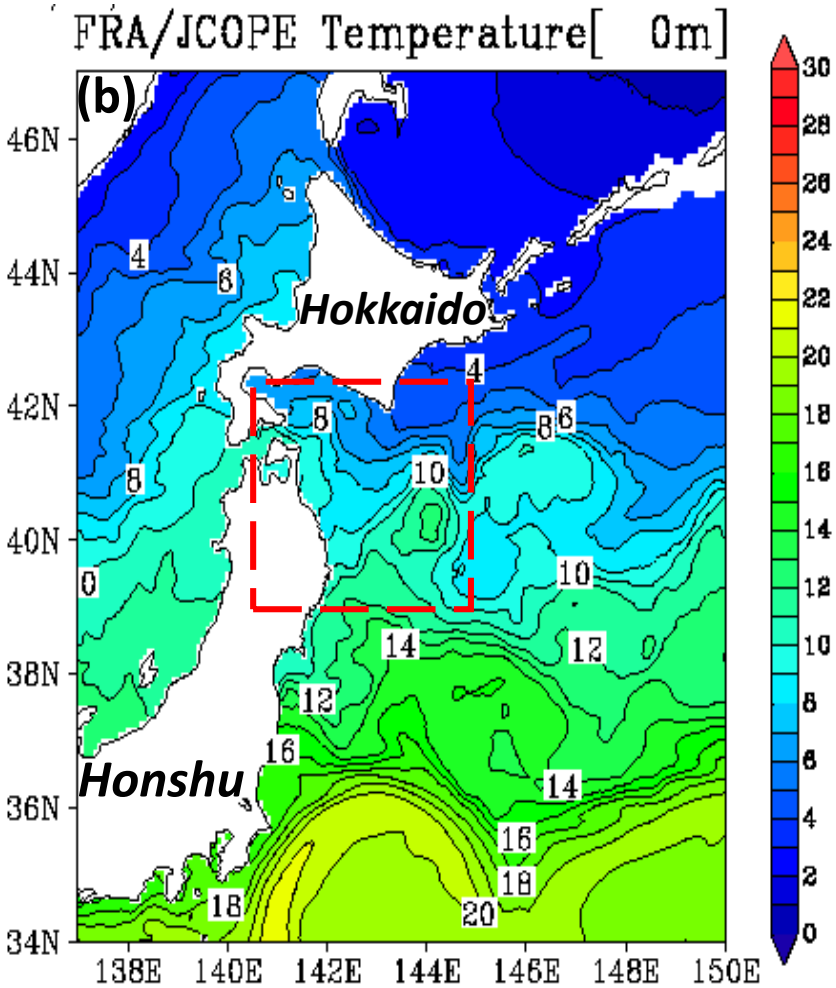


Aqua MODIS
14 April 2017, 03:55 UTC

Landsat-8
14 April 2017
01:08 UTC

ALOS PALSAR. Anticyclonic eddy

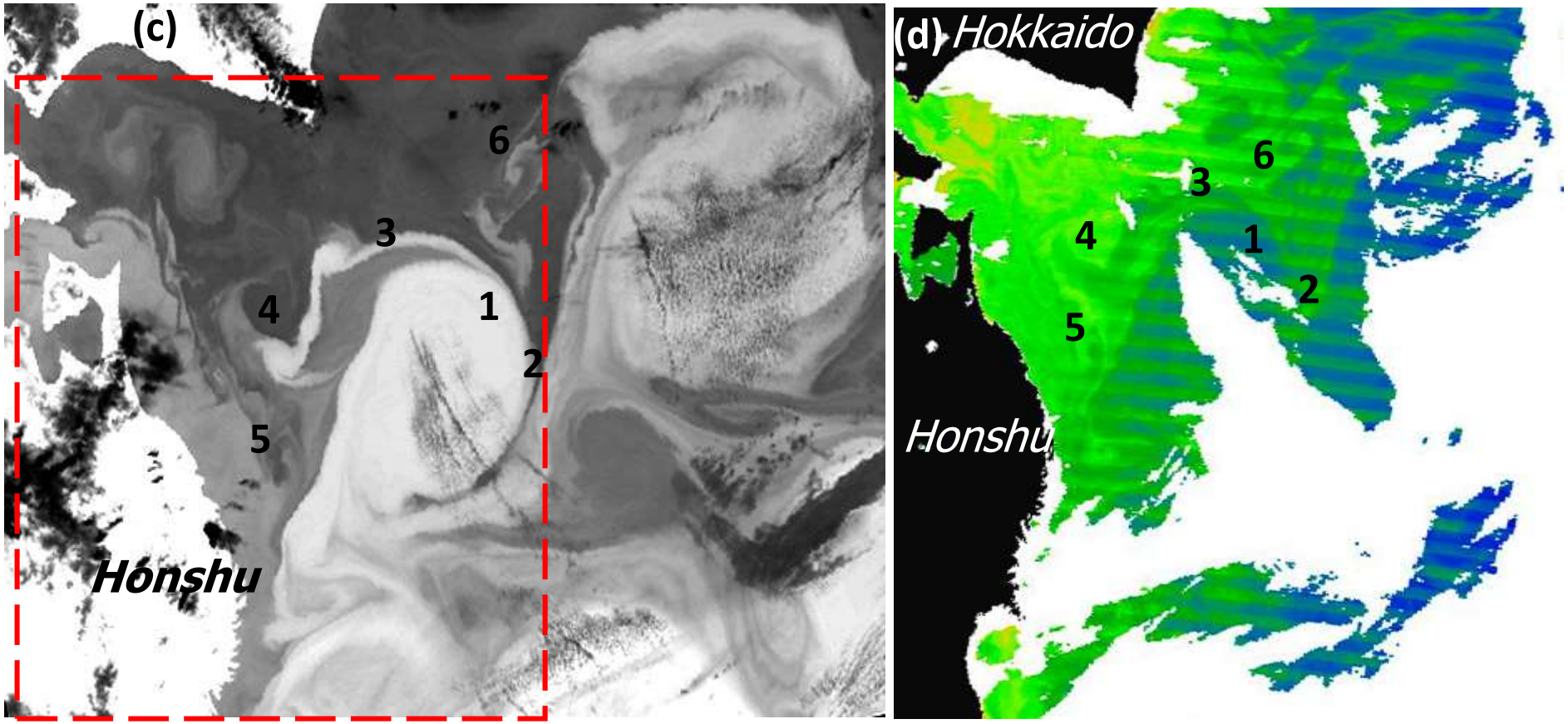




PALSAR image acquired on 18 April 2009 at 01:10 UTC; (b) sea surface temperature map for the same day submitted by Fishery Research Association. Red rectangle marks the boundaries of PALSAR image. 1 – warm waters, 2- cold waters , 3 – warm streamer, 4-6 and 5 – cold small eddies, 6 – warm small eddy.

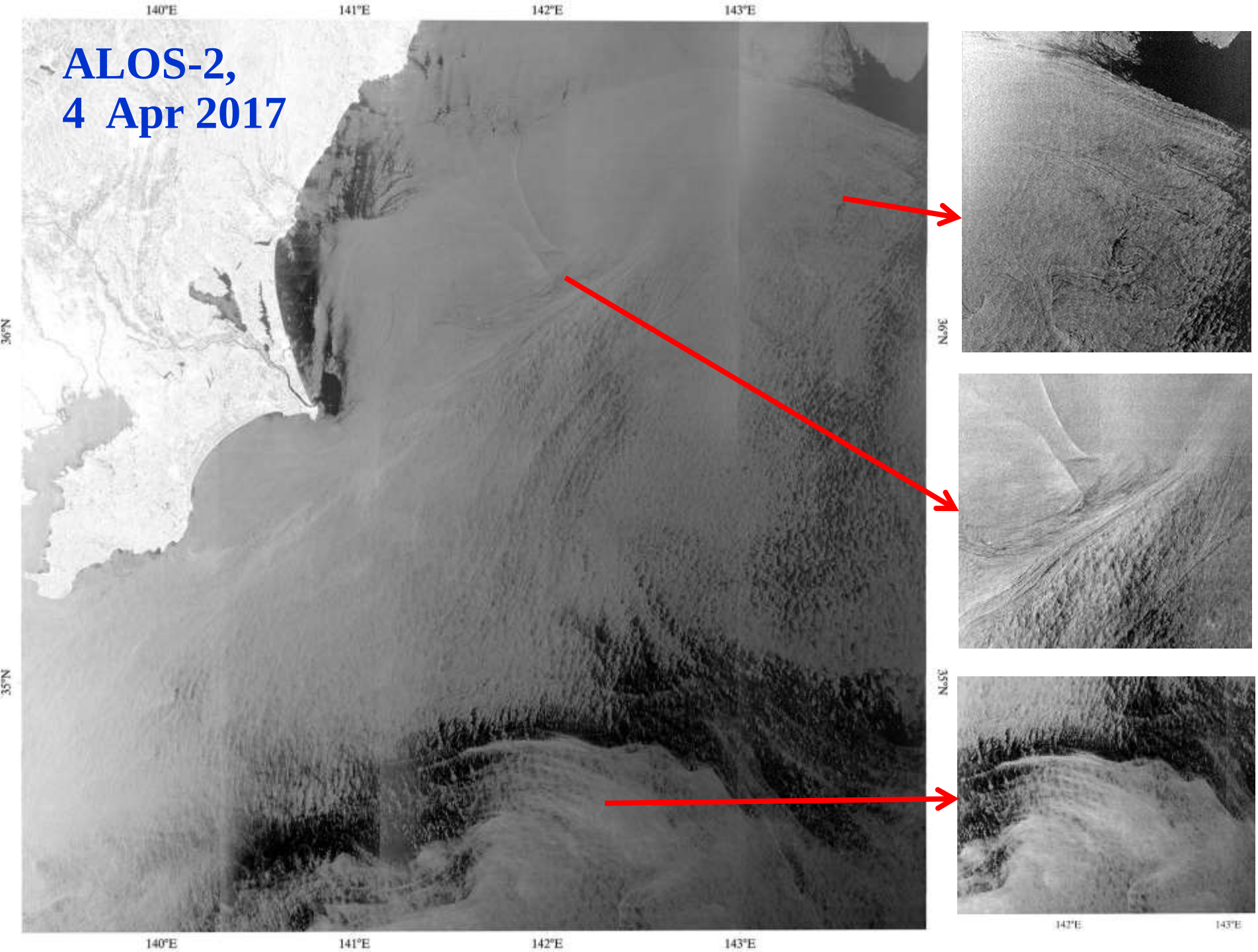
Aqua MODIS. 19 April 2009, 03:40 UTC

(c) Infrared image (31-st channel) and (d) chl-a field



1 – warm waters, 2- cold waters , 3 – warm streamer, 4 and 5 – cold small eddies, 6 – warm small eddy. Red dotted rectangle marks the boundaries of PALSAR image.

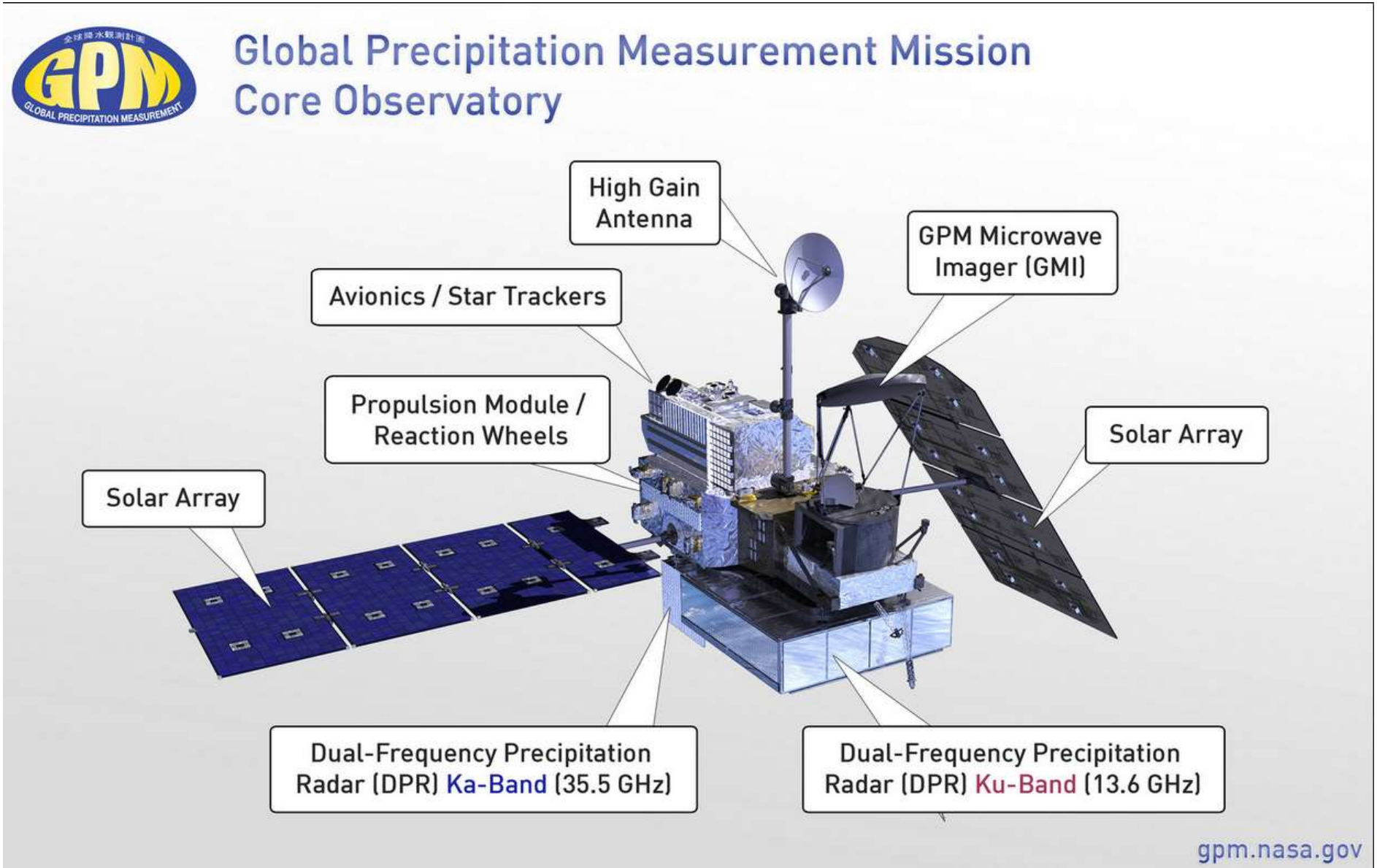
ALOS-2,
4 Apr 2017



Global Precipitation Measurements (GPM)

Launch Date: Oct. 28, 2011, Orbit: Polar

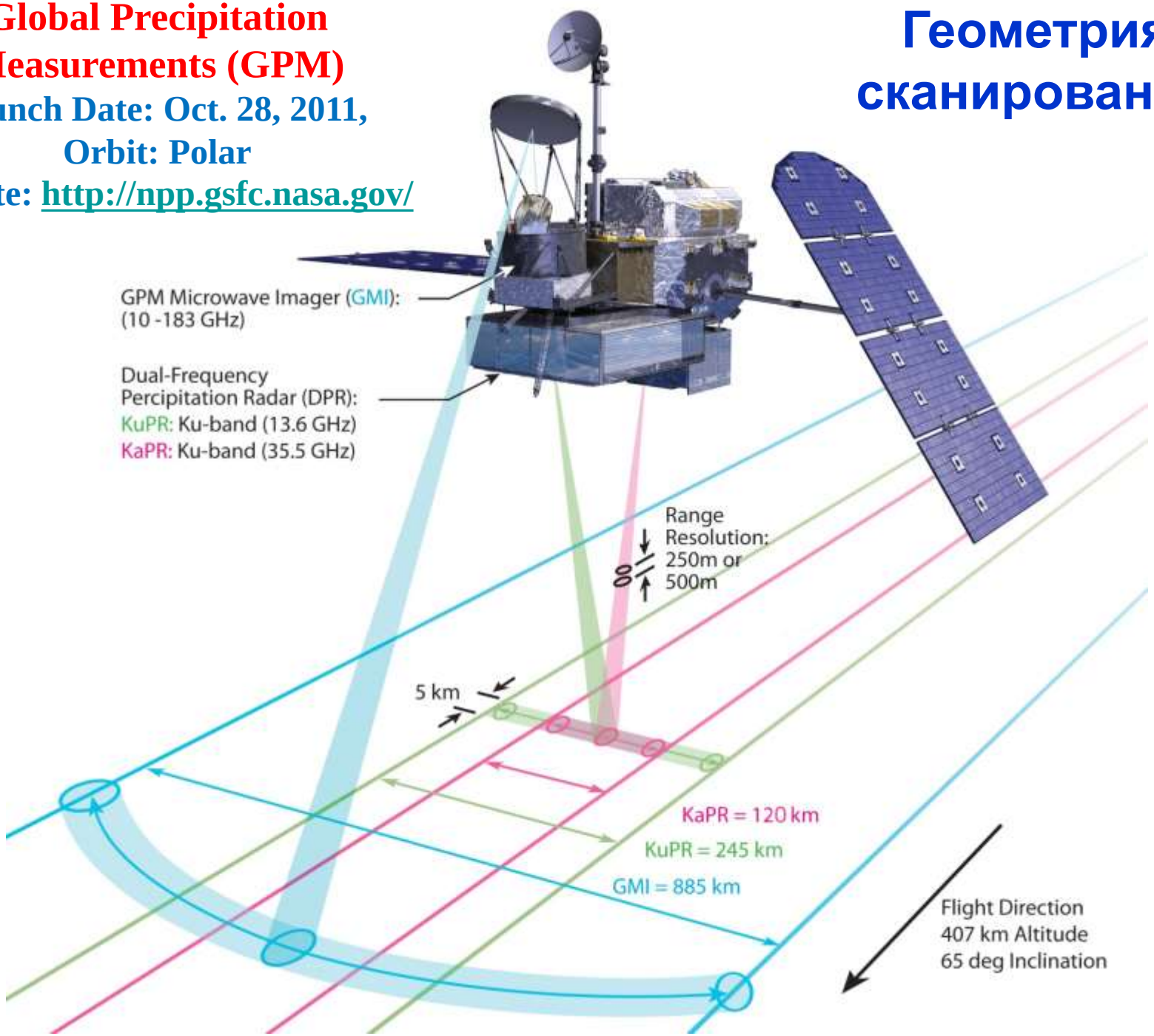
Website: http://npp.gsfc.nasa.gov/

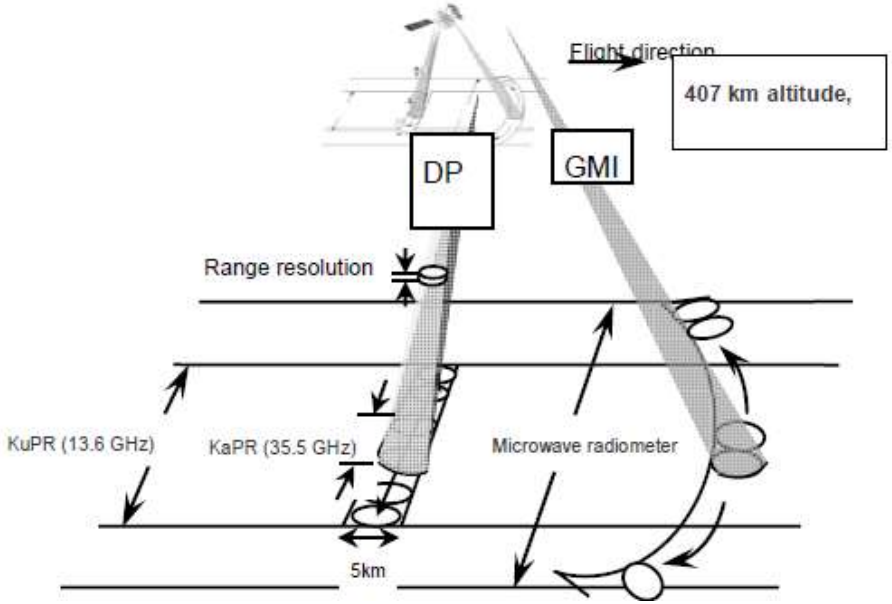


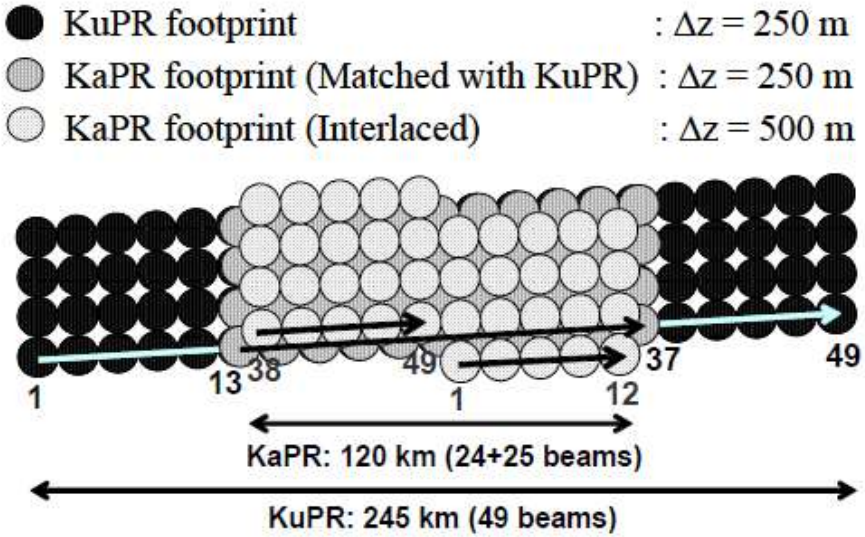
Global Precipitation Measurements (GPM)

Launch Date: Oct. 28, 2011,
Orbit: Polar
Website: http://npp.gsfc.nasa.gov/

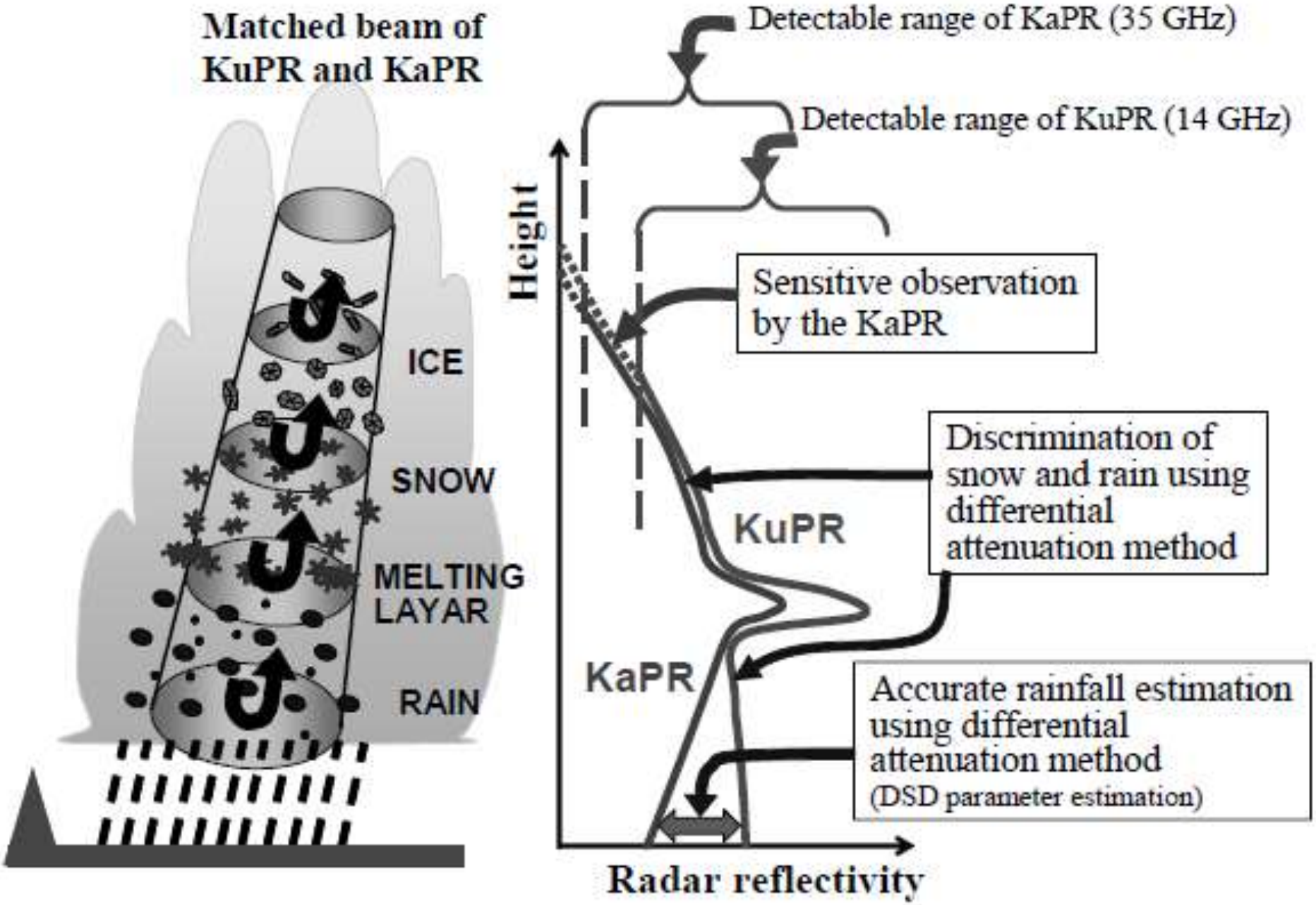
Геометрия сканирования



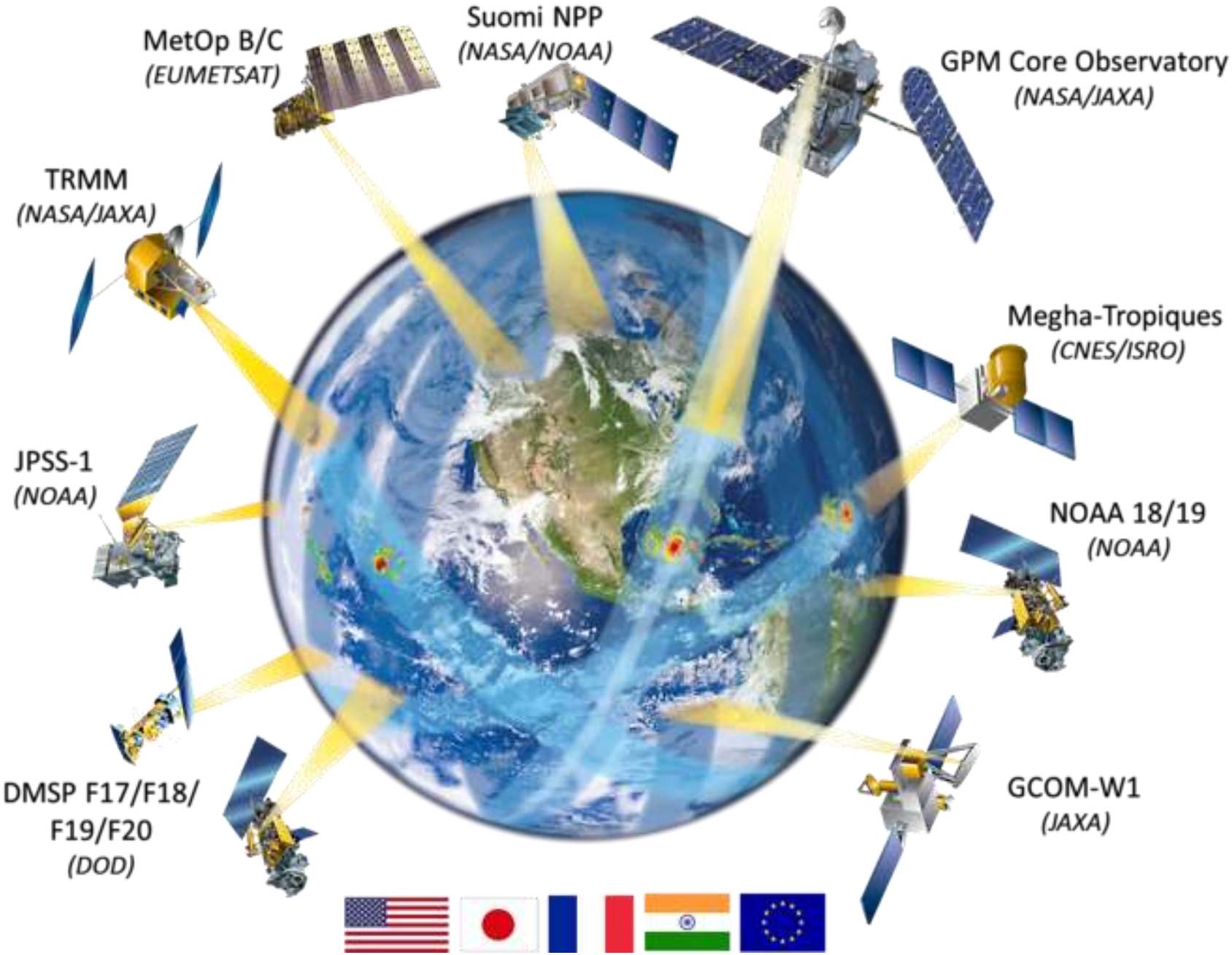


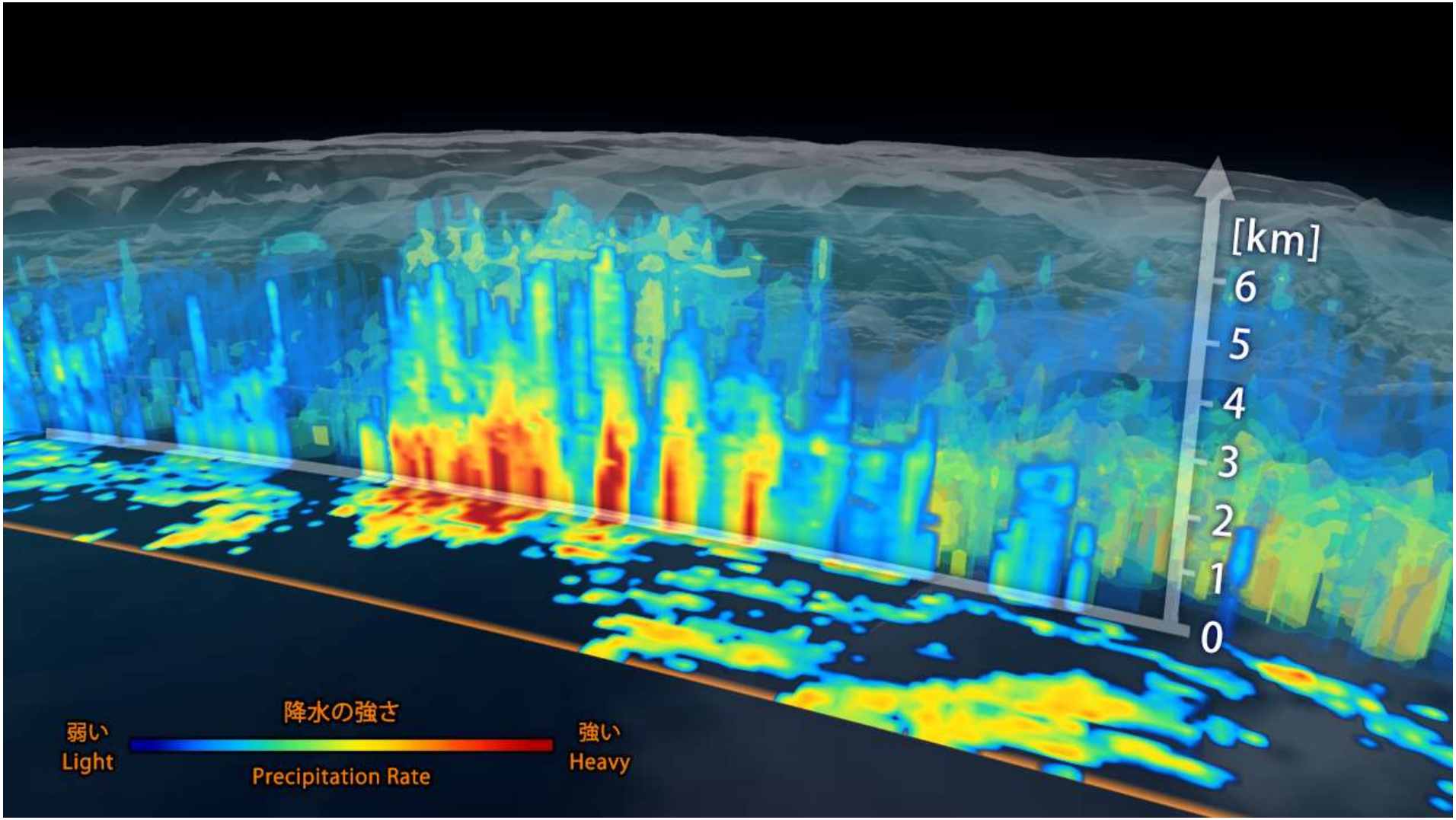


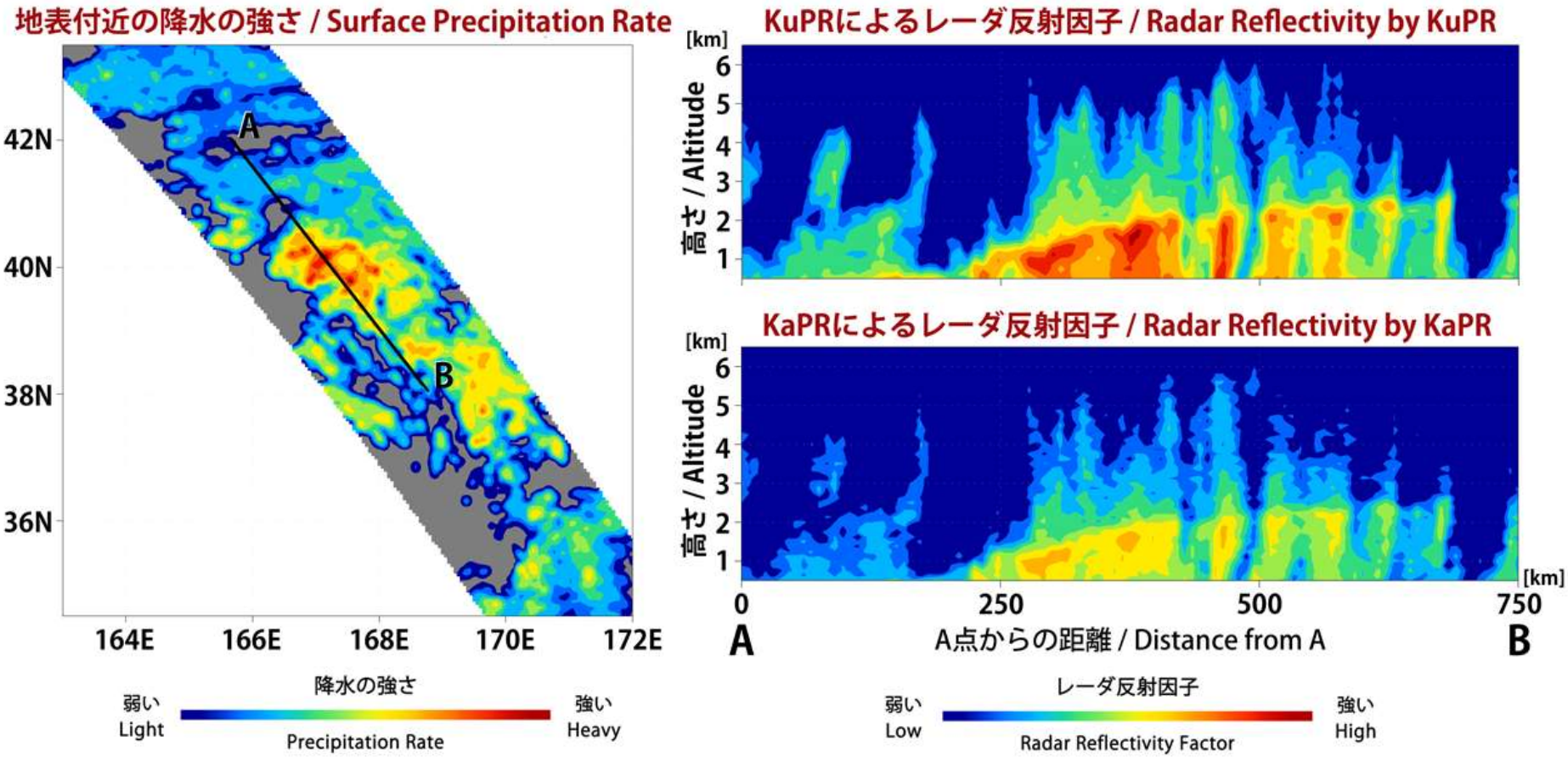
This data from the GPM Core Observatory are validated and then released for free online at:
http://pps.gsfc.nasa.gov
For more information and the GPM mission, visit:
http://www.nasa.gov/gpm and
http://www.jaxa.jp/projects/sat/gpm/index_e.html


Matched beam of
KuPR and KaPR
ICE
SNOW
MELTING
LAYAR
RAIN
Detectable range of KaPR (35 GHz)
Detectable range of KuPR (14 GHz)
Height
Sensitive observation
by the KaPR
Discrimination of
snow and rain using
differential
attenuation method
KuPR
KaPR
Accurate rainfall estimation
using differential
attenuation method
(DSD parameter estimation)
Radar reflectivity

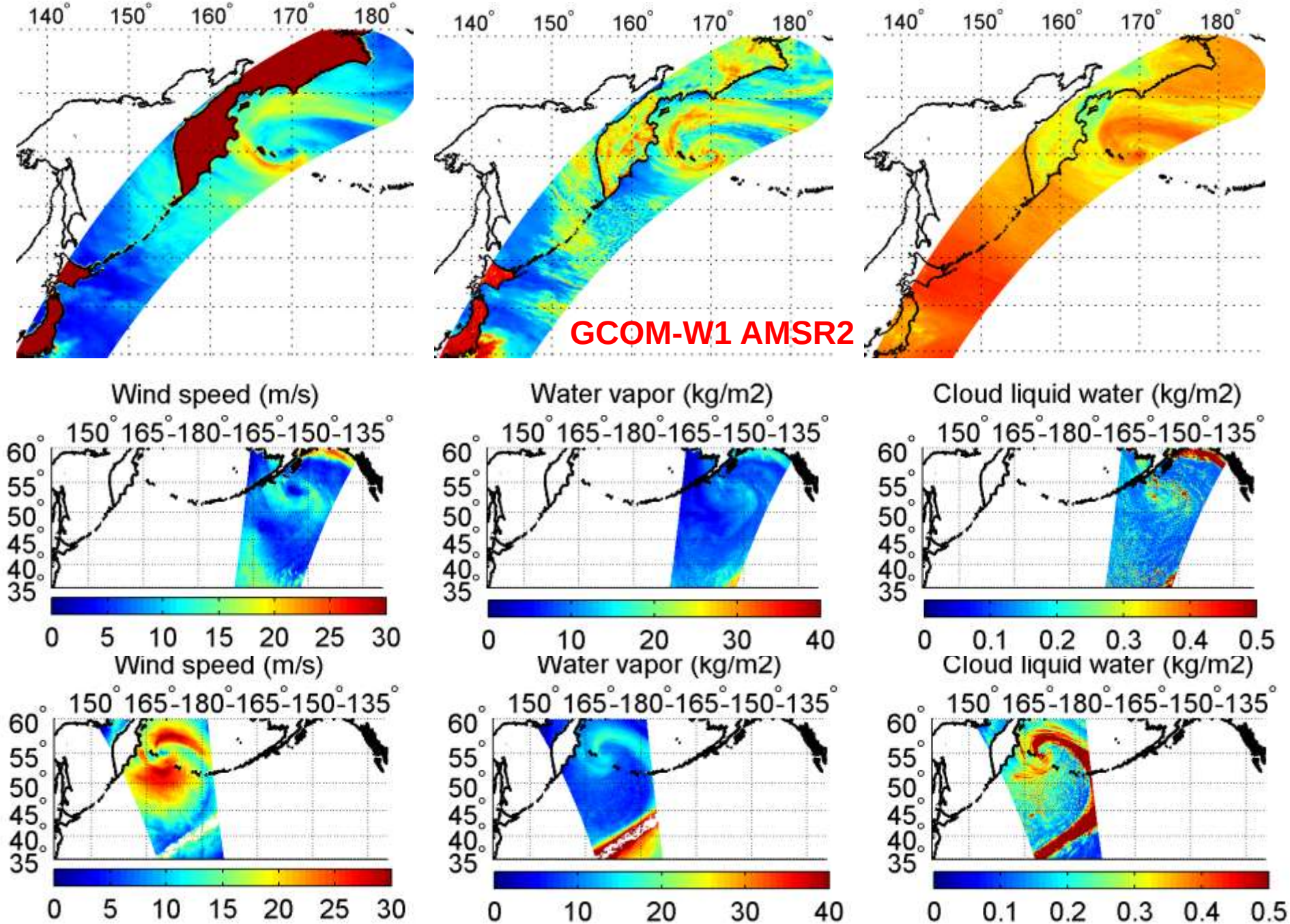
GPM Constellation Status



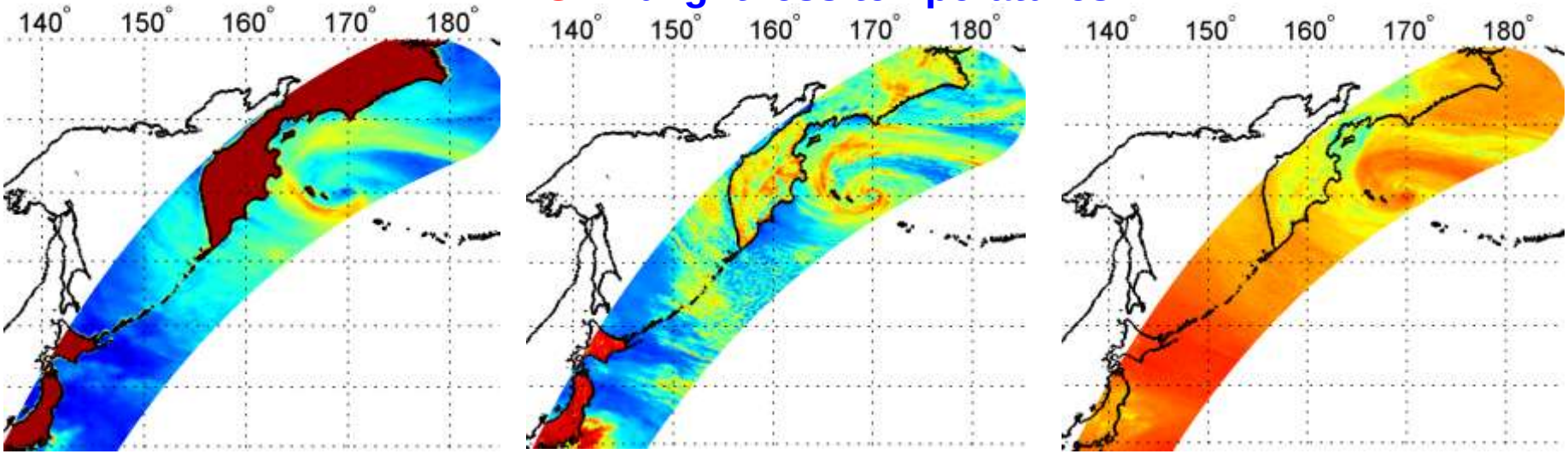

[km]
6
5
4
3
2
1
0
降水の強さ
弱い
Light
強い
Heavy
Precipitation Rate

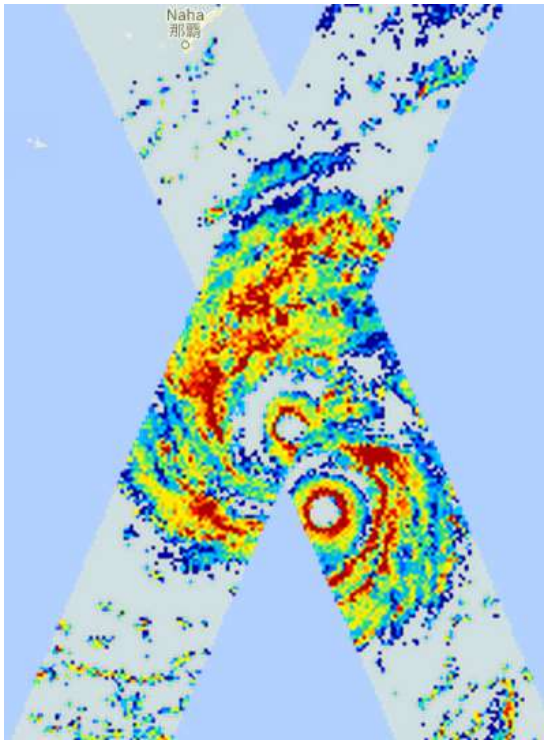

地表付近の降水の強さ / Surface Precipitation Rate
42N
40N
38N
36N
164E
166E
168E
170E
172E
A
B
降水の強さ
弱い
Light
強い
Heavy
Precipitation Rate
KuPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KuPR
KaPRによるレーダ反射因子 / Radar Reflectivity by KaPR
[km]
高さ / Altitude
6
5
4
3
2
1
0
250
500
750
A点からの距離 / Distance from A
レーダ反射因子
弱い
Low
強い
High
Radar Reflectivity Factor

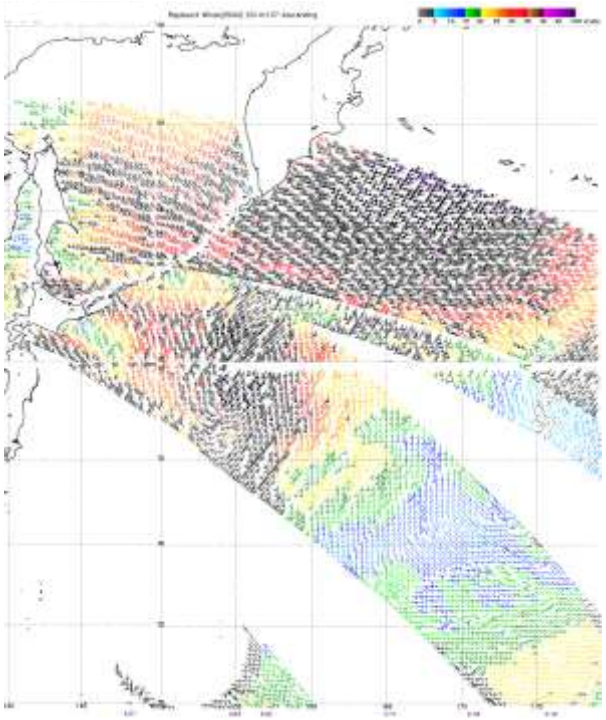
GMI brightness temperatures



GMI brightness temperatures







Global Change Observation Mission - Water 1 (GCOM-1W) (JAXA)

Primary Mission: study global water circulation. It measures precipitation, water vapor, cloud water, sea surface wind speed, SST, soil moisture, snow depth.

Instrument: Advanced Microwave Scanning Radiometer-2 (AMSR-2)

Launch Date: May 18, 2012. Part of A-Train **Website:** http://www.jaxa.jp/countdown/f21/overview/shizuku_e.html

Антенна	Парабола, D = 2.0 м
Полоса обзора	1550 км
Угол падения	55°
АЦП	12 бит
Динамич. диапазон	2.7-340 K

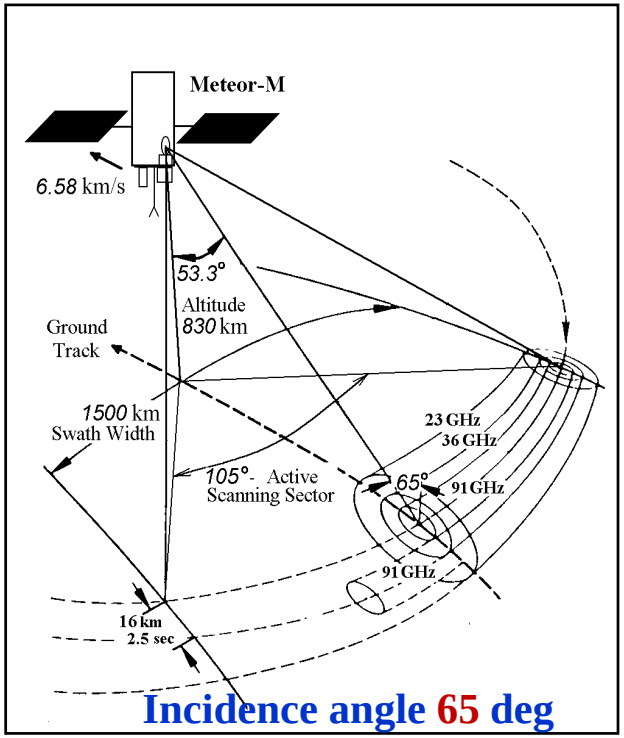
Каналы AMSR2

Частота, ГГц	Ширина полосы, МГц	Ширина луча, град (разре-шение, км)	Интервал выборки, км
6.925/7.3	350	1.8 (35 x 62)	10
10.65	100	1.2 (24 x 42)	
18.7	200	0.65 (14 x 22)	
23.6	400	0.75 (15 x 26)	
36.5	1000	0.35 (7 x 12)	
89.0	3000	0.15 (3 x 5)	5

Meteor-M № 1 (Sep 2009)
Meteor-M № 2 (July 2014)

MTVZA-GY
(Microwave Imaging/Sounding Microwave Radiometer)

MTVZA-GY was named in memory of Gennady Ya Gus'kov (1919-2002, Moscow) - the Russian designer of various spaceborne instruments.



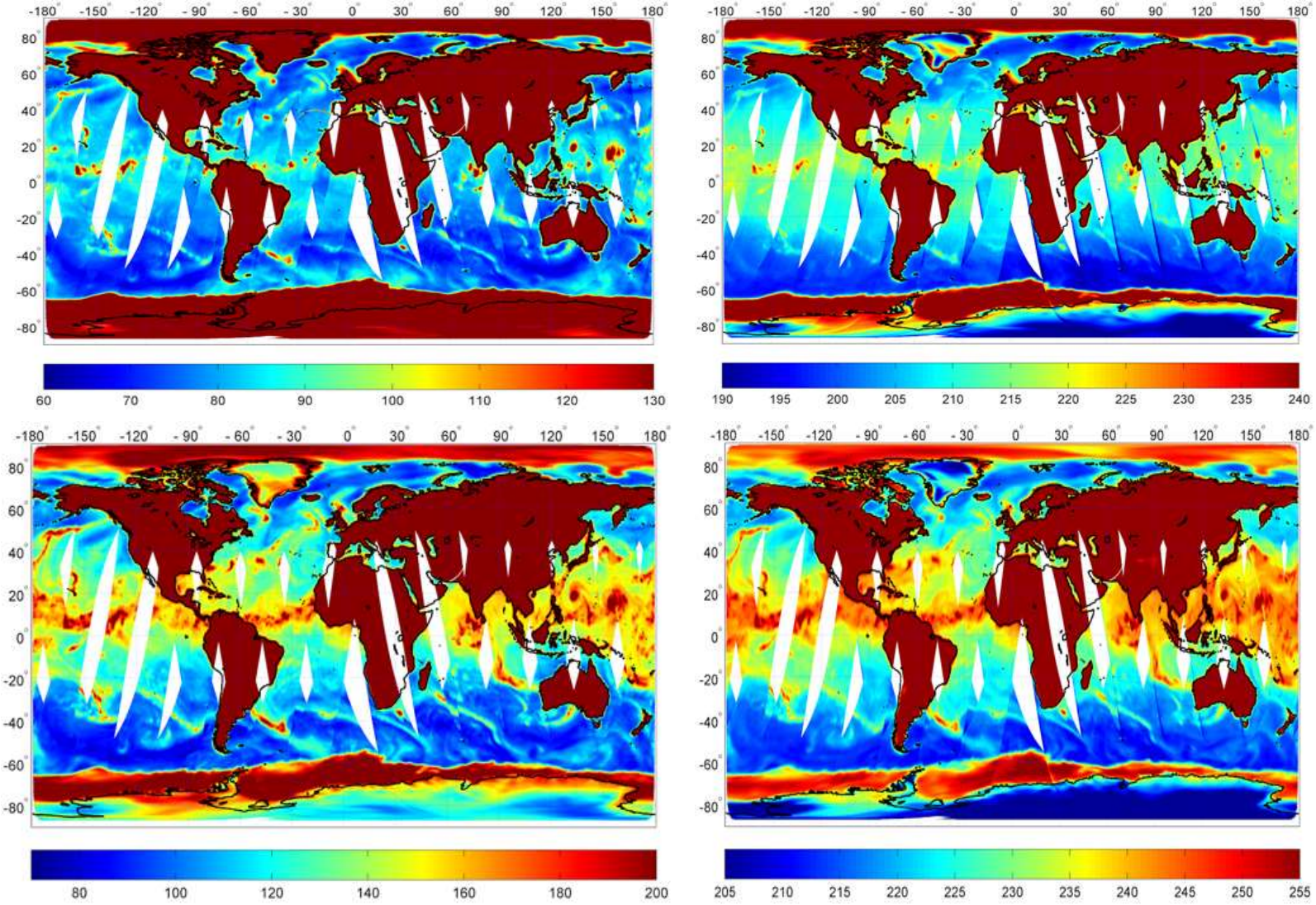
Incidence angle 65 deg

Scanner characteristics

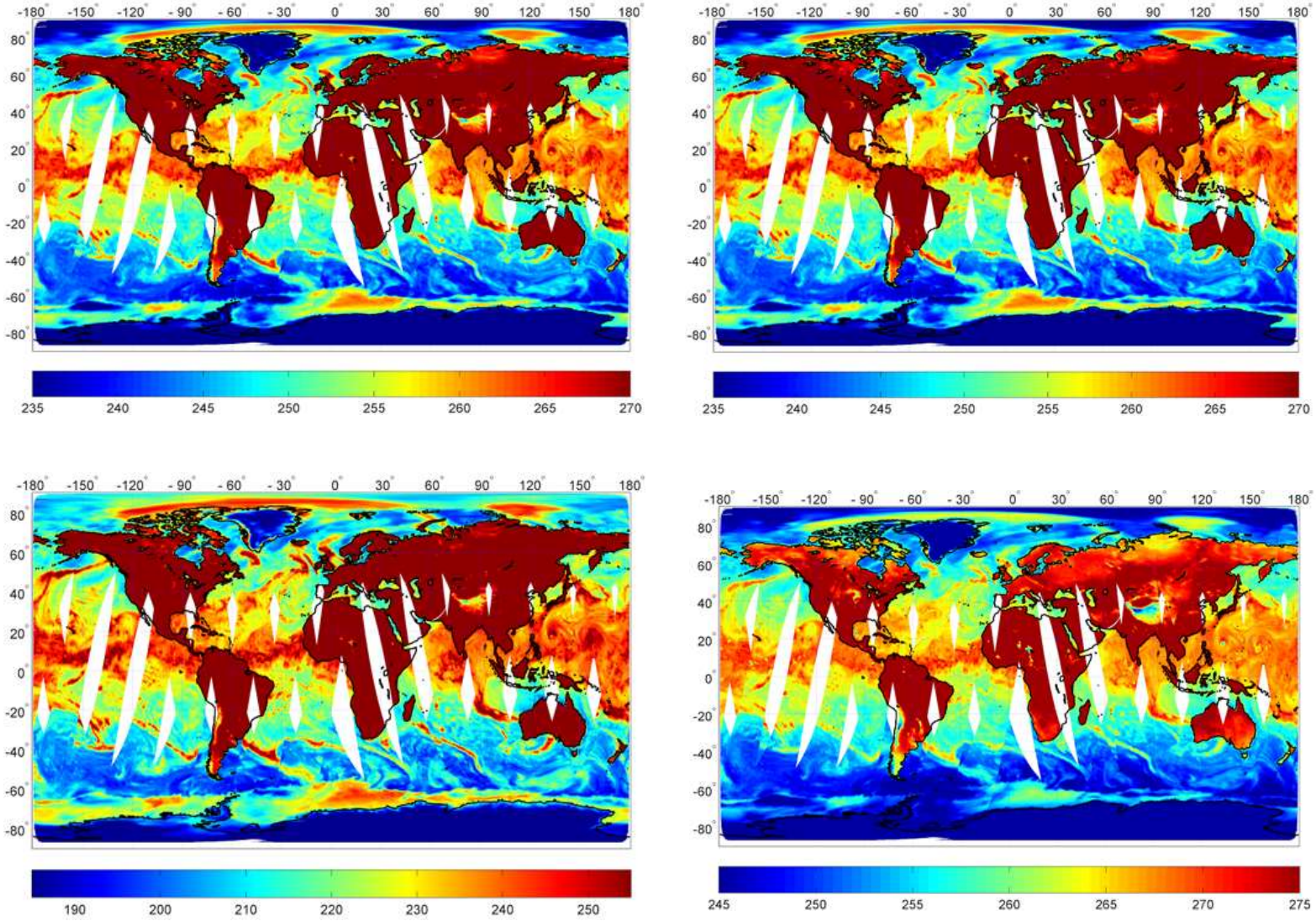
Measurements with Vertical (V) and Horizontal (H) polarization

Frequency (GHz)	Band width (MHz)	Effective FOV (km × km)	Imagery pixel (km × km)	Sensitivity (K/pixel)
10.6	100	89 x 198	32 x 32	0.5
18.7	200	52 x 116	32 x 32	0.4
23.8	400	42 x 94	32 x 32	0.3
31.5	1000	35 x 76	32 x 32	0.3
36.5	1000	30 x 67	32 x 32	0.3
42.0	1000	26 x 60	32 x 32	0.4
48.0	1000	24 x 43	32 x 32	0.4
91.65	2500	14 x 30	16 x 16	0.6

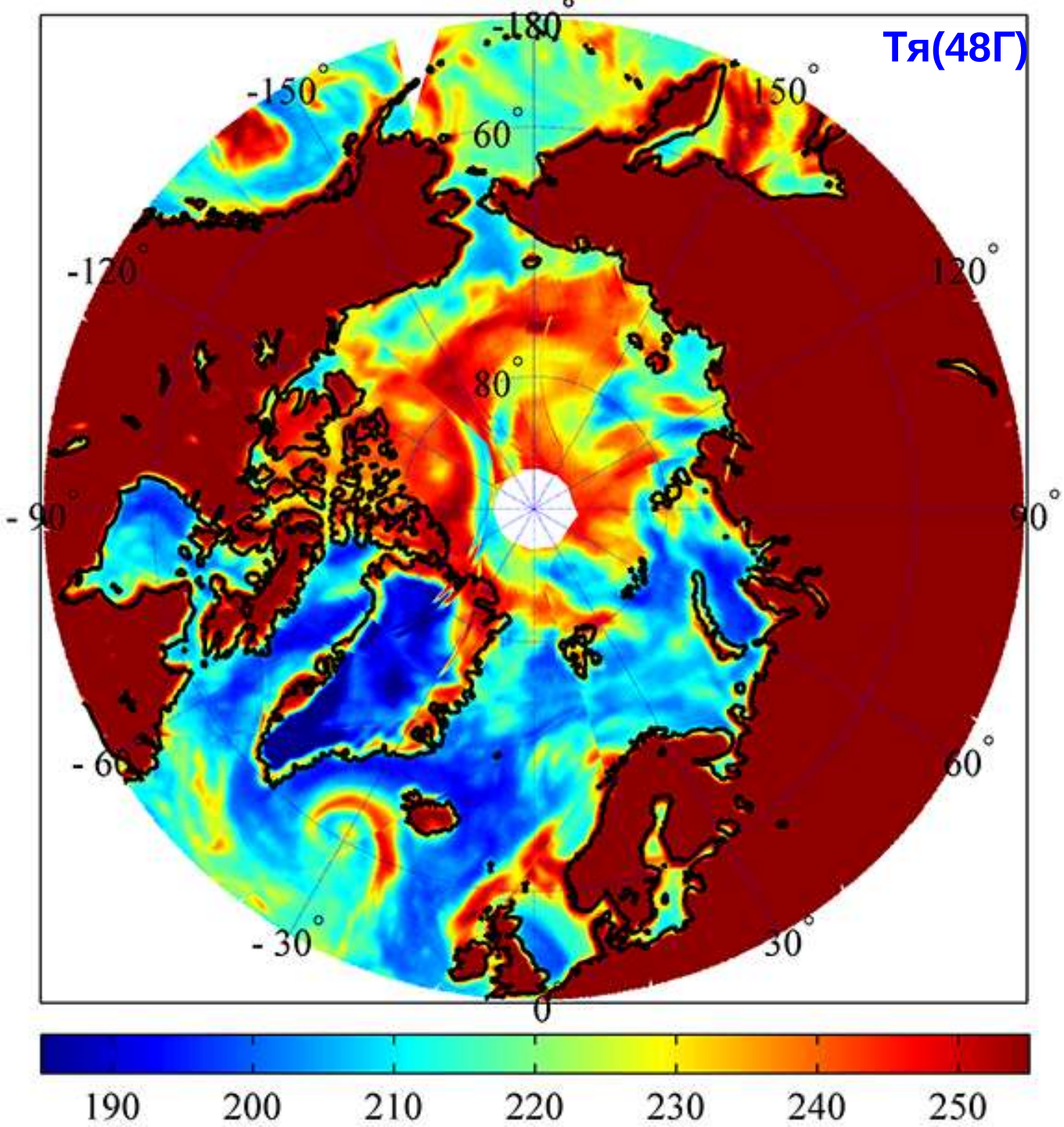
Frequencies v = 42.0 and 48.0 GHz are new ones for remote sensing applications. An incidence angle θ = 65° is also new. It provides a potential swath width $\Delta L \geq 2000$ km. Now $\Delta L = 1500$ km due to shadowing by solar panels. In orbital conditions, the scanner channels sensitivity is 0.3-0.5 K/pixel.



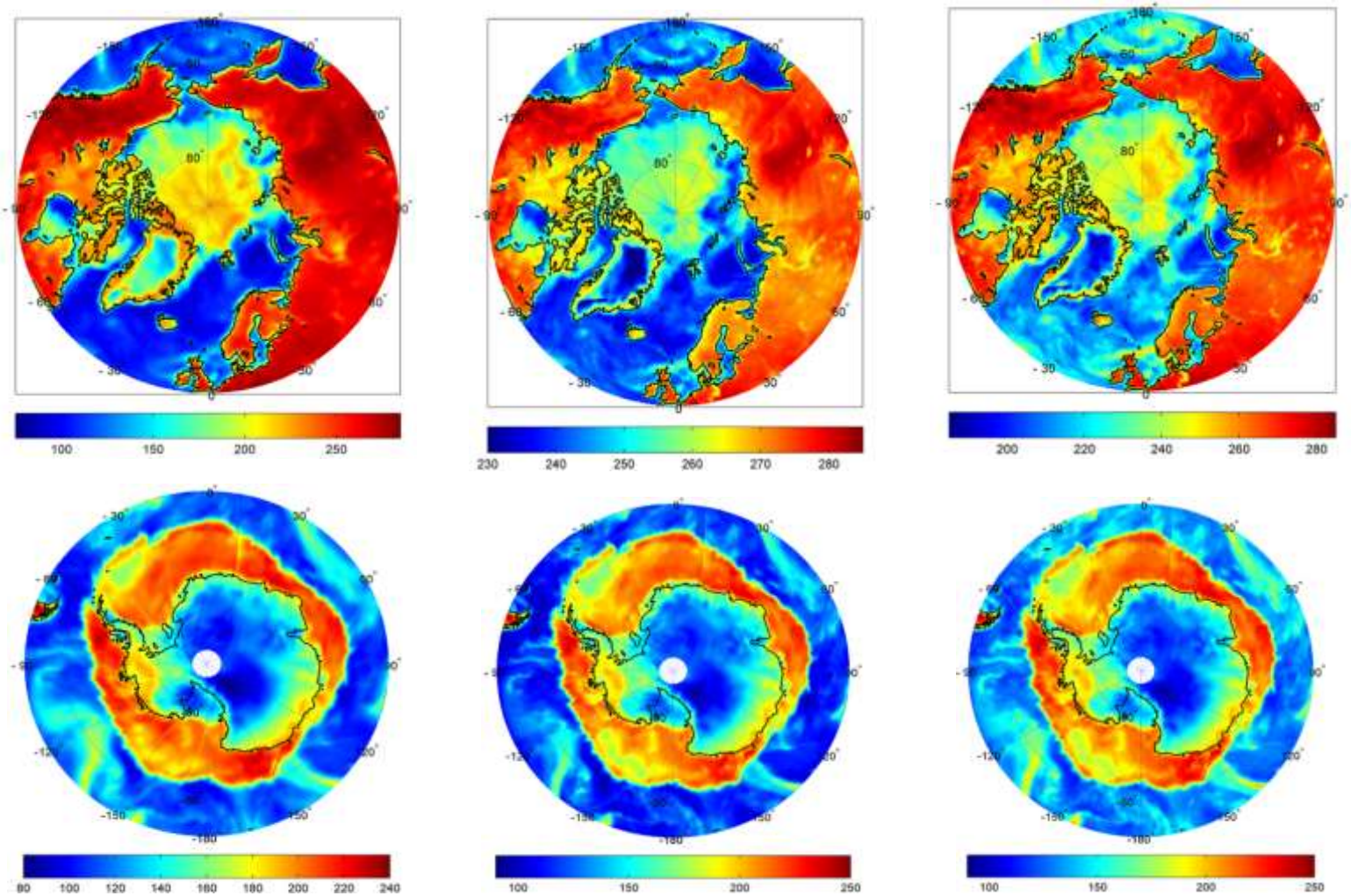
Global brightness temperatures of the Earth at frequencies 10.65 and 18.7 GHz with vertical (left) and horizontal (right) polarizations acquired by MTVZA-GY on 7 July 2015



Global brightness temperatures of the Earth at frequencies 42.0 and 48.0 GHz with vertical (left) and horizontal (right) polarizations acquired by MTVZA-GY on 7 July 2015

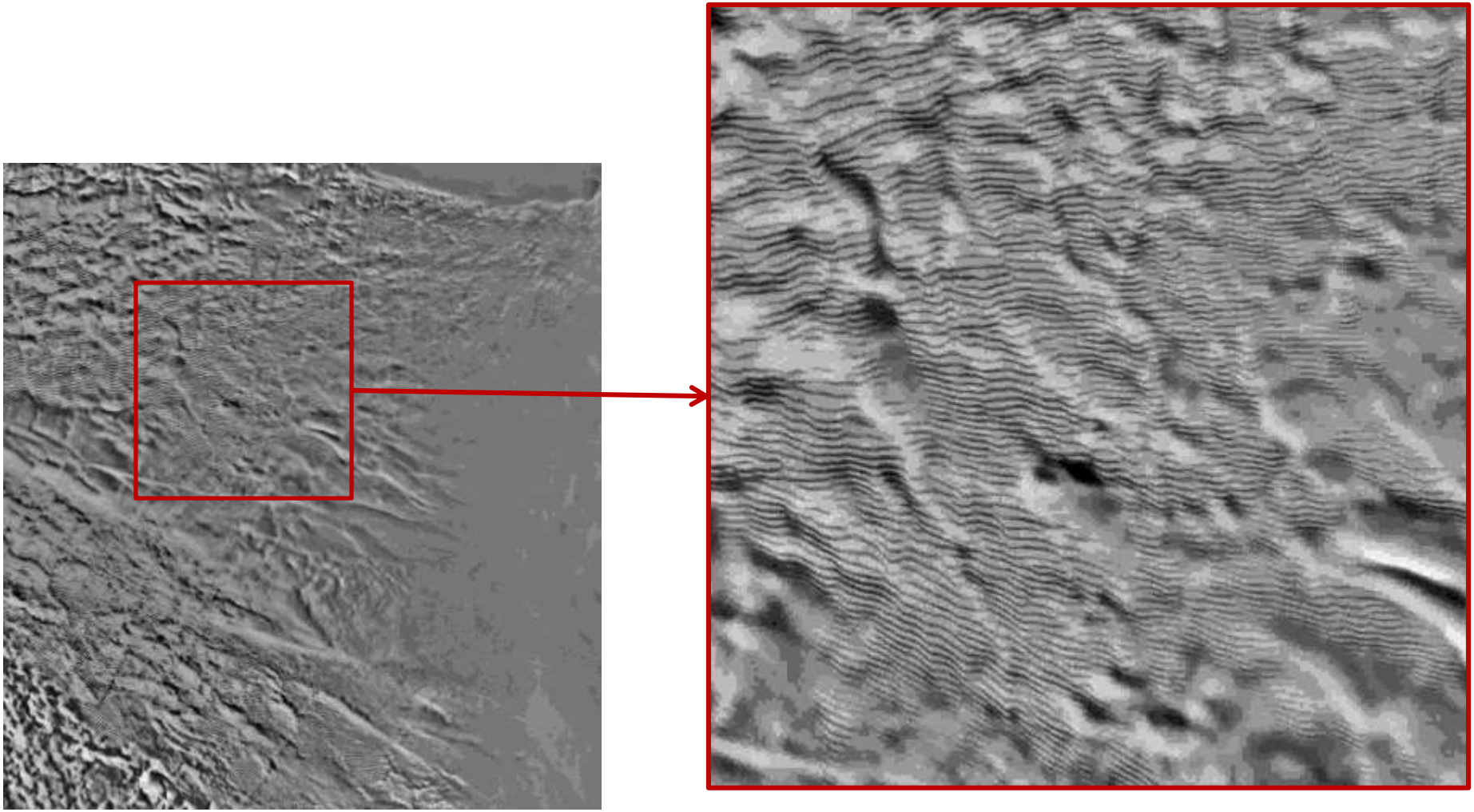


Арктика, 31 июля 2014. Северный морской путь



Global brightness temperatures with horizontal polarization of the Arctic (above) and Antarctic (below) at frequencies 18.7, 31.5 and 36.5 GHz (above) and 23.8, 31.5 and 36.5 GHz (below) acquired by MTVZA-GY on 7 July 2015

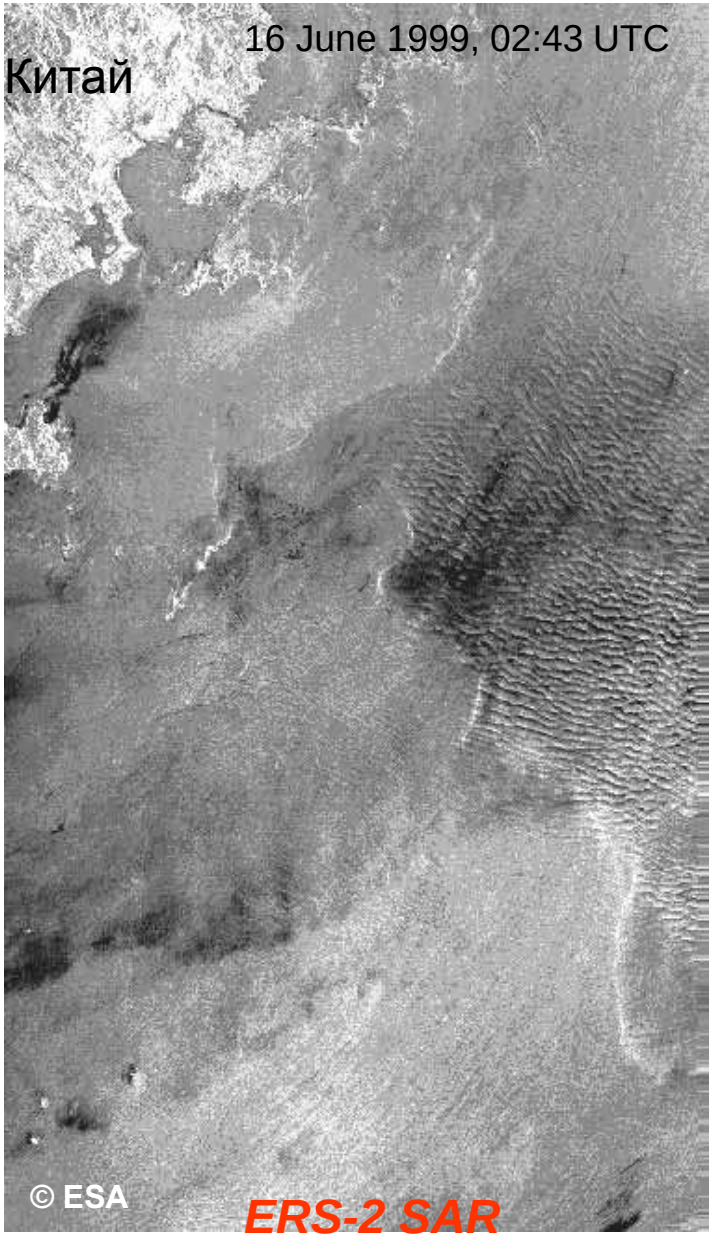
Ледяные волны на поверхности плато

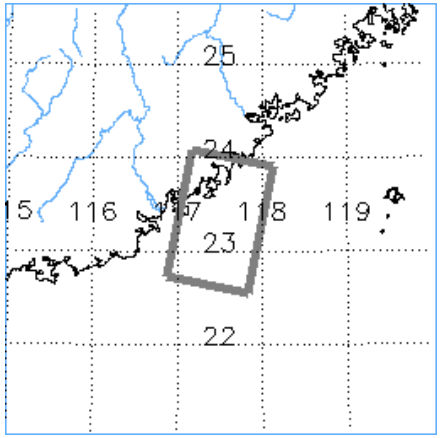


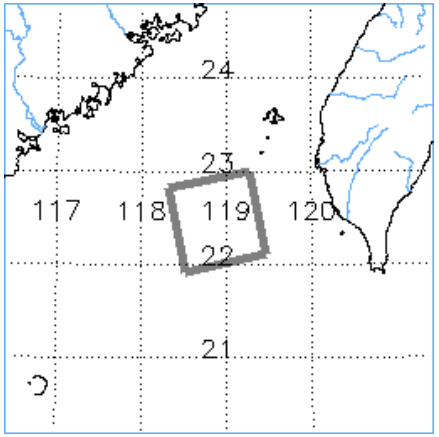
РСА RADARSAT

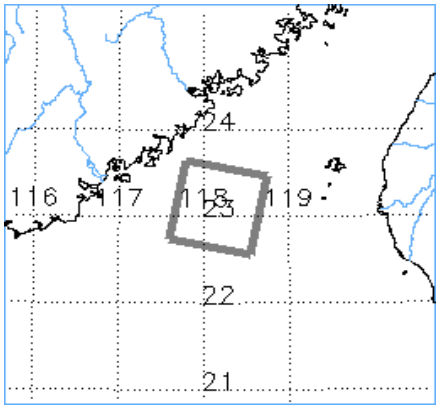
Песчаные волны в Тайваньском прол.

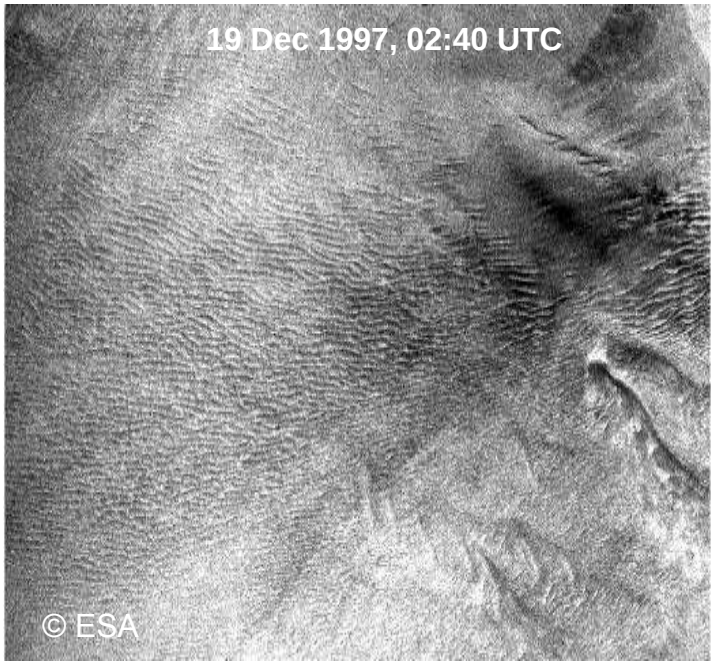
Taiwan Banks



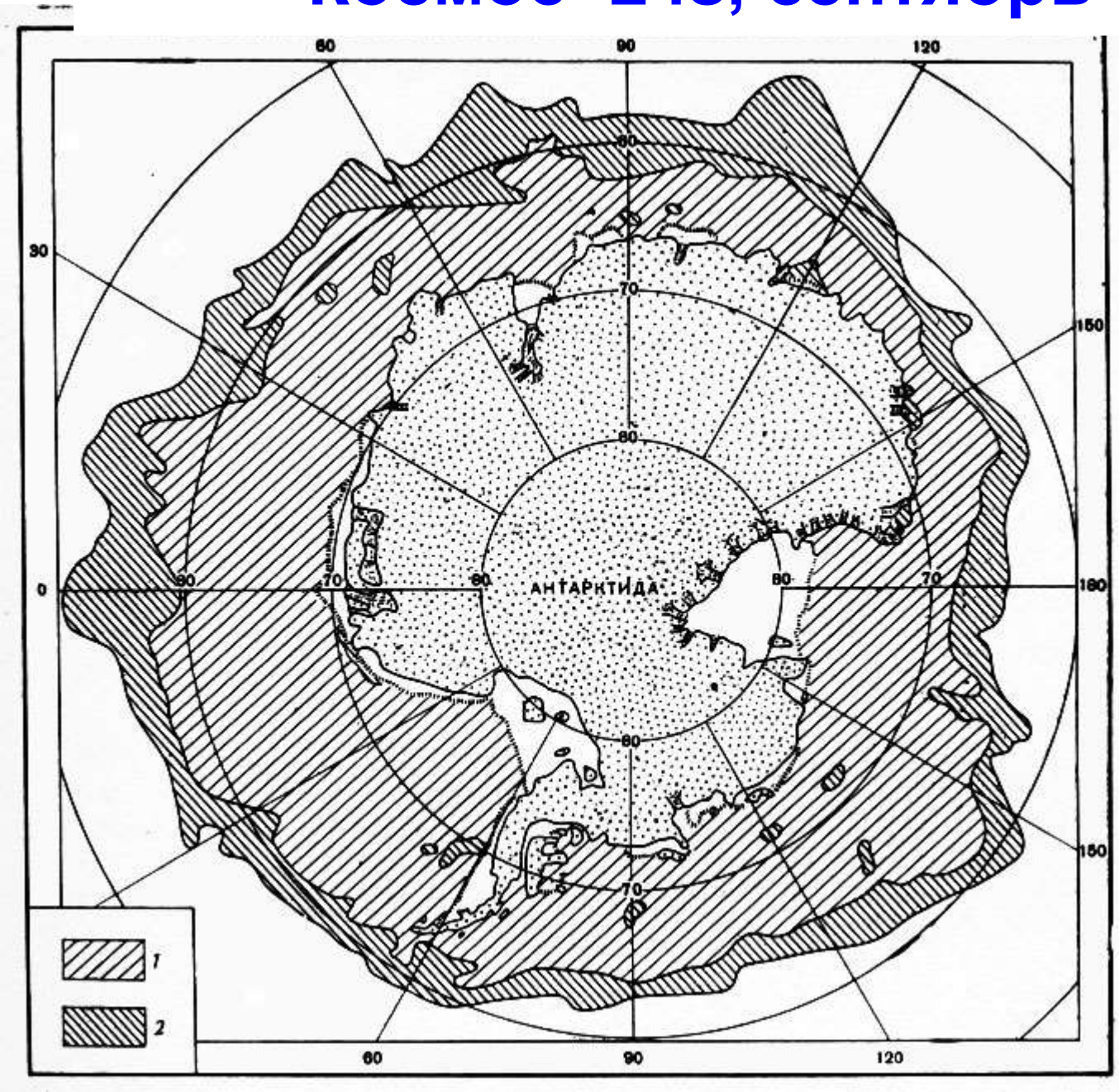








Космос -243, сентябрь 1968

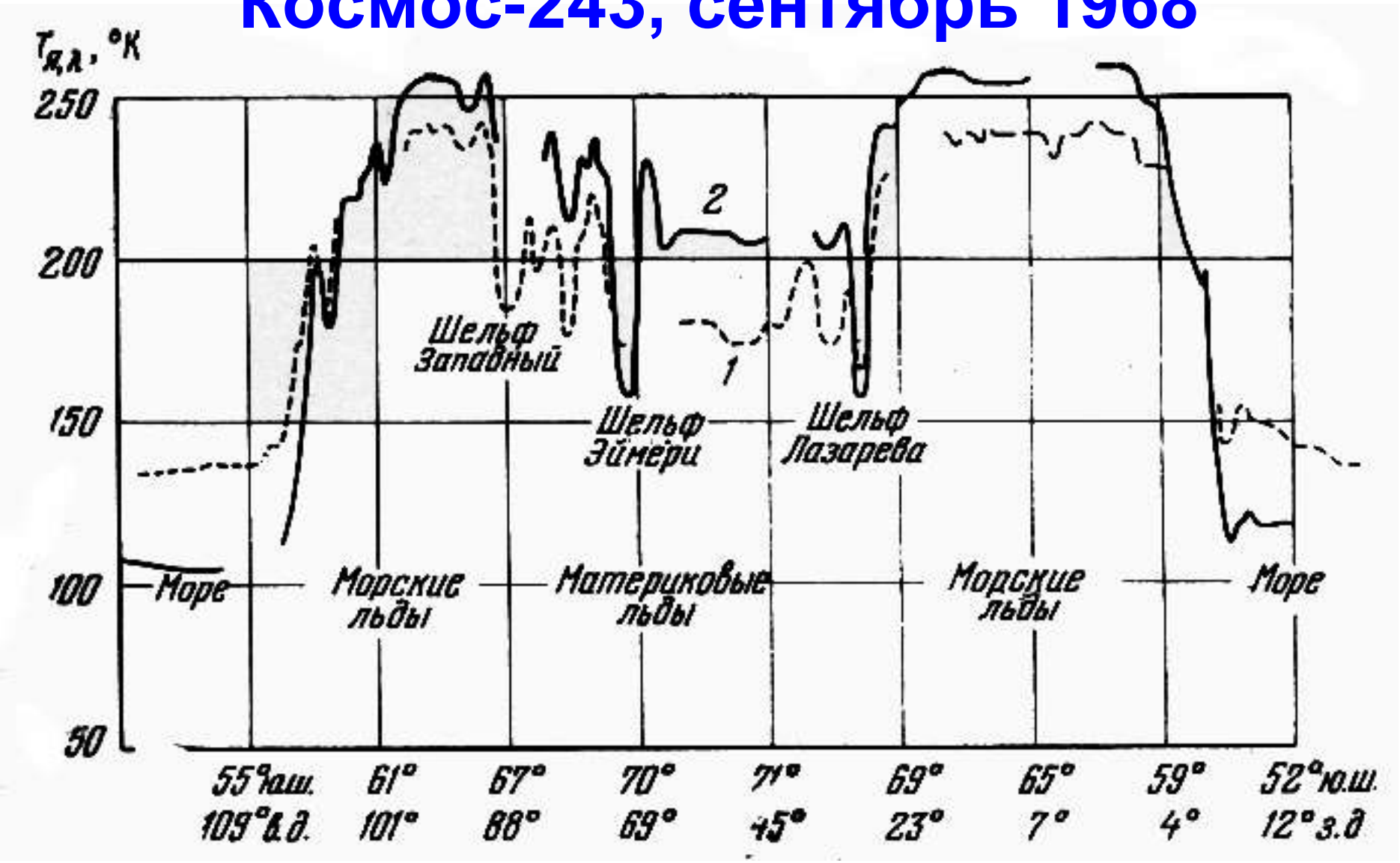


Карта сплочённости ледяного покрова вокруг Антарктиды:

1 - С > 50%

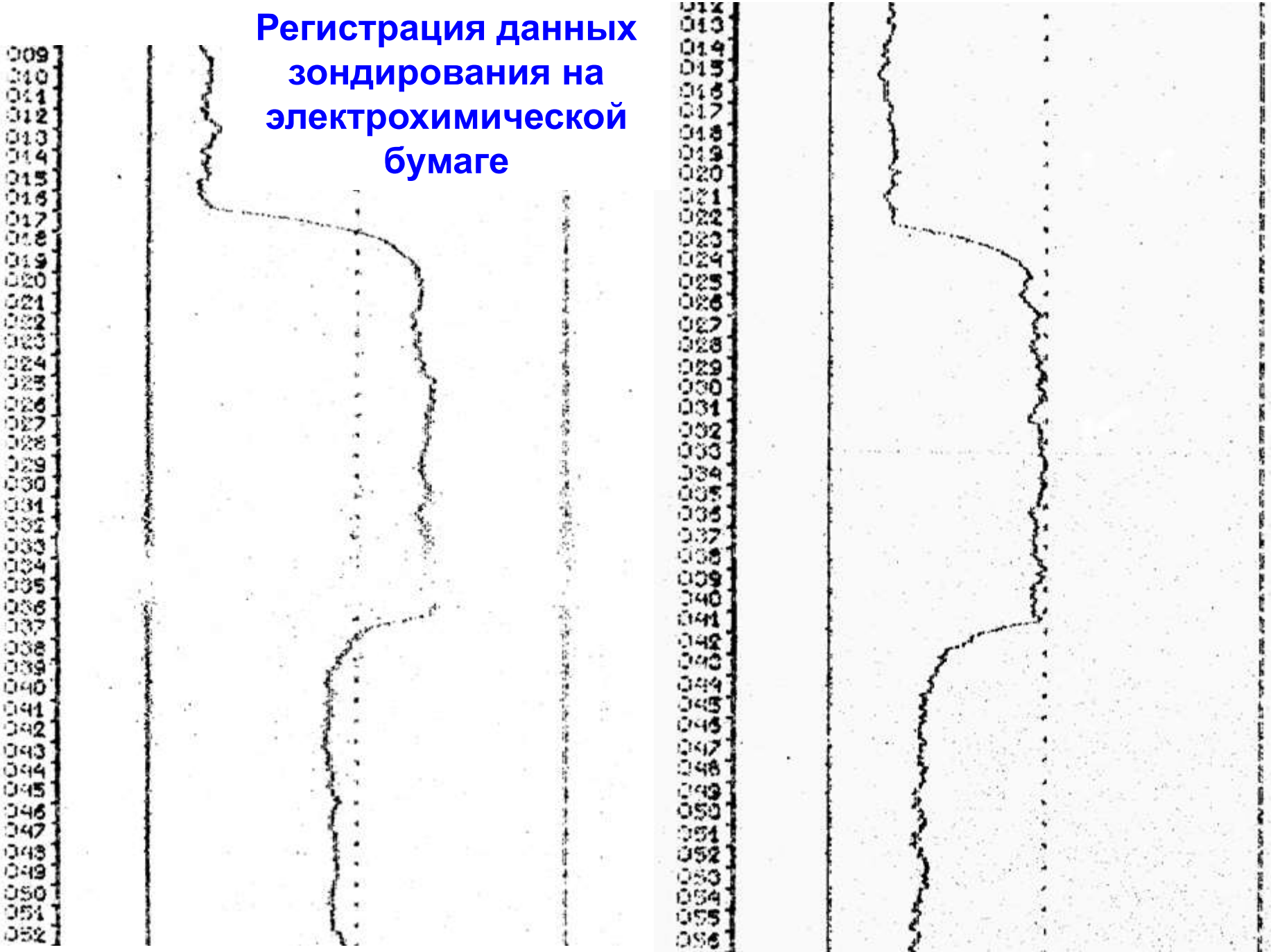
2 - С < 50 %

Космос-243, сентябрь 1968



Вариации яркостной температуры над морскими и материковыми льдами Антарктики

Регистрация данных зондирования на электрохимической бумаге



Космос-243 и Космос-384

Пассивное микроволновое зондирование океана началось в СССР в начале 1960 гг. Первые в мире спутники с микроволновыми радиометрами Космос-243 и Космос-384.

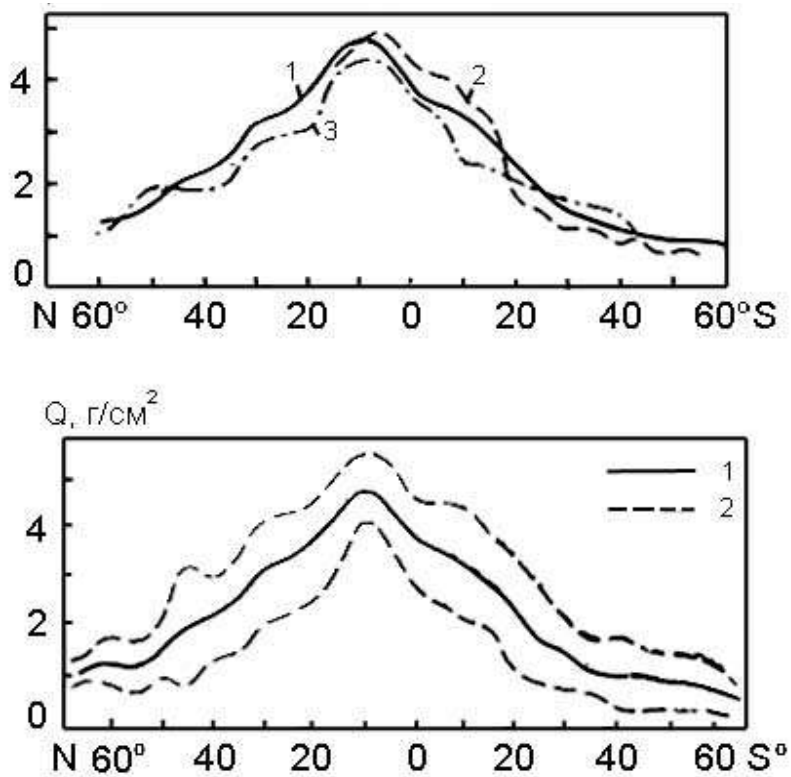
Космос-243 был запущен 23 сентября 1968 г. Наклонение орбиты 71.3°, апогей – 319 км, перигей - 210 км.

Характеристики радиометров на спутнике Космос-243

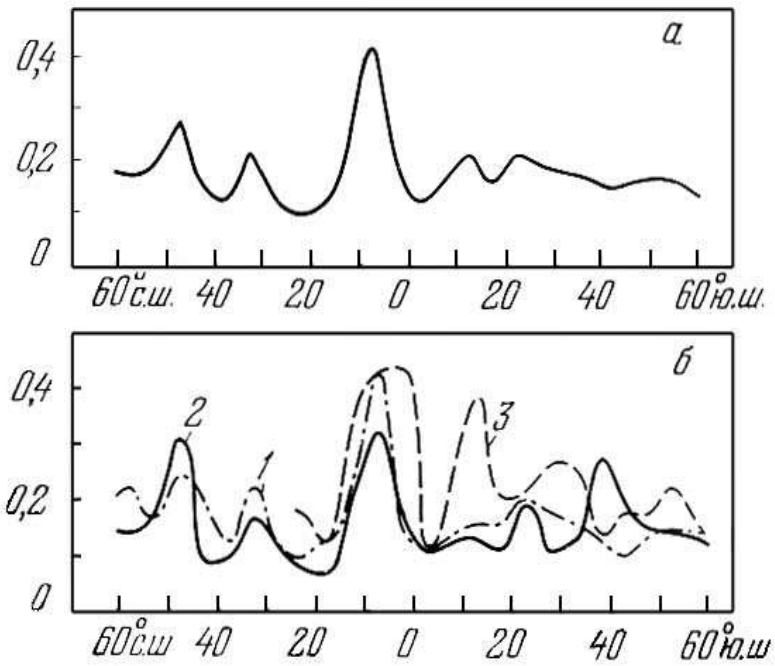
Длина волны, см	8.5	3.4	1.35	0.8
Центральная частота, ГГц	3.5	8.8	22.2	37.5
Ширина диагр. направл., град	8.6	4.0	3.6	4.0
Эффективность (%)	80	85	76	95
Чувствительность (К)	0.7	0.5	0.9	1.3
Поле зрения (апогей) (км х км)	50 х 50	22 х 22	20 х 20	22 х 22
Поле зрения (перигей) (км х км)	35 х 35	15 х 15	13 х 13	15 х 15
Угол падения, град	0			

Космос-243

Паросодержание атмосферы, г/см²



Водозапас облаков, кг/м²

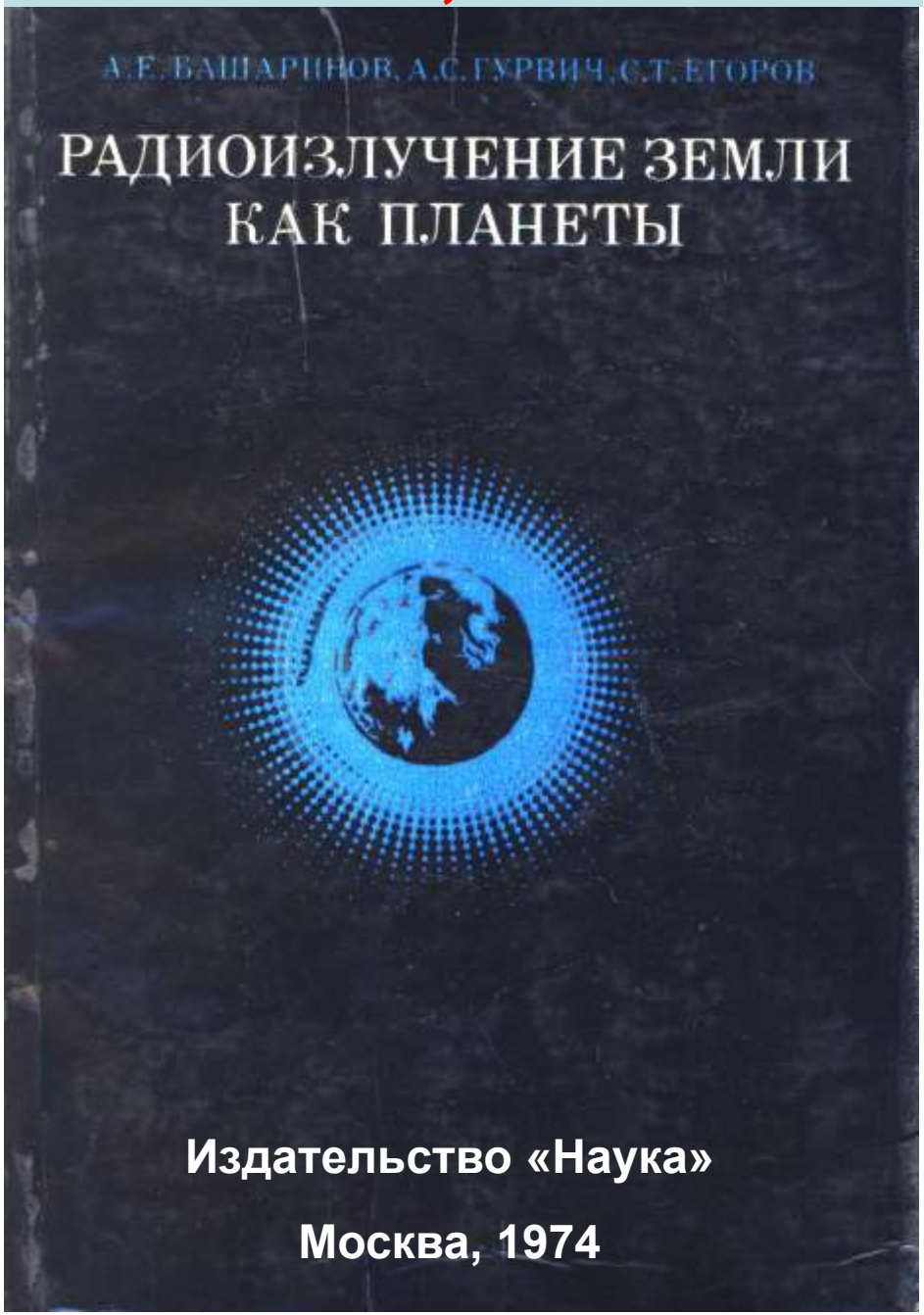


M_w = 1,24 10^{19} г

$V_{ср}$ = 2,4 г/см²

Широтные распределения полной массы водяного пара (слева) и водозапаса облаков (справа) над отдельными океанами и над Мировым океаном в сентябре 1968 г. (*Башаринов и Митник, 1970*)

Космос-243, Космос-384



Подведены итоги экспериментов по микроволновому дистанционному зондированию Земли из космоса. Показаны возможности оценки ТПО, скорости приводного ветра, паросодержания атмосферы, водозапаса облаков, параметров ледяного покрова.

Гурвич А. С., Кутуза Б.Г. “КОСМОС-243” – первый в мире эксперимент по исследованию Земли из космоса радиофизическими методами // *Исследование Земли из космоса*. 2010. № 2. С. 14-25.

Немного истории *(почти забыто)*

- **Cosmos 243**

National Space Science Data Center Collection Search Results: There were no data collections returned.

- **NSSDC/COSPAR ID: 1983-099A**
- **The Cosmos 1500 tested a new sensors and methods of data collection and processing. Cosmos 1500 had the capability of overlapping and processing images from its sensors. Data from Cosmos 1500 were sent directly to ships or automated data receiving stations and was applied in navigation in northern oceans. The instrument complement was highlighted by an all-weather Side-Looking Real Aperature radar (SLRAR) operating at 9.5 GHz. Other instruments included a multispectral scanner (MSL), a scanning high-frequency radiometer (SHF), and transponders for collecting data from ice and buoy transmitters.**

Компрессор масляный FIAC Cosmos 243. Компрессор Cosmos 243 (1,5кВт) Fiac

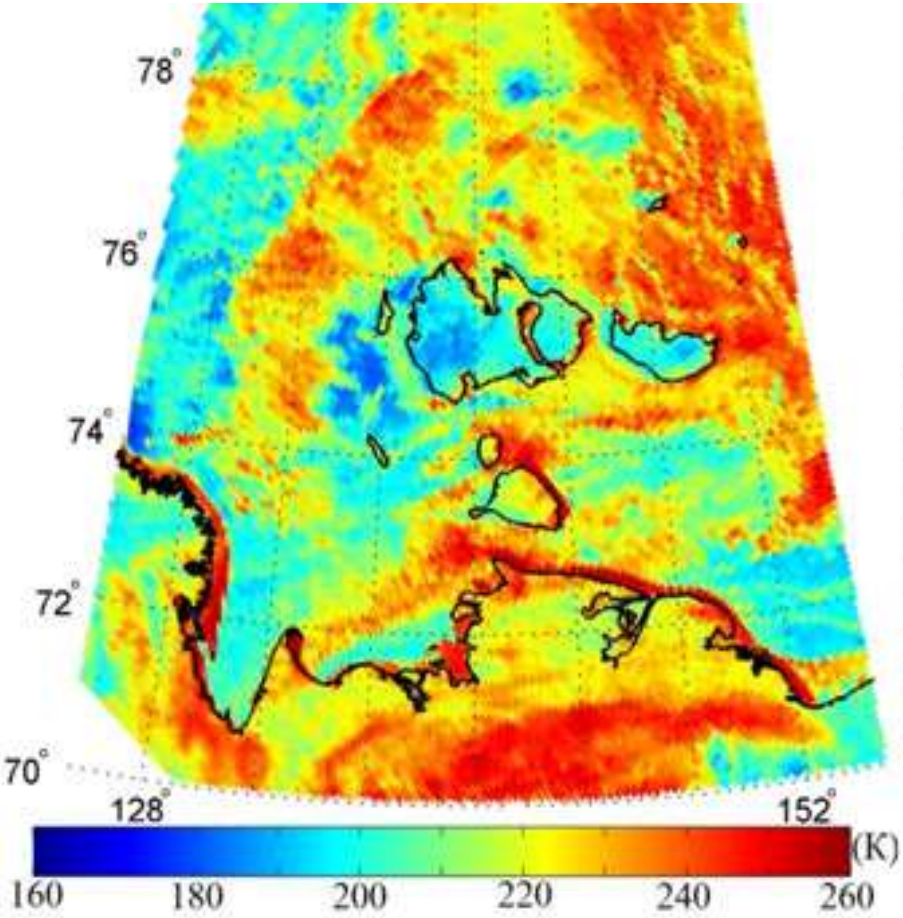
- **Фонарь *КОСМОС* "ACCU *1500LEDRUB*" аккум., обрезиненный ...**
  shop.hyperauto.ru › ... › Фонари
- **Характеристики *Kosmos 1500* Ni-MH R6 (AA) - Никс**

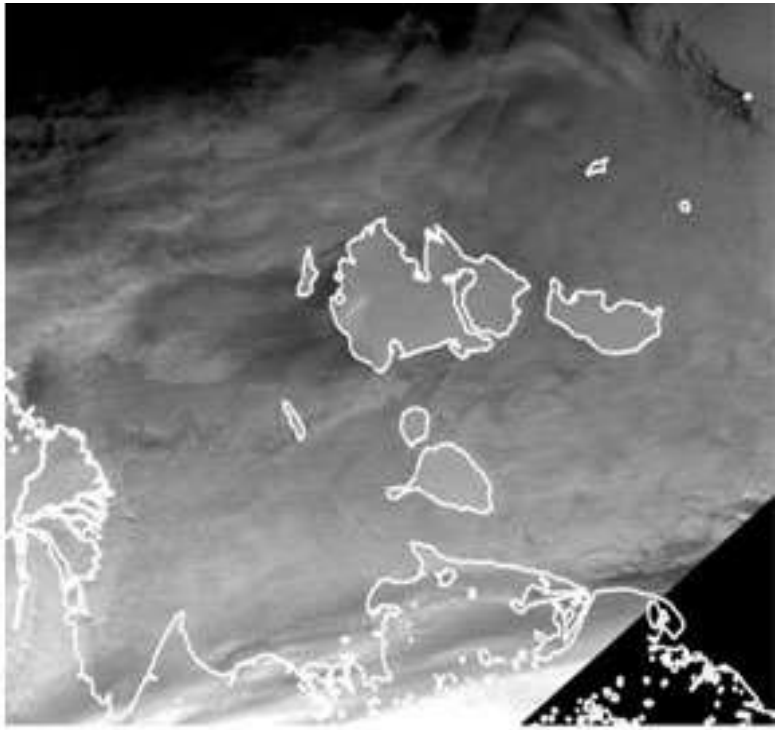
*www.nix.ru/.../1.2V_**1500**mAh_Size_AA_60679.html*

- Купить *Kosmos 1500* Ni-MH R6 (AA) цена, характеристики, фото, тесты

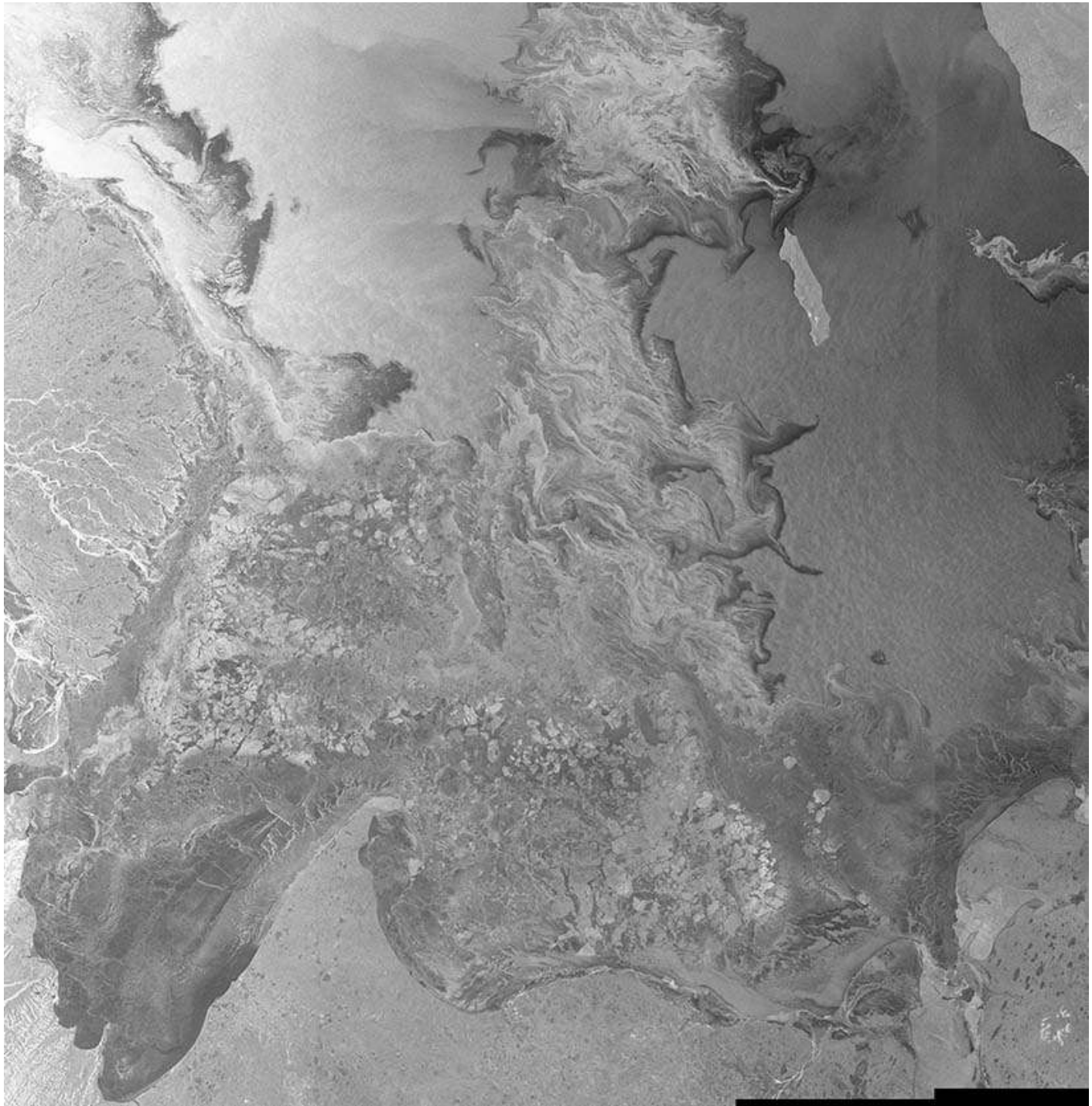
Wilson W.S., Fellous J.-L., Kawamura H., Mitnik L. A History of oceanography from space / In: Remote Sensing of the Environment: Vol. 6 of the Manual of Remote Sensing. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. 2005. P. 1-31.

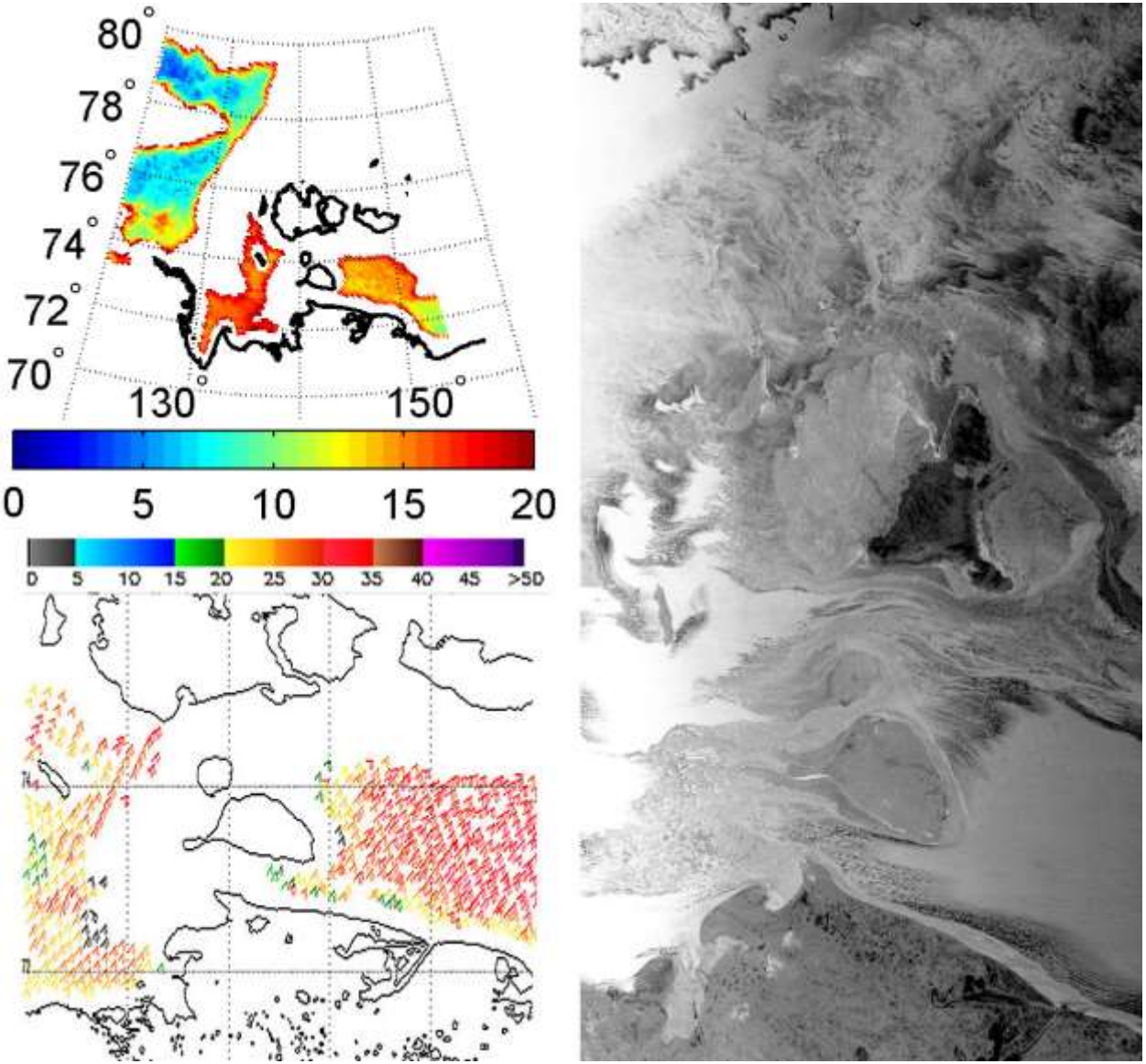
Ледяной покров 14-24 октября 2014 г.





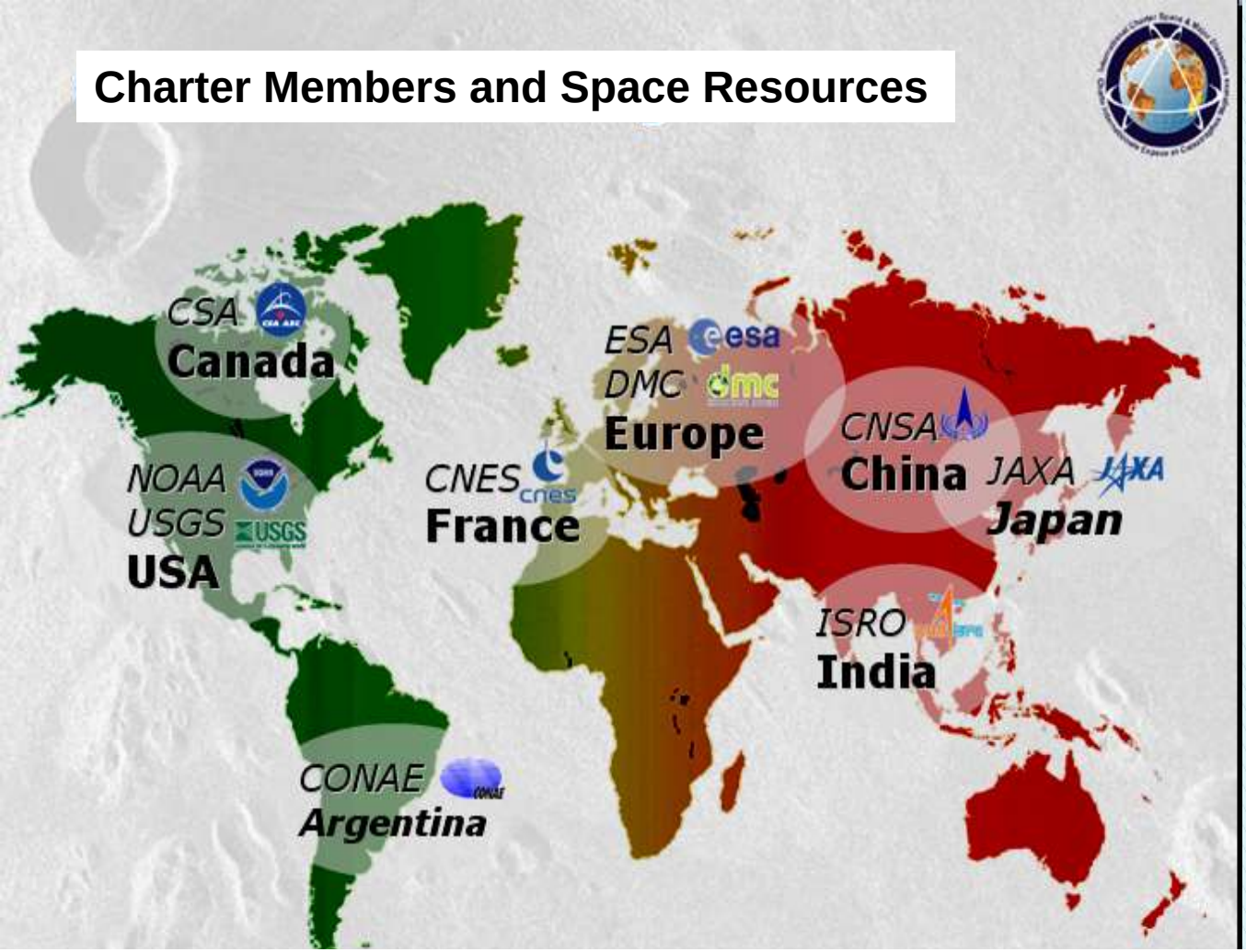
Море Лаптевых и Восточно-Сибирское море 23.10.2014: (а) яркостная температура на частоте 89,0 ГГц на гор. поляризации по измерениям радиометра AMSR2 со спутника GCOM-W1 в 00:44 Гр. и (б) изображение в полосе DNP радиометра VIIRS со спутника Suomi-NPP в 01:24 Гр.





Спутниковое зондирование СМП в районе Новосибирских о-вов 23.10.2014: приводный ветер по данным радиометра AMSR2 за 02:23 Гр. в м/с (а) и скаттерометра MetOp-A за 4:19 Гр. в узлах (б) и изображение РСА SAR-C на ГГ-пол. со спутника Sentinel-1A за 07:40 Гр. (в).

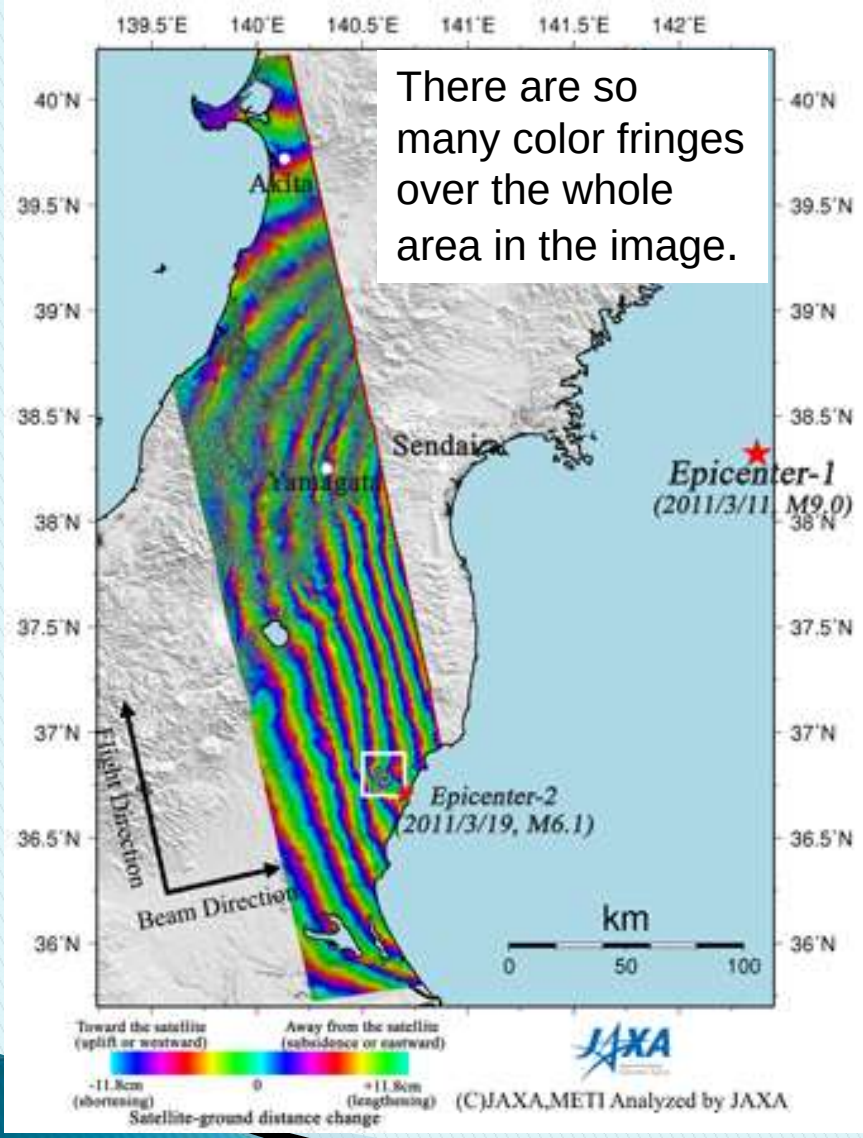
Изображение РСА SAR-C на ГГ-пол. со спутника Sentinel-1A 19 октября в 08:10 Гр.

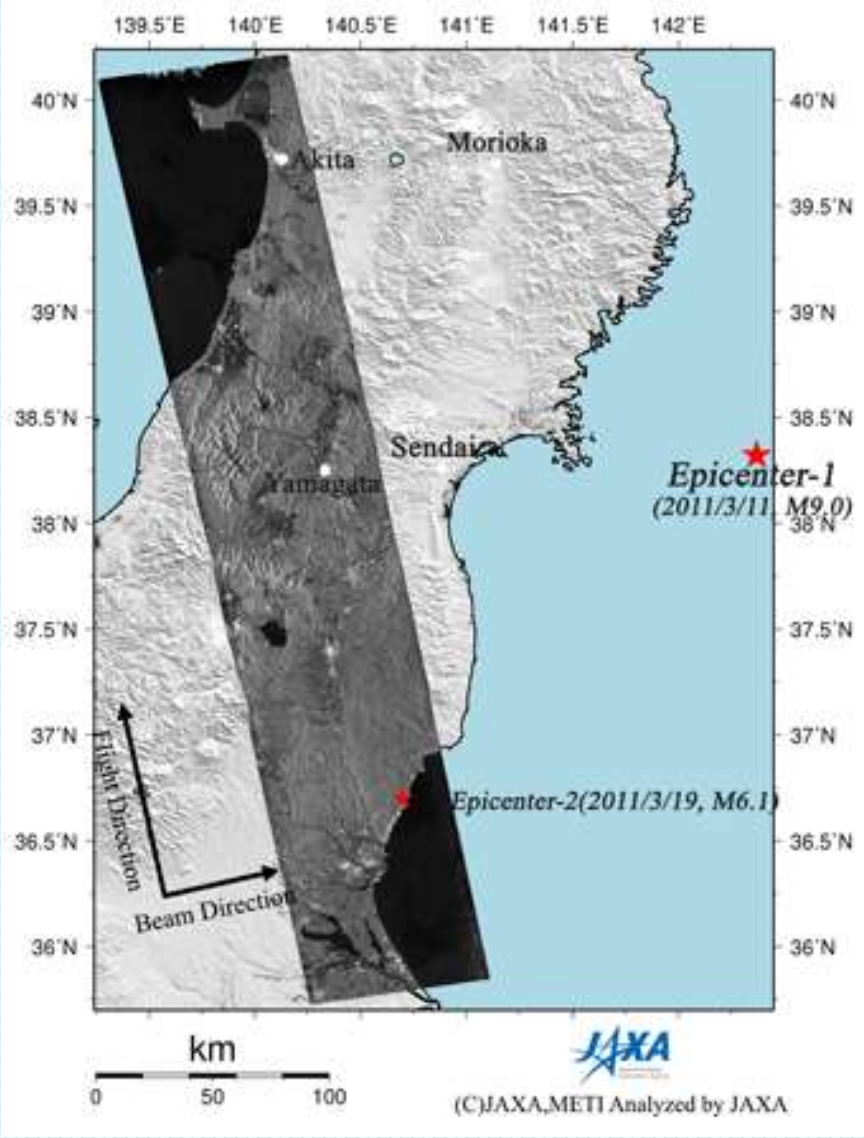


International Charter Space & Major Disasters

С 12 марта 2011 г. по заявке правительства Японии активирована работа Международной хартии «Космос и крупные катастрофы»: мировые спутниковые операторы проводят оптическую и РЛ-съемку района катастрофы в Японии. Особое внимание уделяется АЭС «Фукусима-1».

PALSAR interferogram indicating crustal deformation (left) and PALSAR amplitude image observed after the earthquake (March 20, 2011) (right).





Epicenter-1 and epicenter-2 indicate those of the M9.0 earthquake on March 11 and the M6.1 earthquake on March 19, respectively.

Building in potentially dangerous area

ул. Зорге 7а

Авария на нефтяных платформах в Жёлтом море

msn 産経ニュース

ニュース検索 bing

トップ 速報 事件 政治 経済・IT 国際 スポーツ エンタメ ライフ 科学 地方 オピ

中国・台湾 朝鮮半島 アジア 米州 欧州・ロシア 中東・アフリカ トピックス 写真 ランキン

京都、箱根、軽井沢の温泉リゾート1泊2食109円～ [PR]

[国際]ニュース

トピック：資源

ブログに書く 引用ブログ 49 メッセ 印刷

中国の海上油田で原油流出 隠蔽体質に非難集中

2011.7.6 00:02 (1/2ページ)

【北京＝川越一】中国山東省沖の渤海にある同国最大の海上油田で6月上旬に原油が流出していたことが発覚し、国家海洋局は5日、初めて事故を公表し、原油が広がった面積は840平方キロにわたったことを明らかにした。汚染拡大が懸念されているにもかかわらず、発生から約1カ月も事故を隠蔽した当局や企業の姿勢に、国民の不信感が高まるのは必至だ。

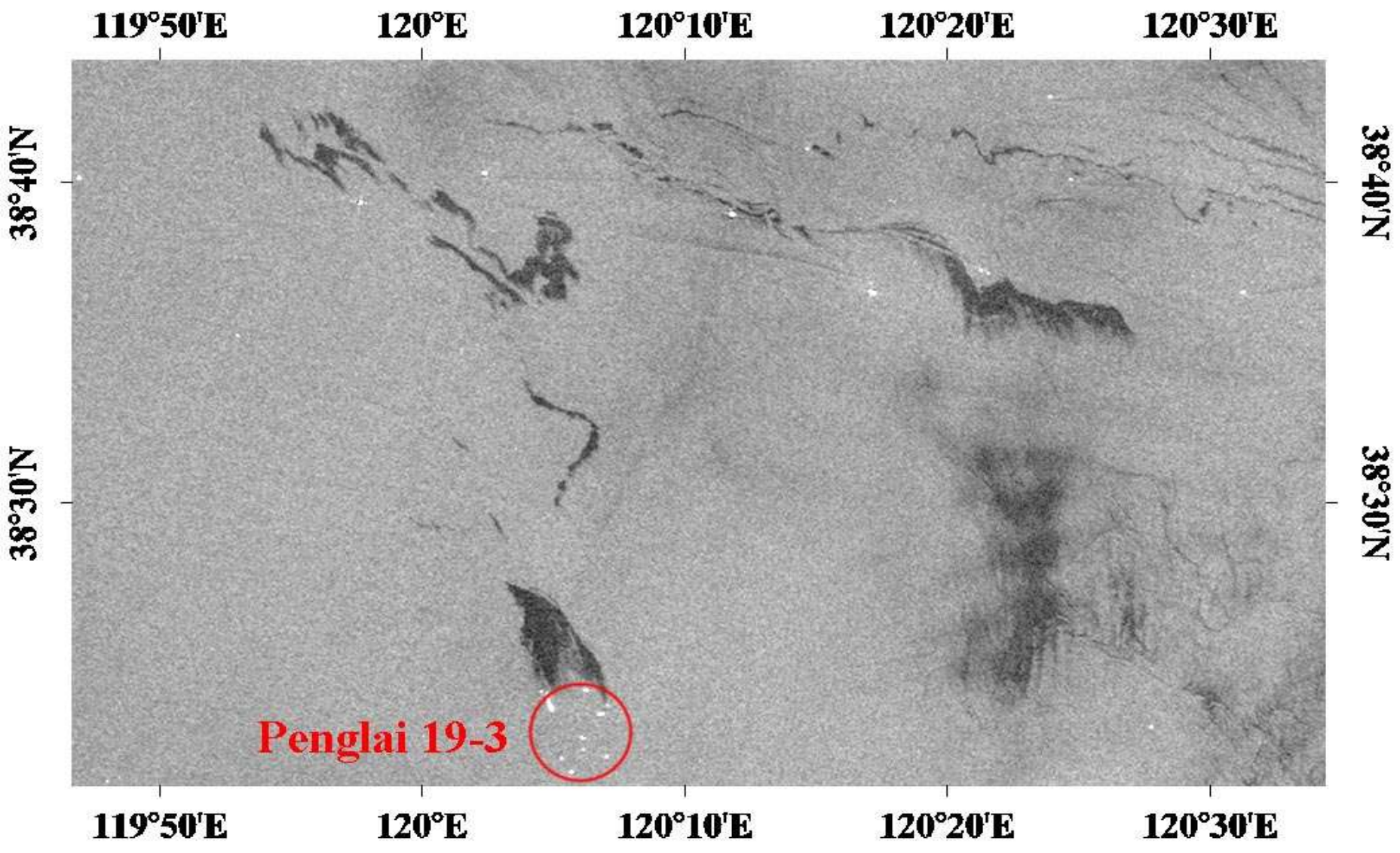
クリックして拡大する

同油田は、中国国有石油大手、中国海洋石油と米石油大手コノコフィリップスが共同開発した。原油が流出したのは6月4日。同月20日ごろ、インターネット上の書き込みで発覚した。中国海洋石油関係者による内部告発とみられている。

中国メディアからの問い合わせに沈黙を守っていた中国海洋石油は1日夕になって流出を認めた。3日には同社関係者が「油漏れの範囲はわずか200平方メートル程度だ。事故処理はすでに完了しており、現場海域の環境への影響は少ない」とコメントしたが、国家海洋局の発表によって、事態を著しく過小評価していたことも浮き彫りとなった。

Oil spill monitoring by remote sensing
http://cearac.poi.dvo.ru

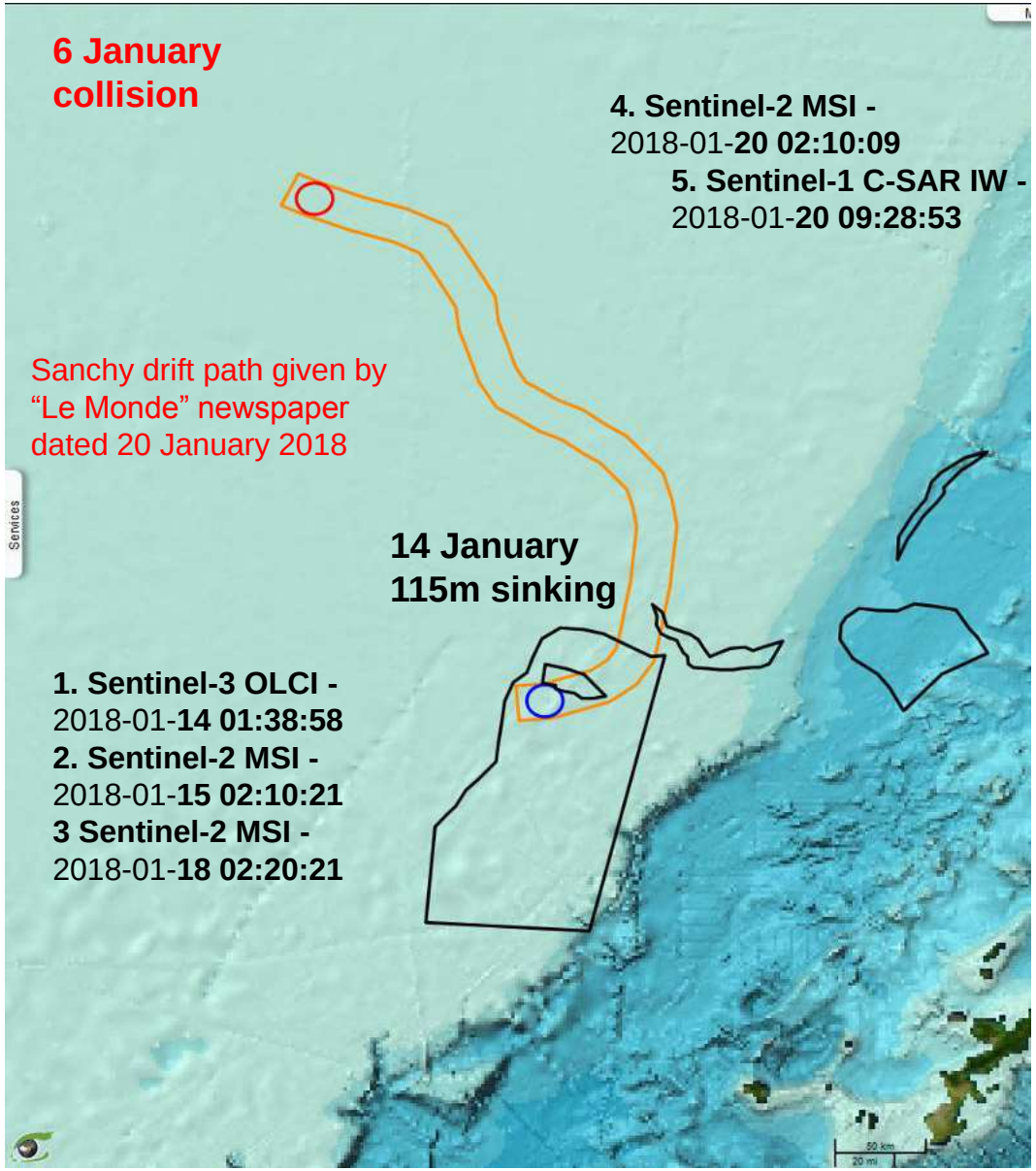
Bohai Bay. Yellow Sea. Penglai 19-3 offshore oil field



Envisat ASAR. 11 June 2011. Polluted area 65 km²

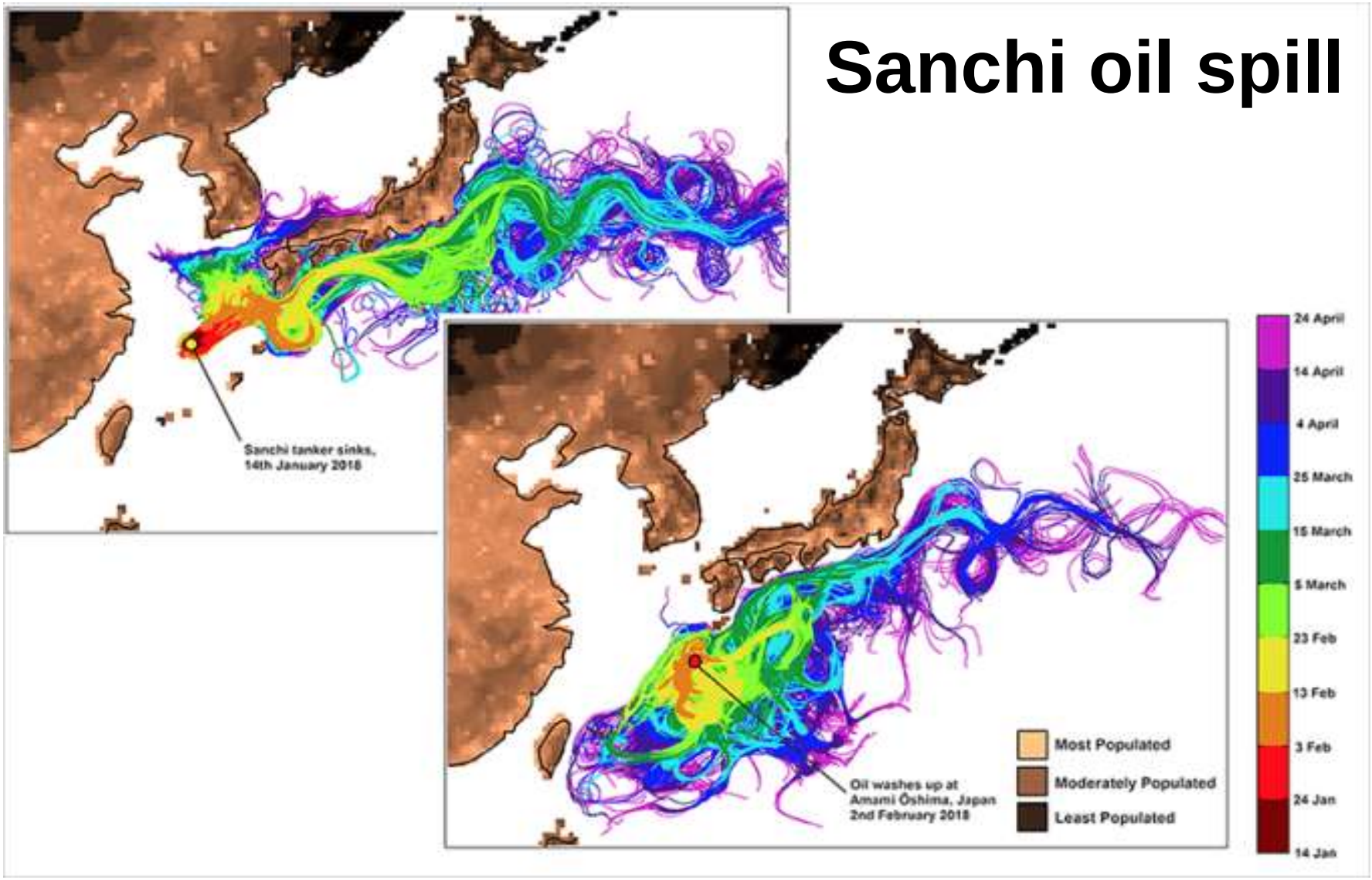
Image courtesy of ESA - European Space Agency

Sanchi oil spill (China) seen by Sentinel-1 / 2 / 3



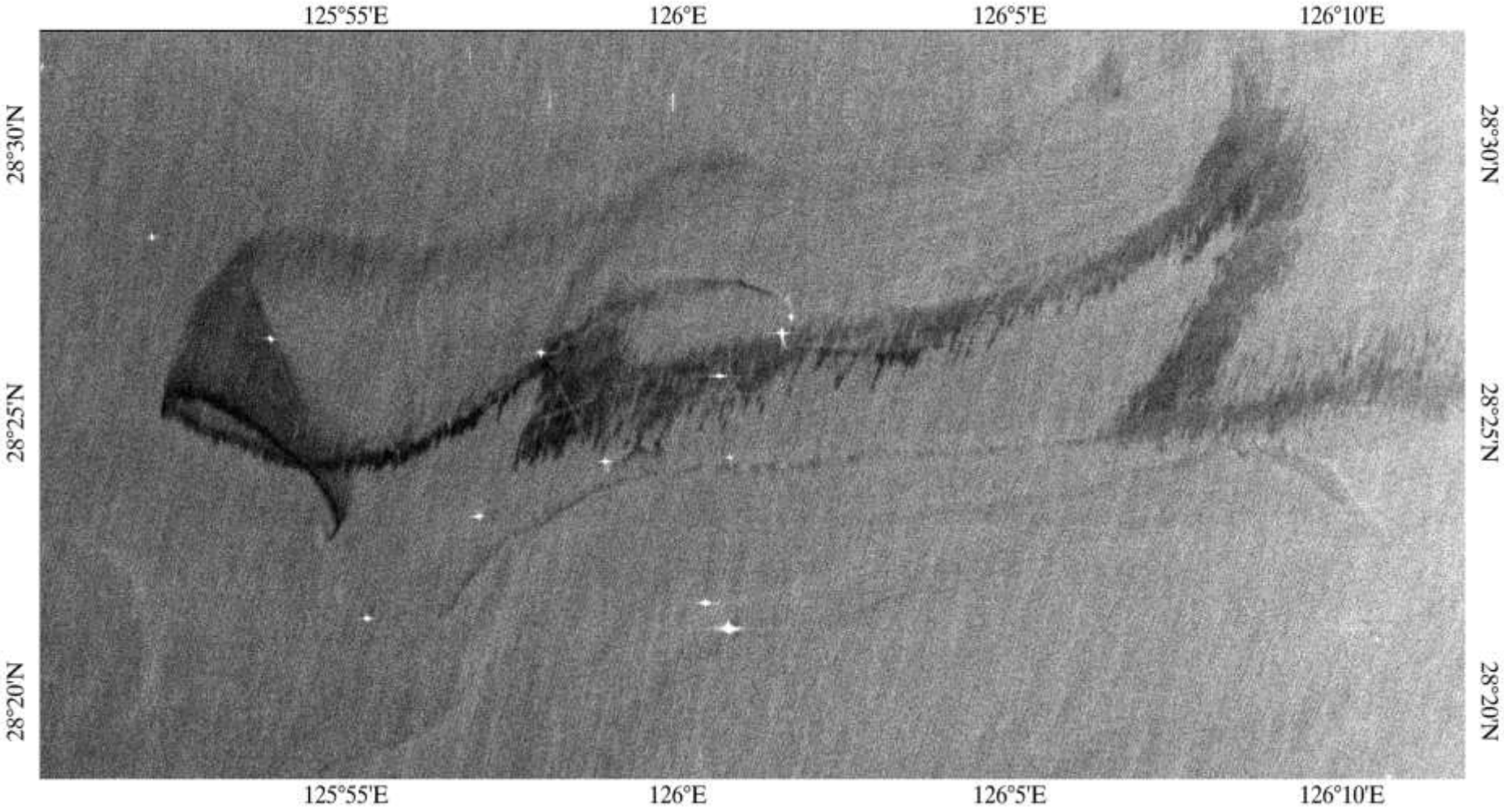
Sanchi oil spill

Sanchi oil spill



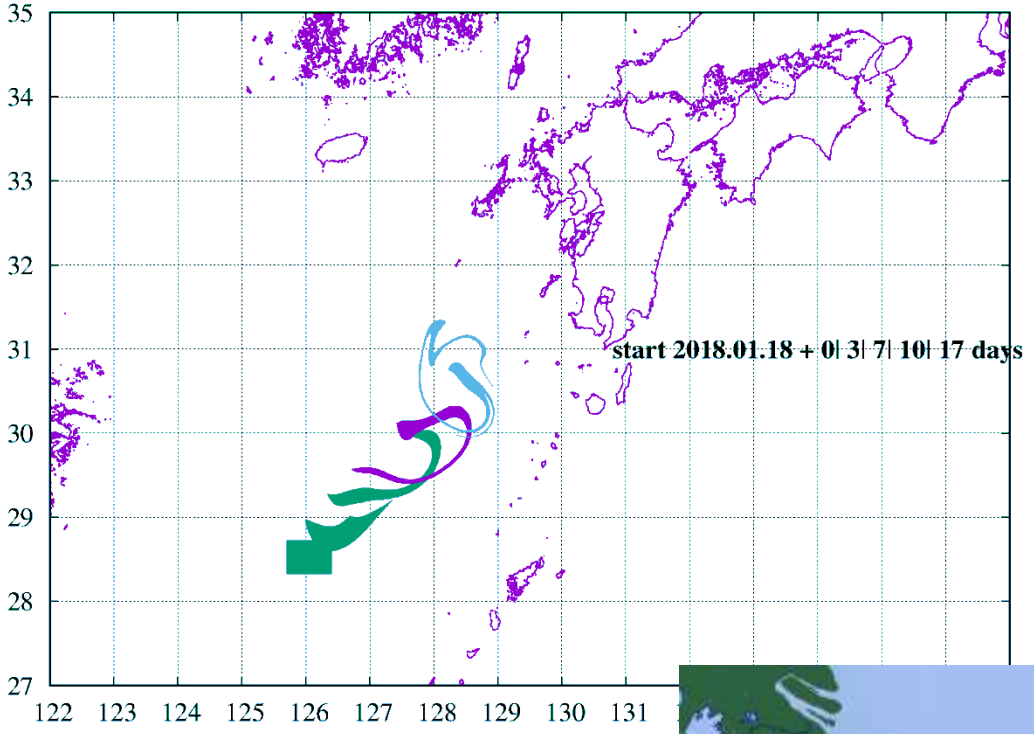
This shows the trajectories of virtual oil particles released from (a) the final resting site of the Sanchi (top-left; 14 January 2018 release) and (b) the vicinity of Amami-Oshima Island (bottom-right; 2 February 2018 release)

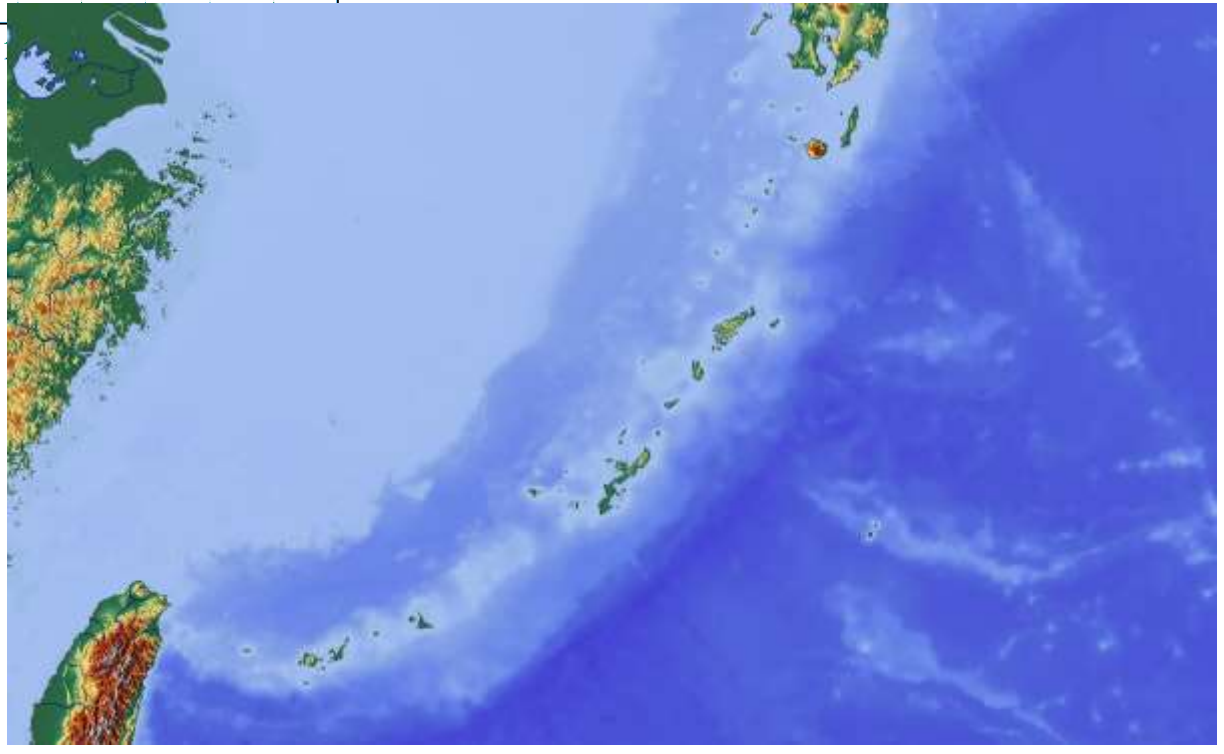
ALOS-2
PALSAR
18 January 2018

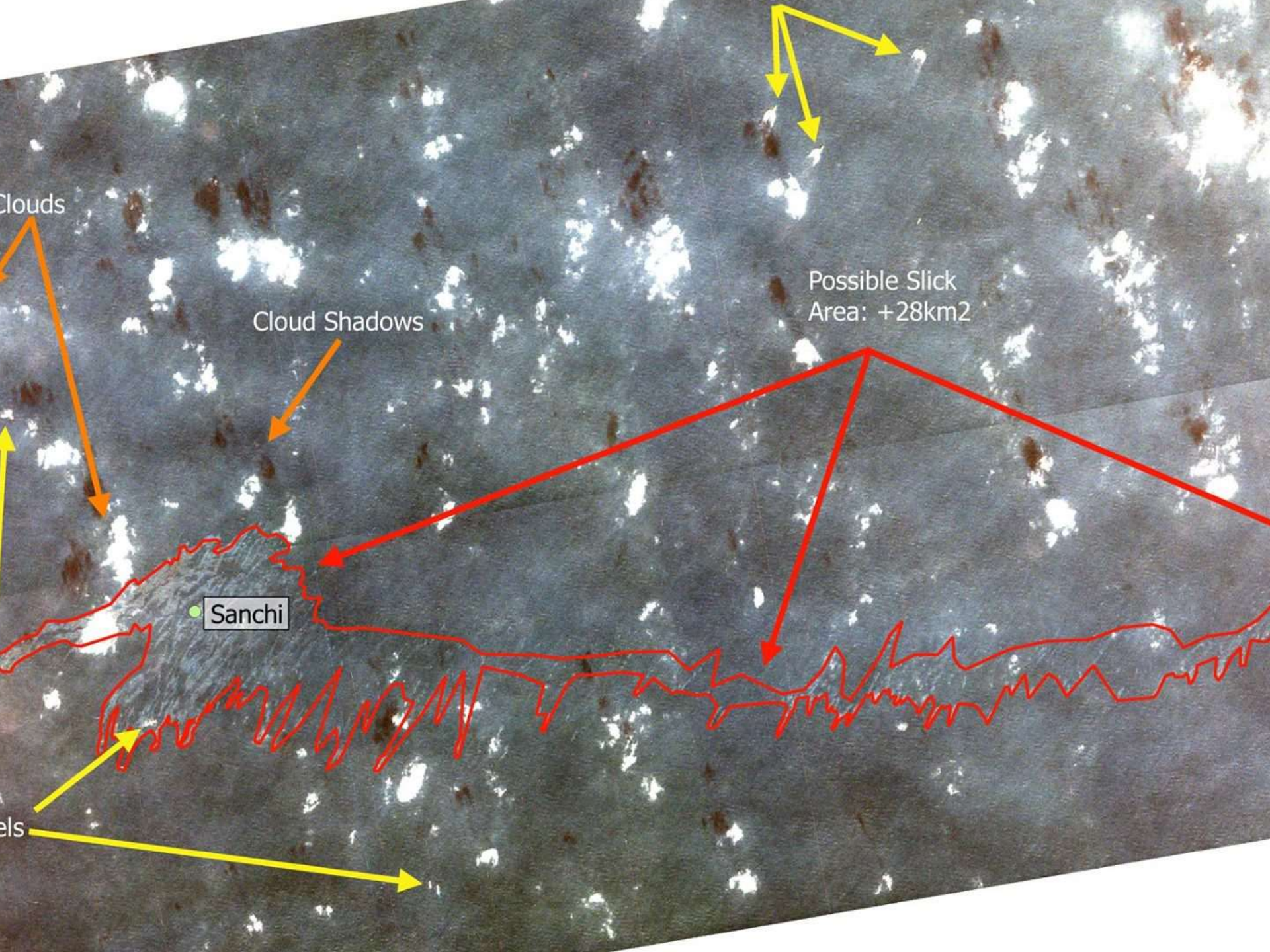


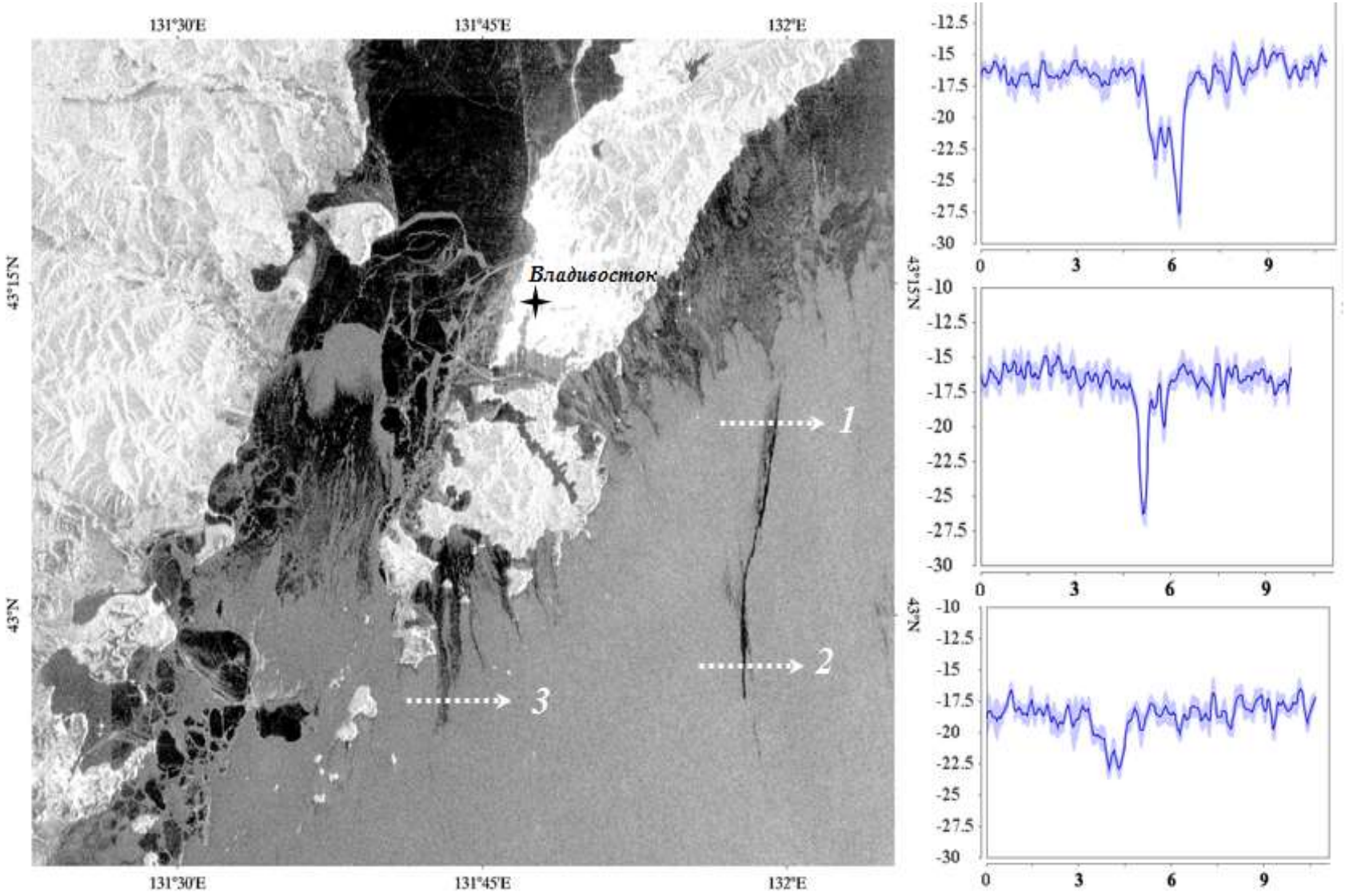
Разлив нефти в Восточно-Китайском море после аварии танкера Sanchi на изображении РСА PALSAR-2 на ГГ поляризации со спутника ALOS-2 18 января 2018 г. в 03:33 Гр.

Sanchi oil spill

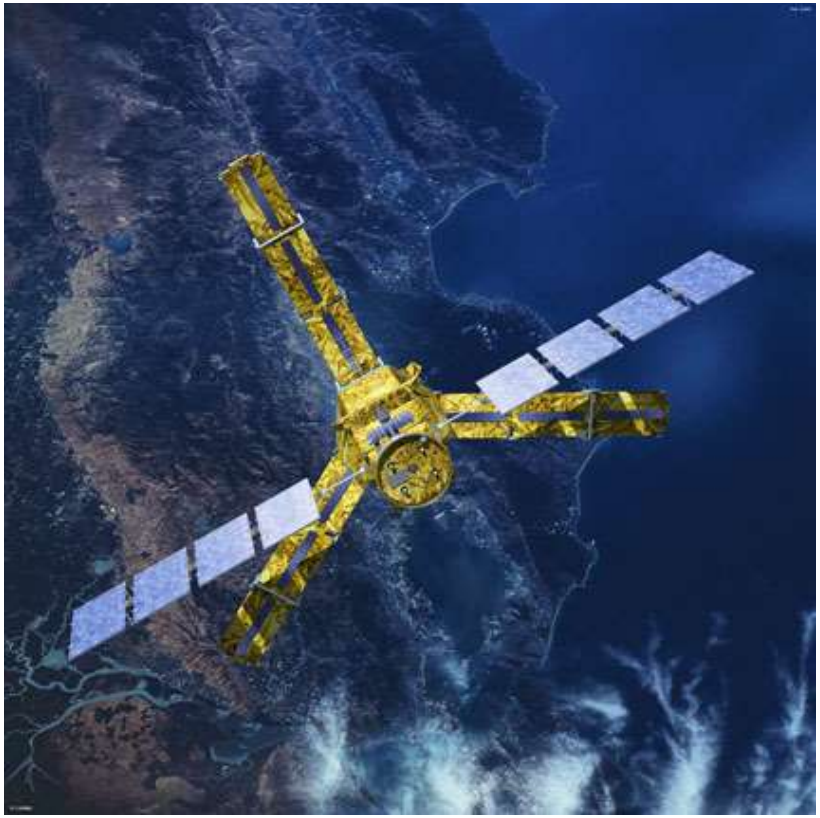


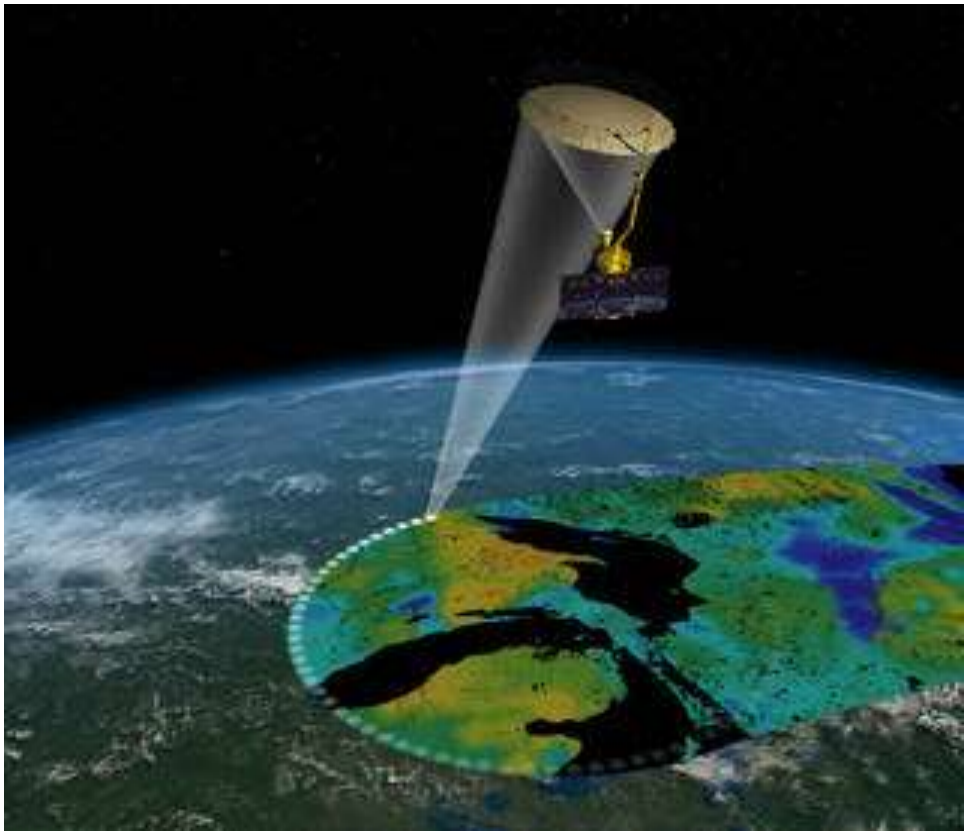



Clouds
Cloud Shadows
Possible Slick
Area: +28km2
Sanchi
els



Зал. Петра Великого на изображении РСА PALSAR-2 на ГГ поляризации со спутника ALOS-2 30 декабря 2017 г. в 03:22 Гр. (а) и профили УЭПР вдоль сечений 1, 2 и 3 через полосы ледяного сала.



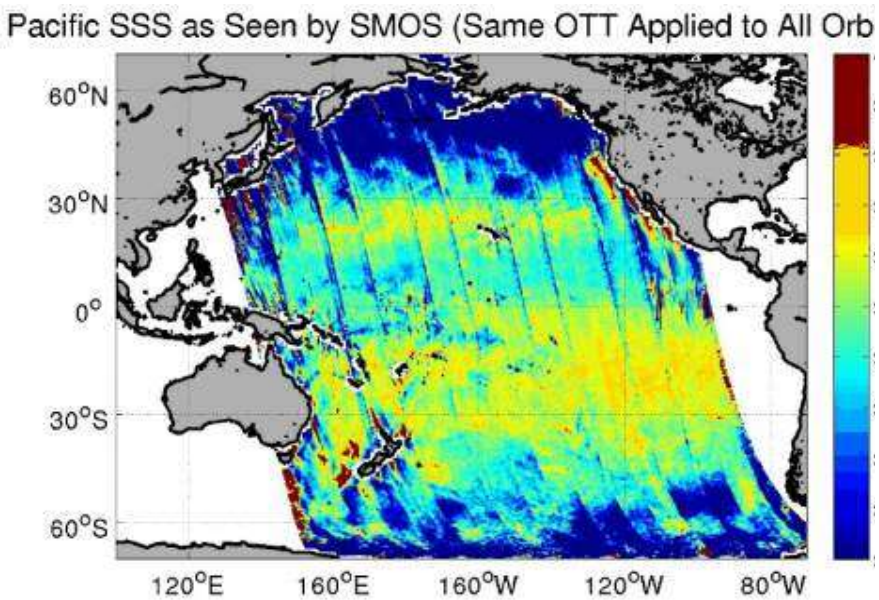


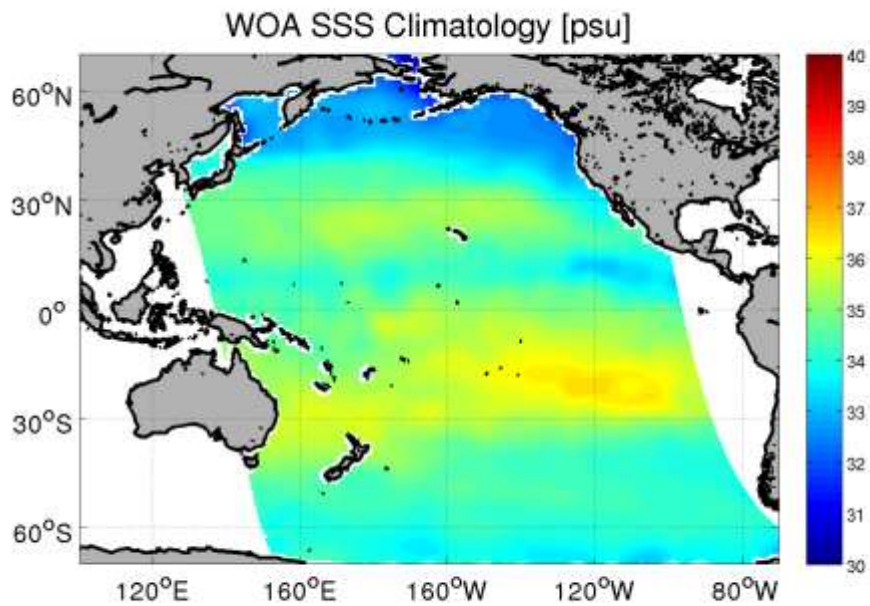
SMOS

SMAP

FIRST SMOS SALINITY MAP

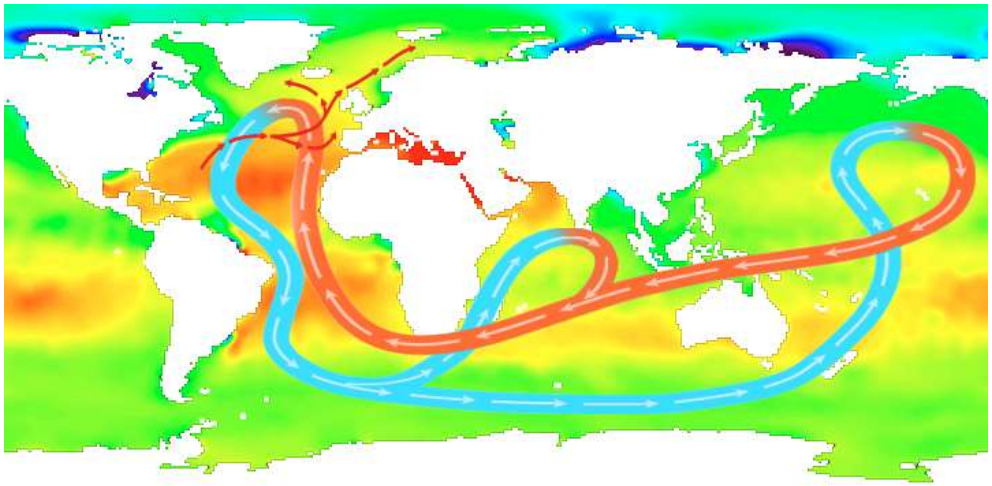
by J. Tenerelli, CLS, Brest, 10 Feb 2010

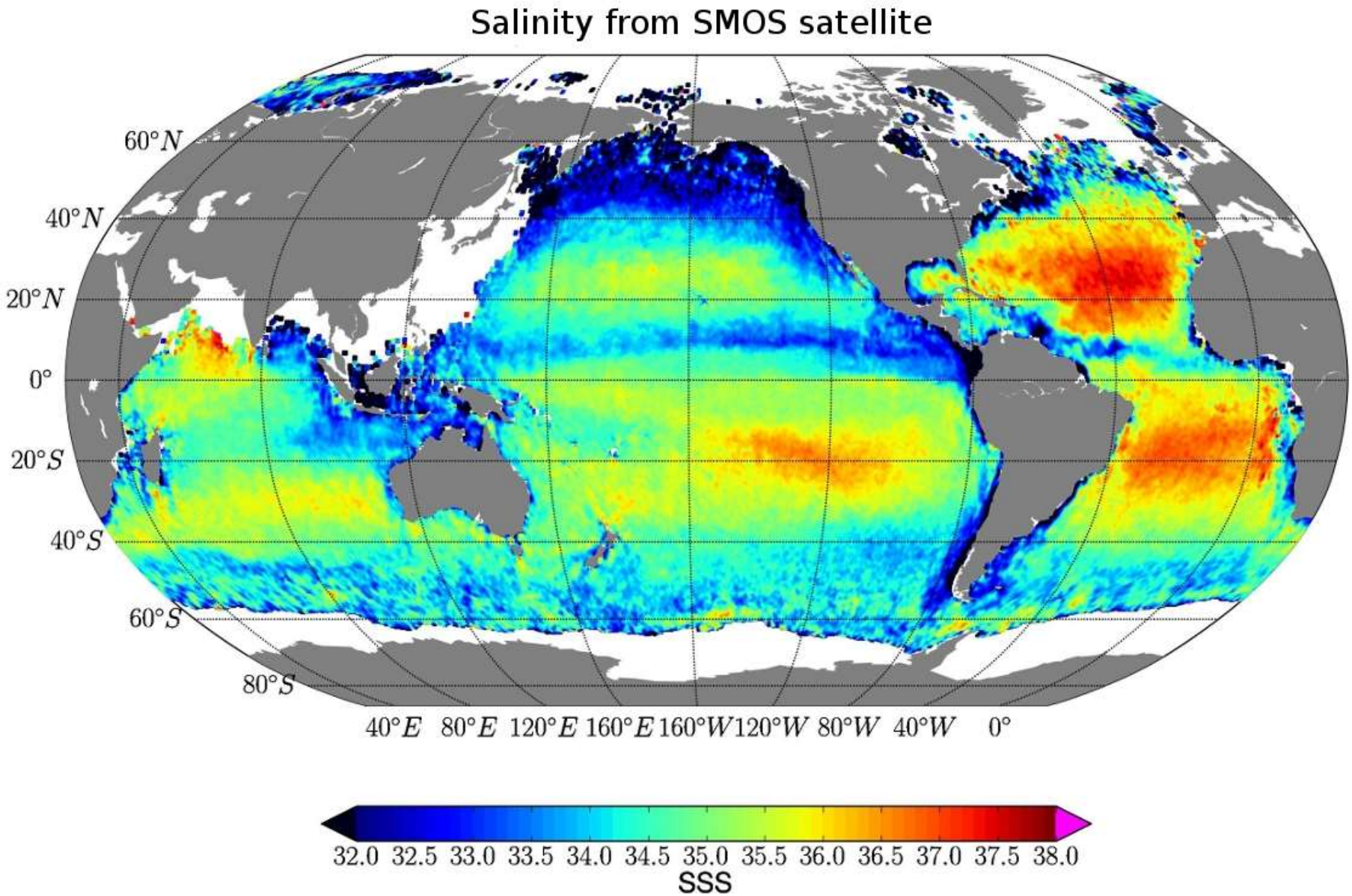




Comparing SSS map generated with 3 days of SMOS data (ascending orbits 29-31 Jan 2010) and World Ocean Atlas climatology for January.

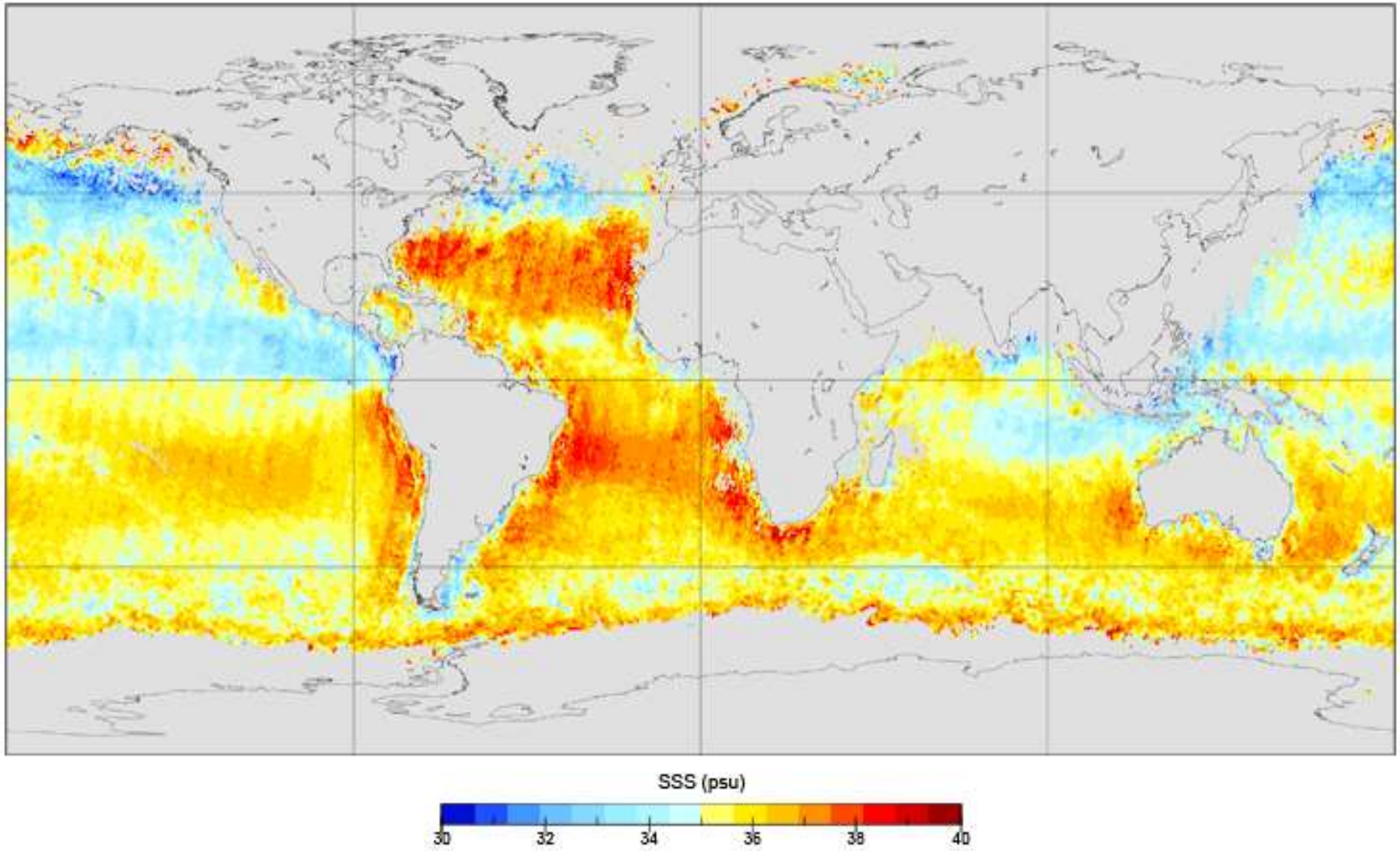
No data averaging. Degraded results in field-of-view borders, near coast, and in areas of strong wind



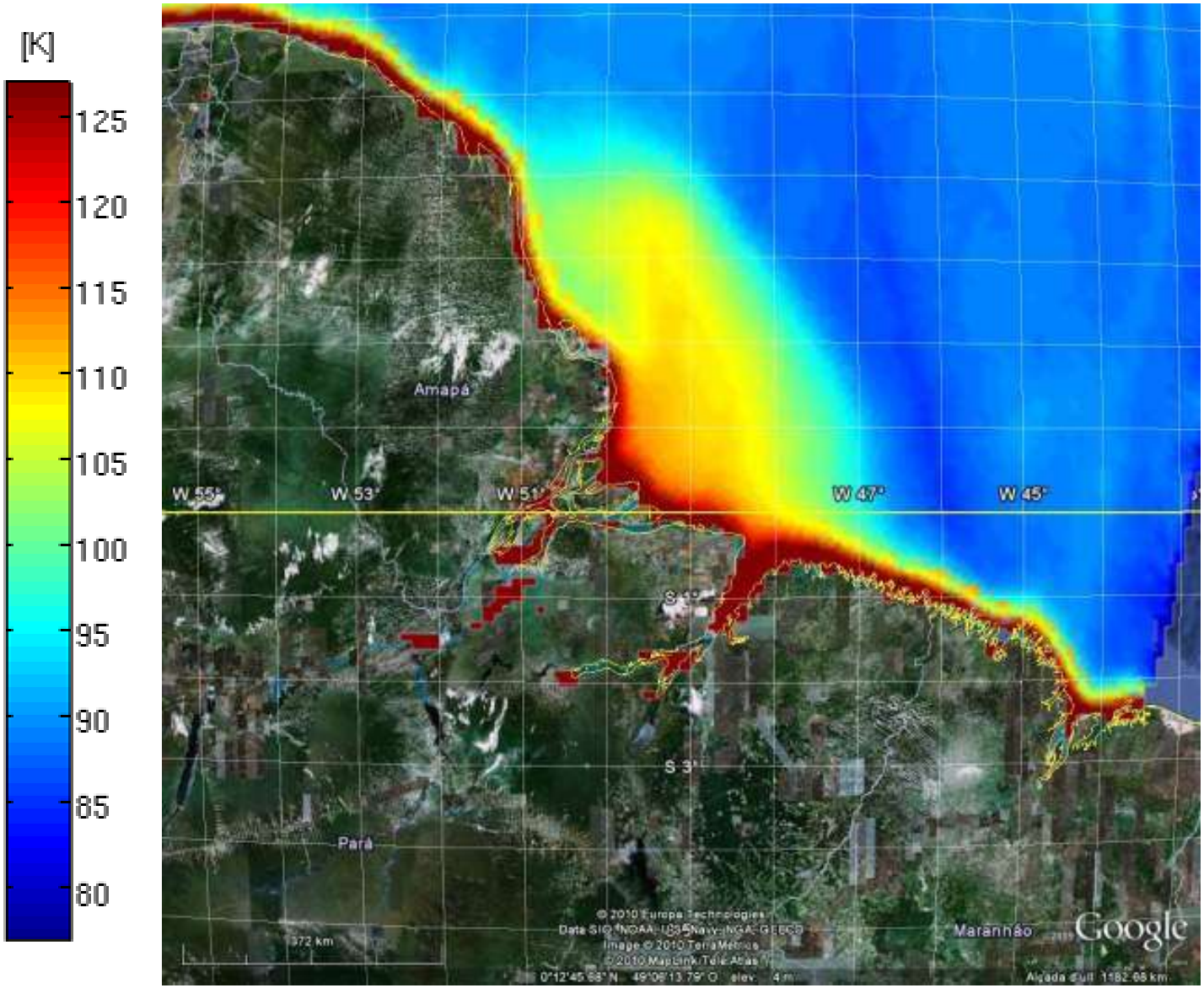

Salinity from SMOS satellite
60°N
40°N
20°N
0°
20°S
40°S
60°S
80°S
40°E 80°E 120°E 160°E 160°W 120°W 80°W 40°W 0°
32.0 32.5 33.0 33.5 34.0 34.5 35.0 35.5 36.0 36.5 37.0 37.5 38.0
SSS

10-days average global salinity map from december 17 to december 27

Generated by Spanish SMOS high level processing centre

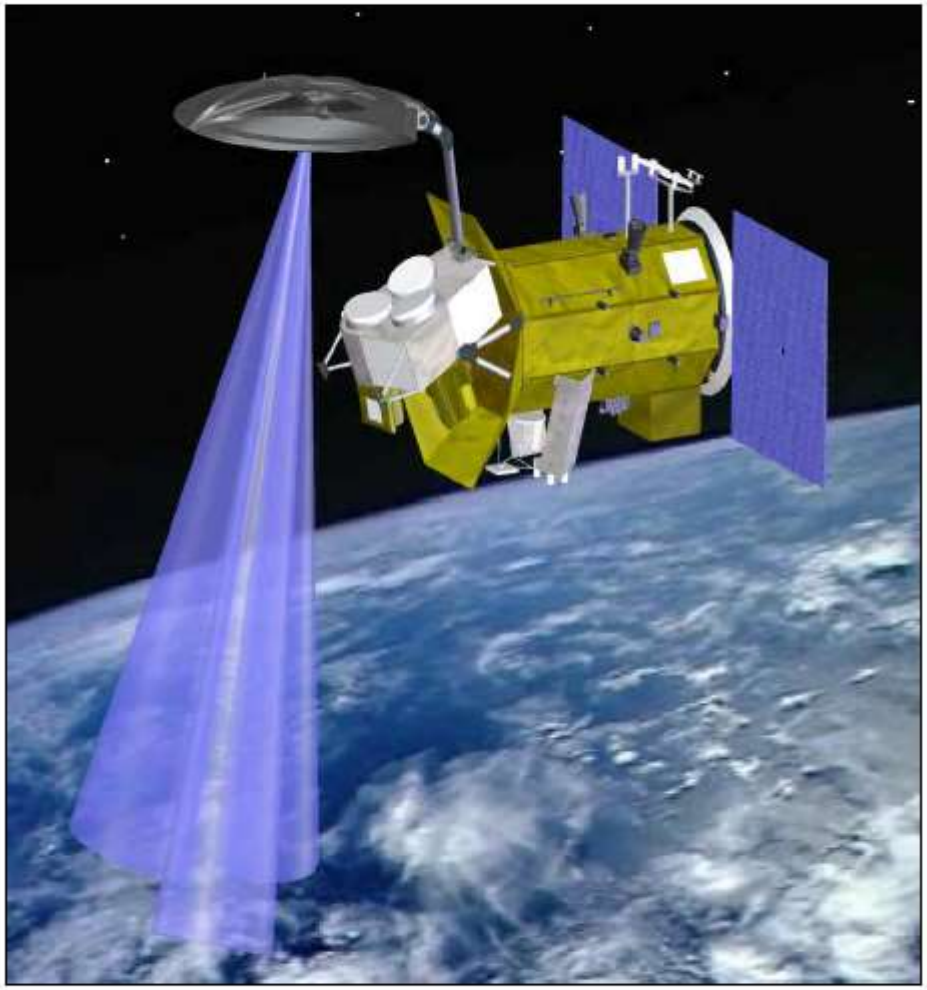


The Amazon plume



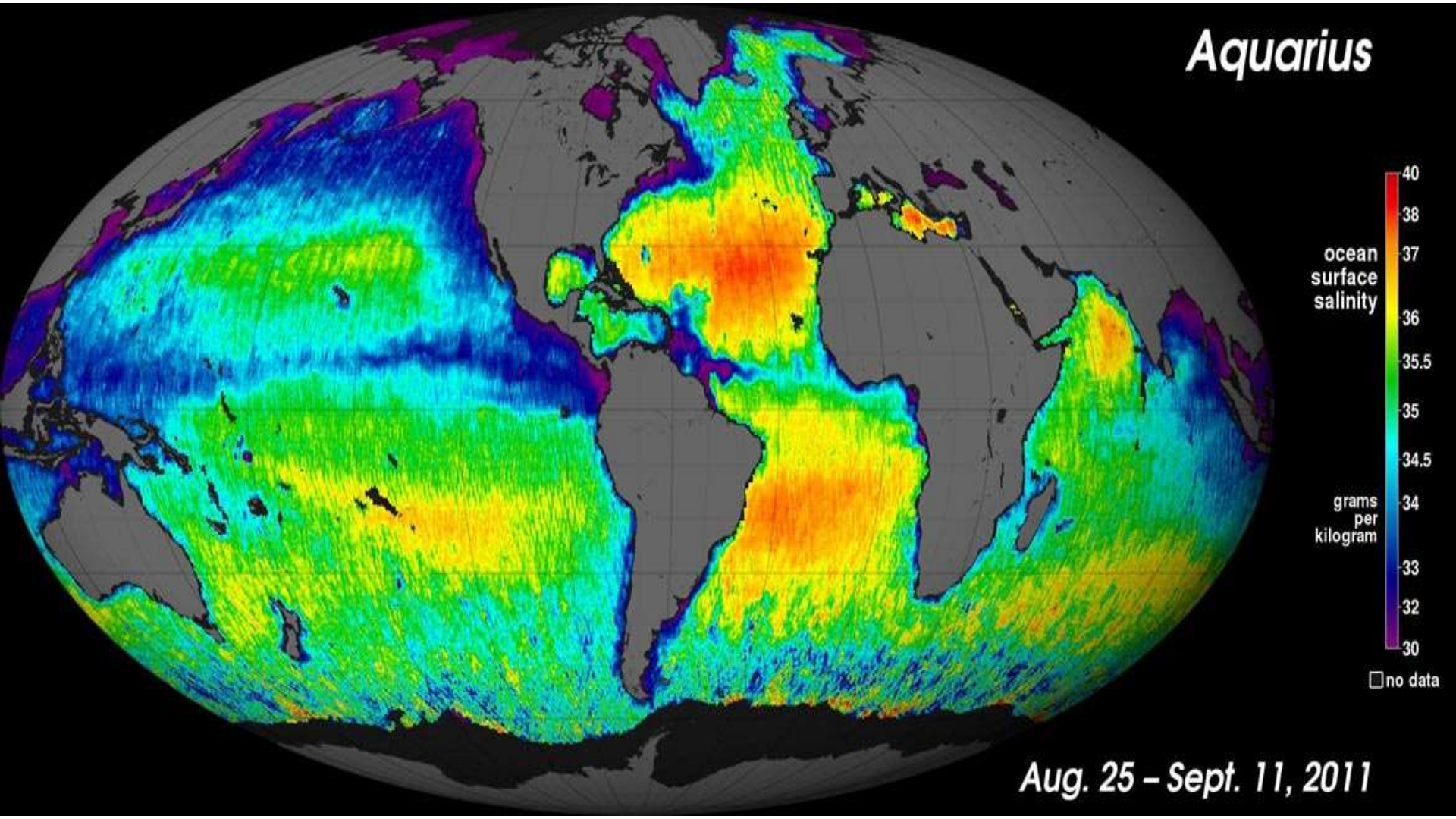
I. Corbella

Higher brightness temperature due to fresh water is seen away of the coast

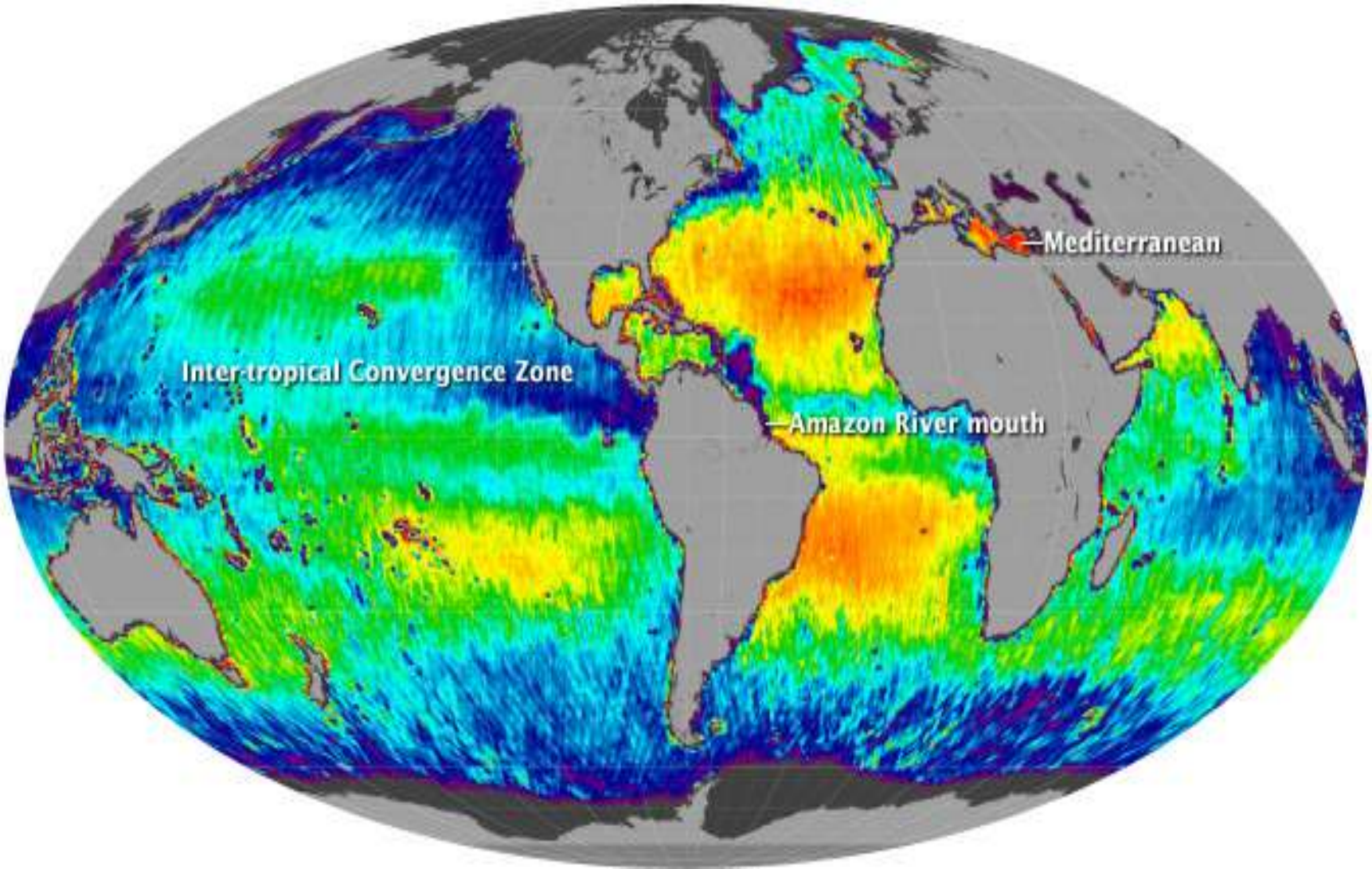


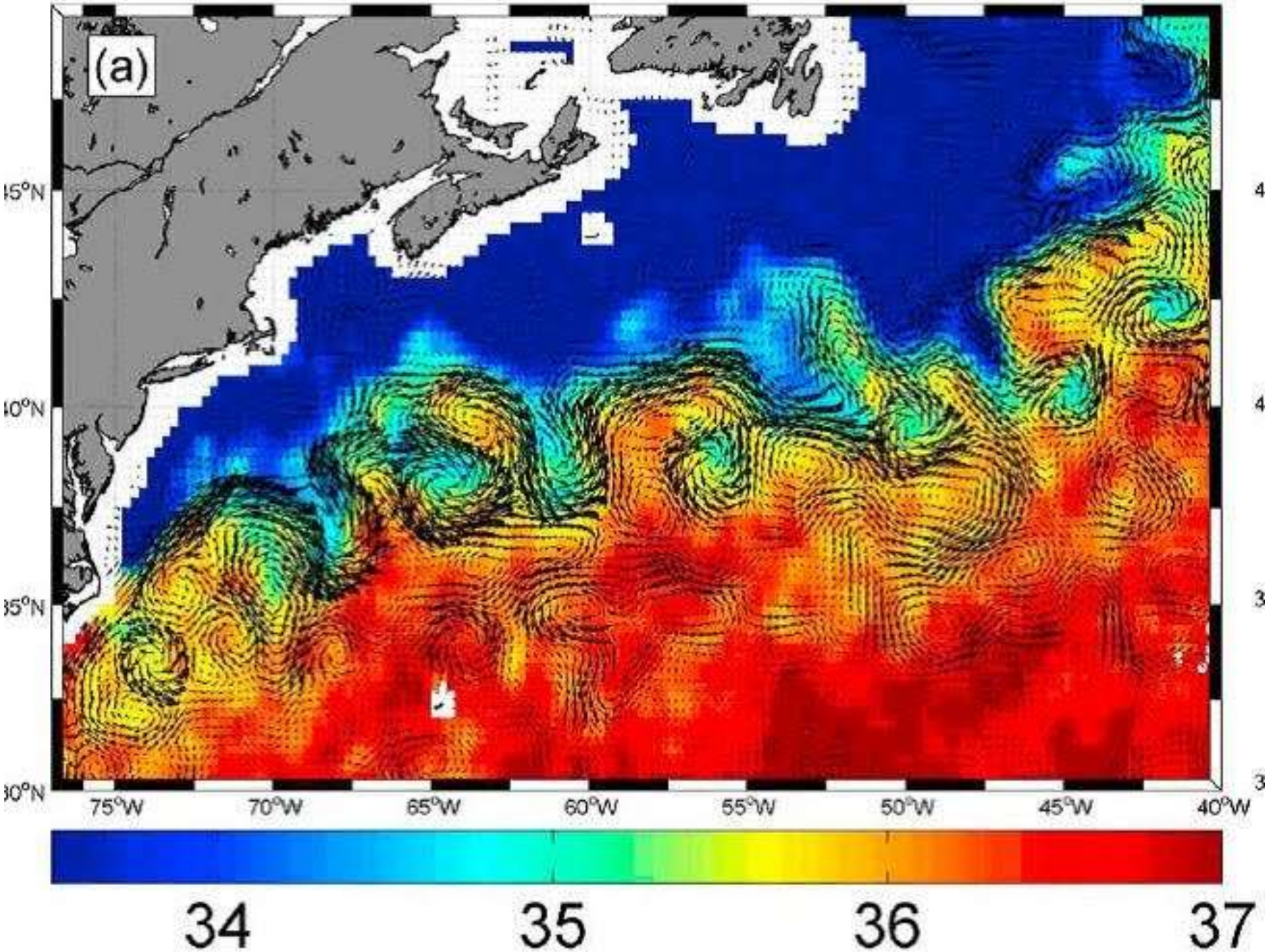
Aquarius

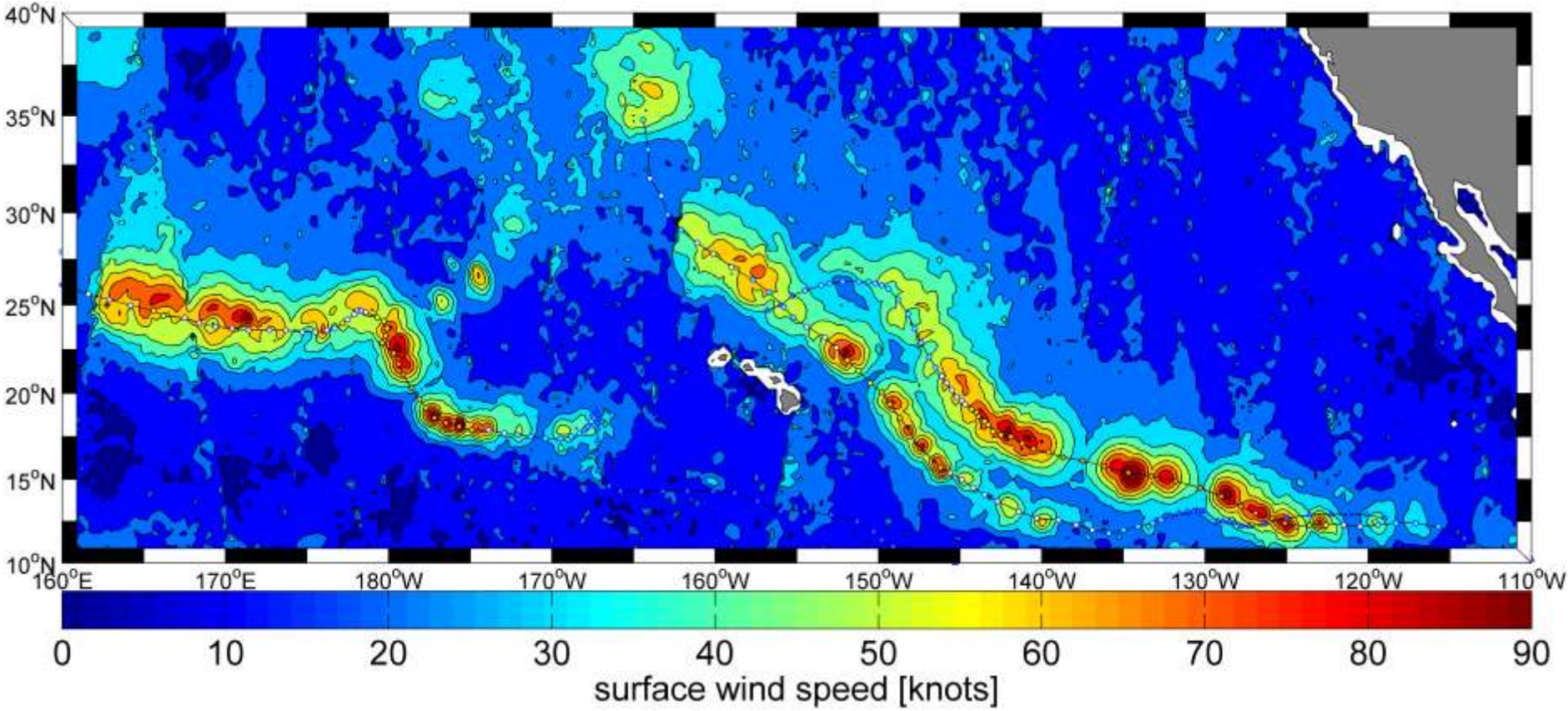
- ***Instrument***
  - ***L-band***
  - ***Radiometer and Radar***
  - ***3 Beam Pushbroom***
  - ***Polarimetric***
  - ***Stable***
- ***Mission***
  - ***Sun-synch orbit 6 am/6pm***
  - ***Night time look***
  - ***675 km Alt; 7 day revisit***
- ***Science***
  - ***Global maps of Sea Surface Salinity***
  - ***Accuracy: 0.2 psu; 150 km; monthly***
  - ***Seasonal and annual variations***


Aquarius
ocean
surface
salinity
grams
per
kilogram
40
38
37
36
35.5
35
34.5
34
33
32
30
no data
Aug. 25 – Sept. 11, 2011

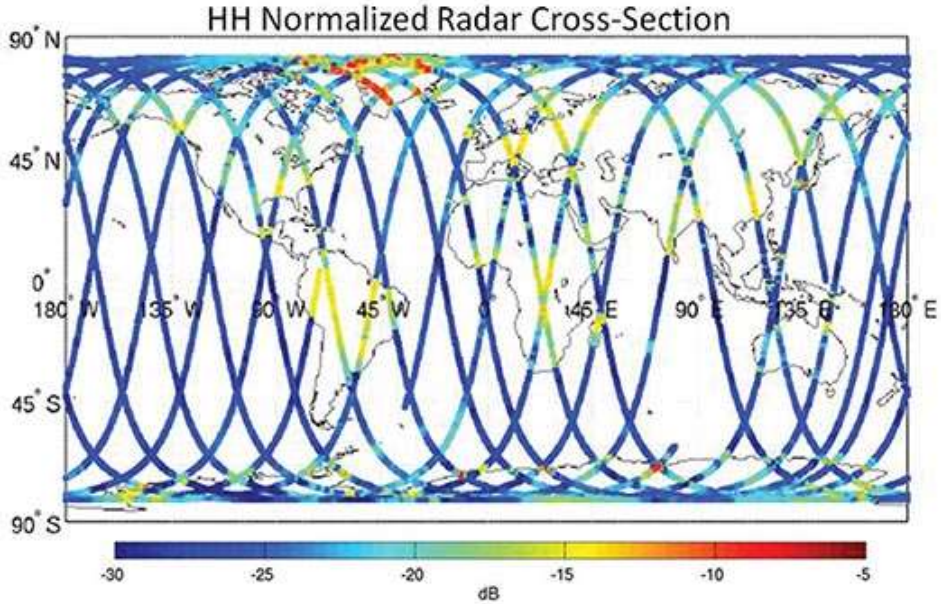
Aquarius. Sea surface salinity. June 2012

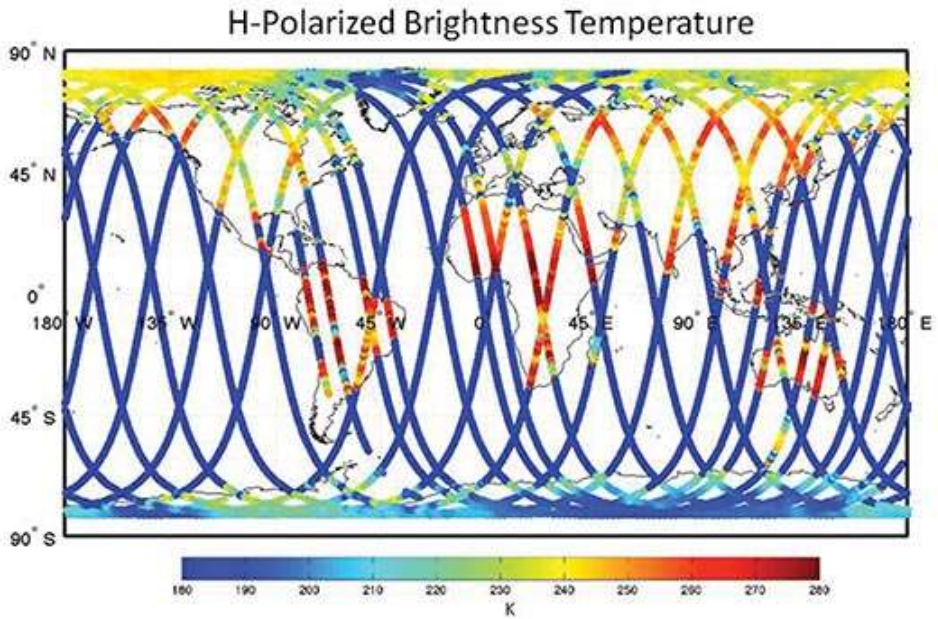



(a)
45°N
40°N
35°N
30°N
75°W
70°W
65°W
60°W
55°W
50°W
45°W
40°W
34
35
36
37

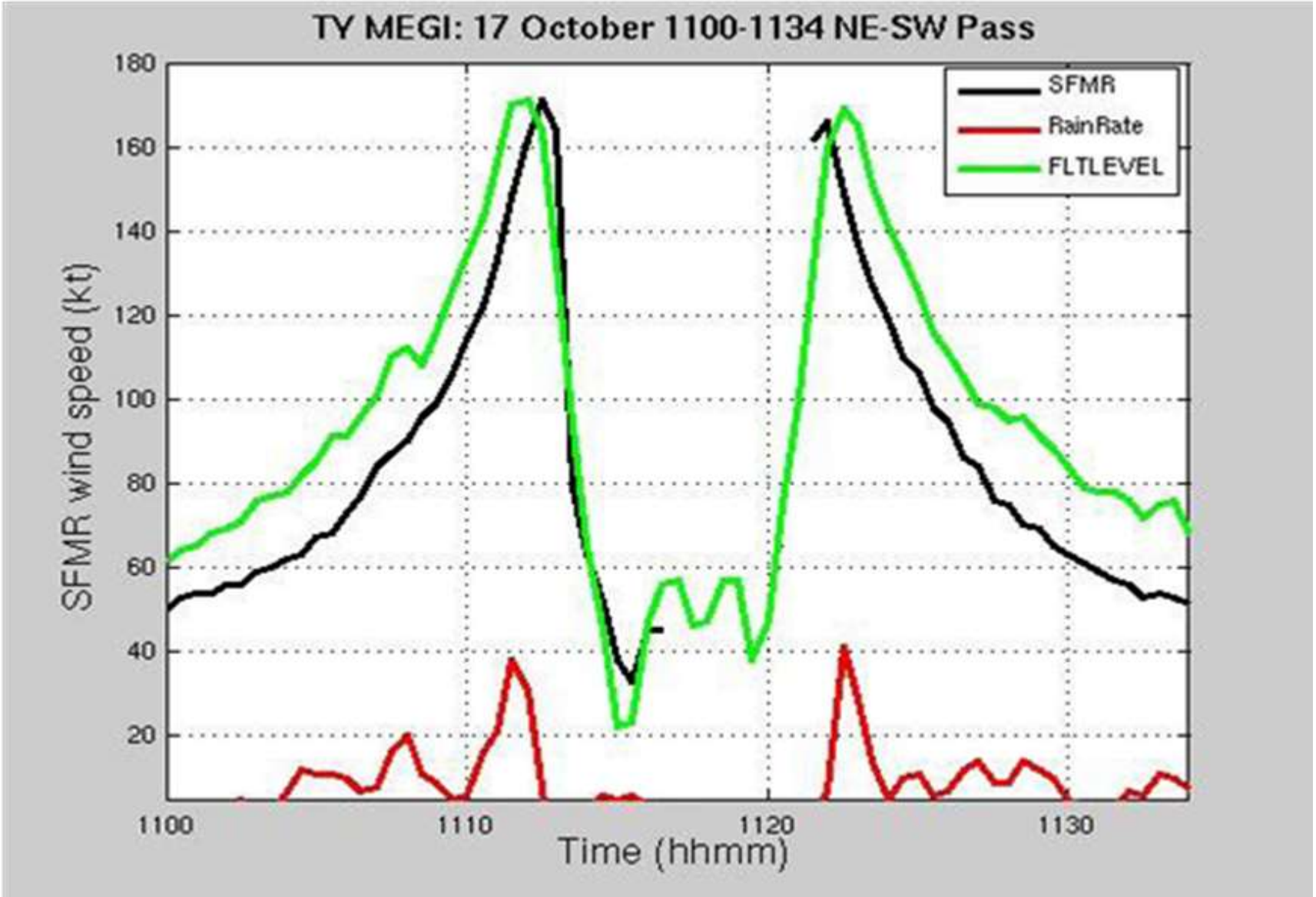

40°N
35°N
30°N
25°N
20°N
15°N
10°N
160°E
170°E
180°W
170°W
160°W
150°W
140°W
130°W
120°W
110°W
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
surface wind speed [knots]

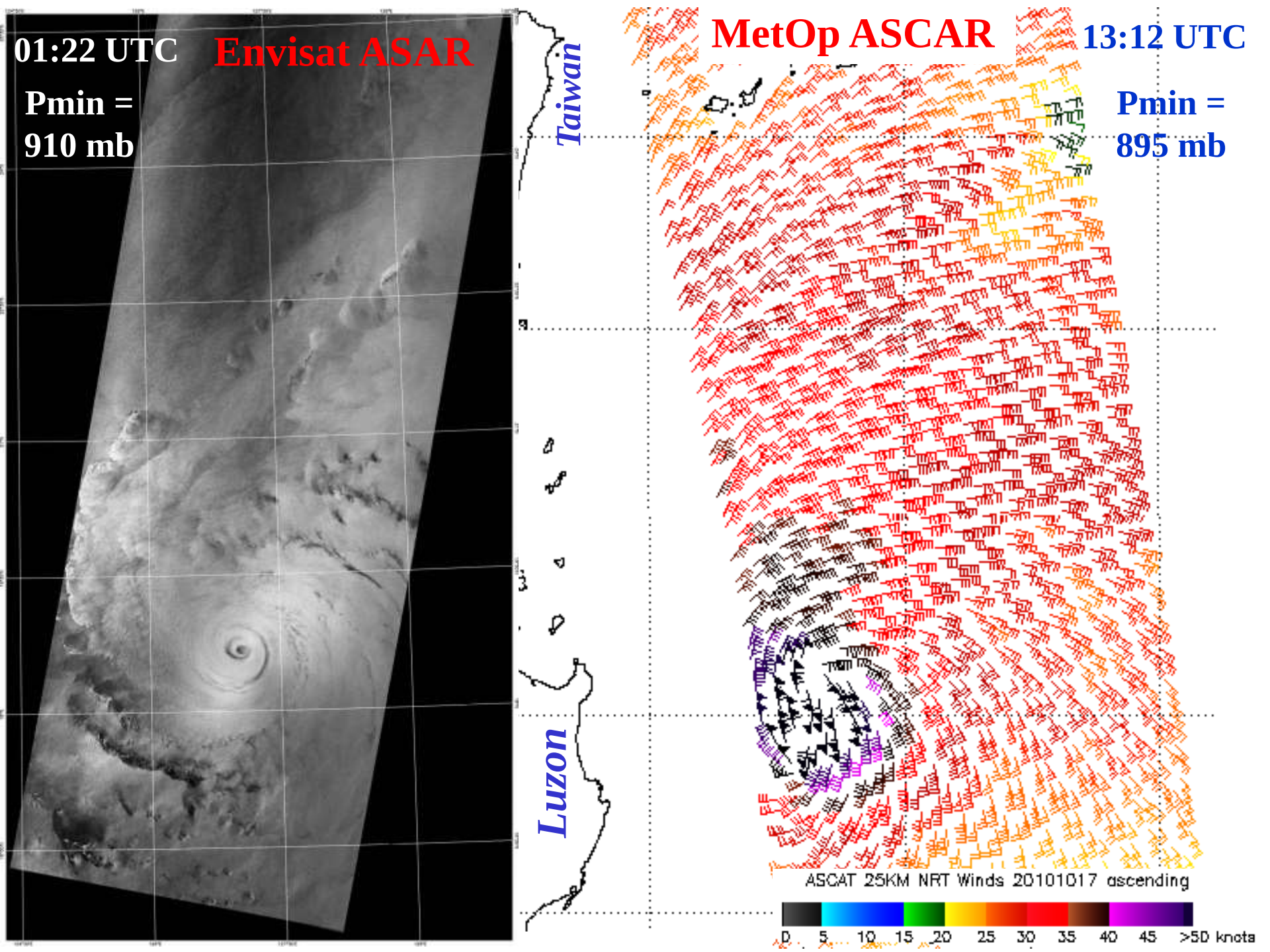
SMAP First Light - Radar and Radiometer Data
Feb 27-28, 2015

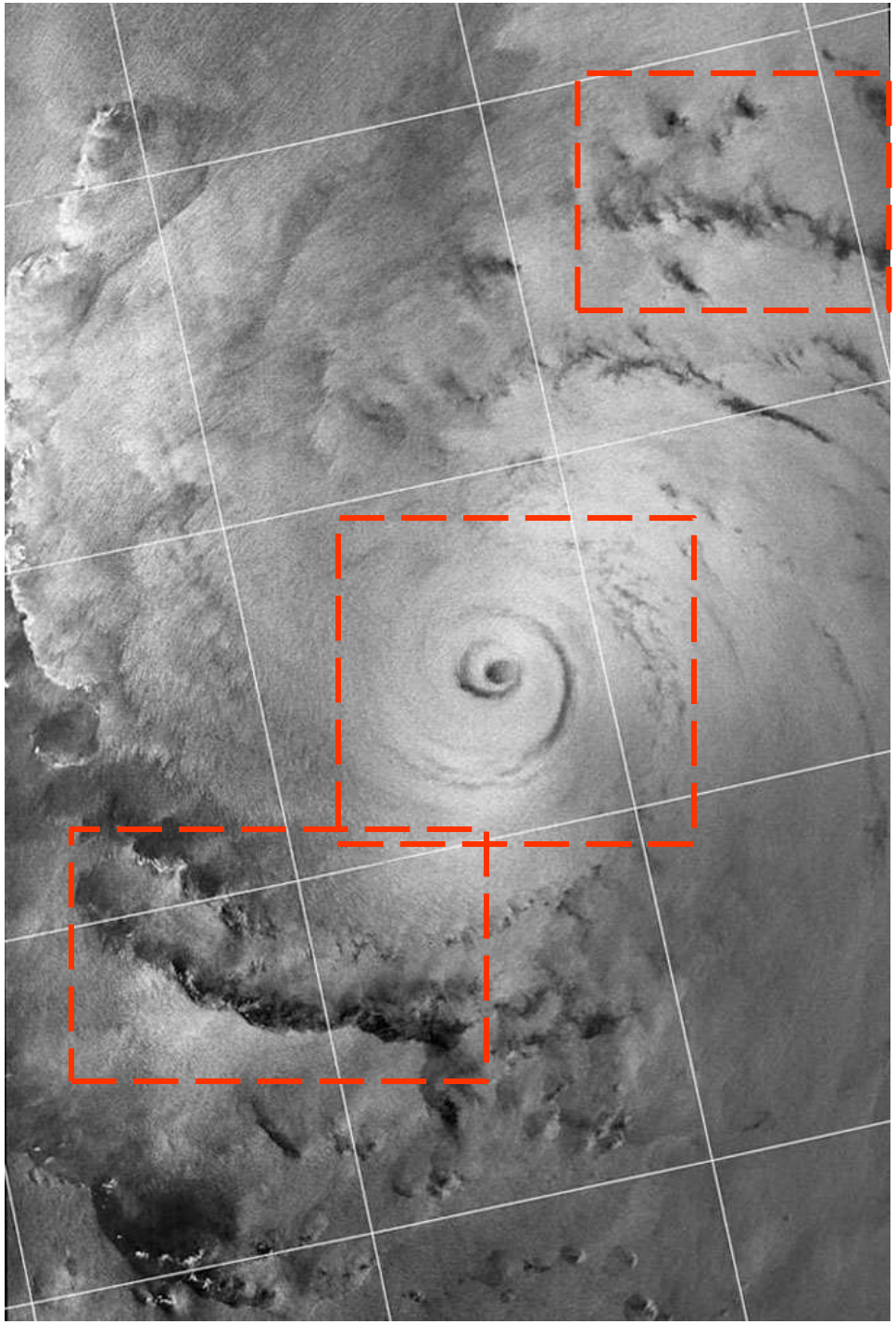


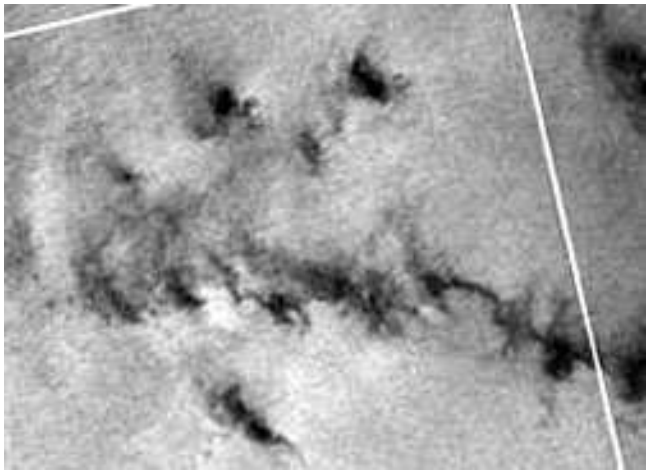


Soil Moisture Active Passive

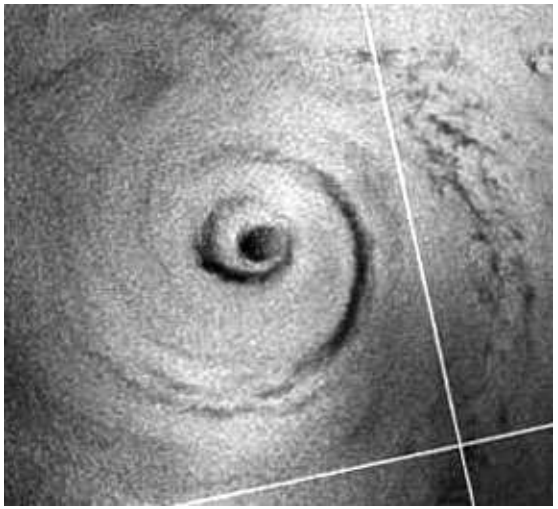

TY MEGI: 17 October 1100-1134 NE-SW Pass
SFMR
RainRate
FLTLEVEL
SFMR wind speed (kt)
180
160
140
120
100
80
60
40
20
1100
1110
1120
1130
Time (hhmm)


01:22 UTC
Envisat ASAR
Pmin =
910 mb
Taiwan
Luzon
MetOp ASCAR
13:12 UTC
Pmin =
895 mb
ASCAT 25KM NRT Winds 20101017 ascending
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 >50 knots





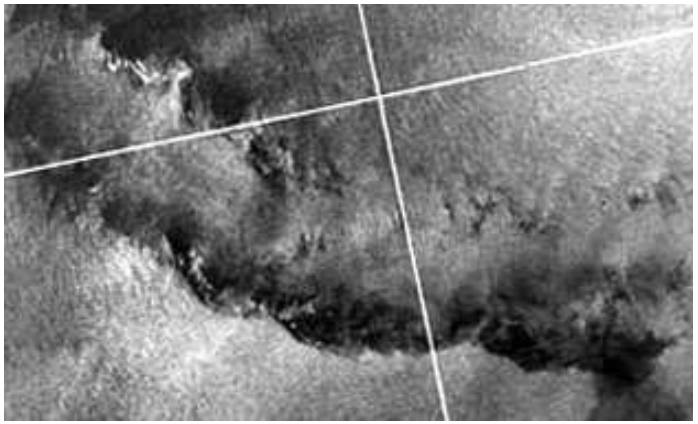
Дождевые ячейки



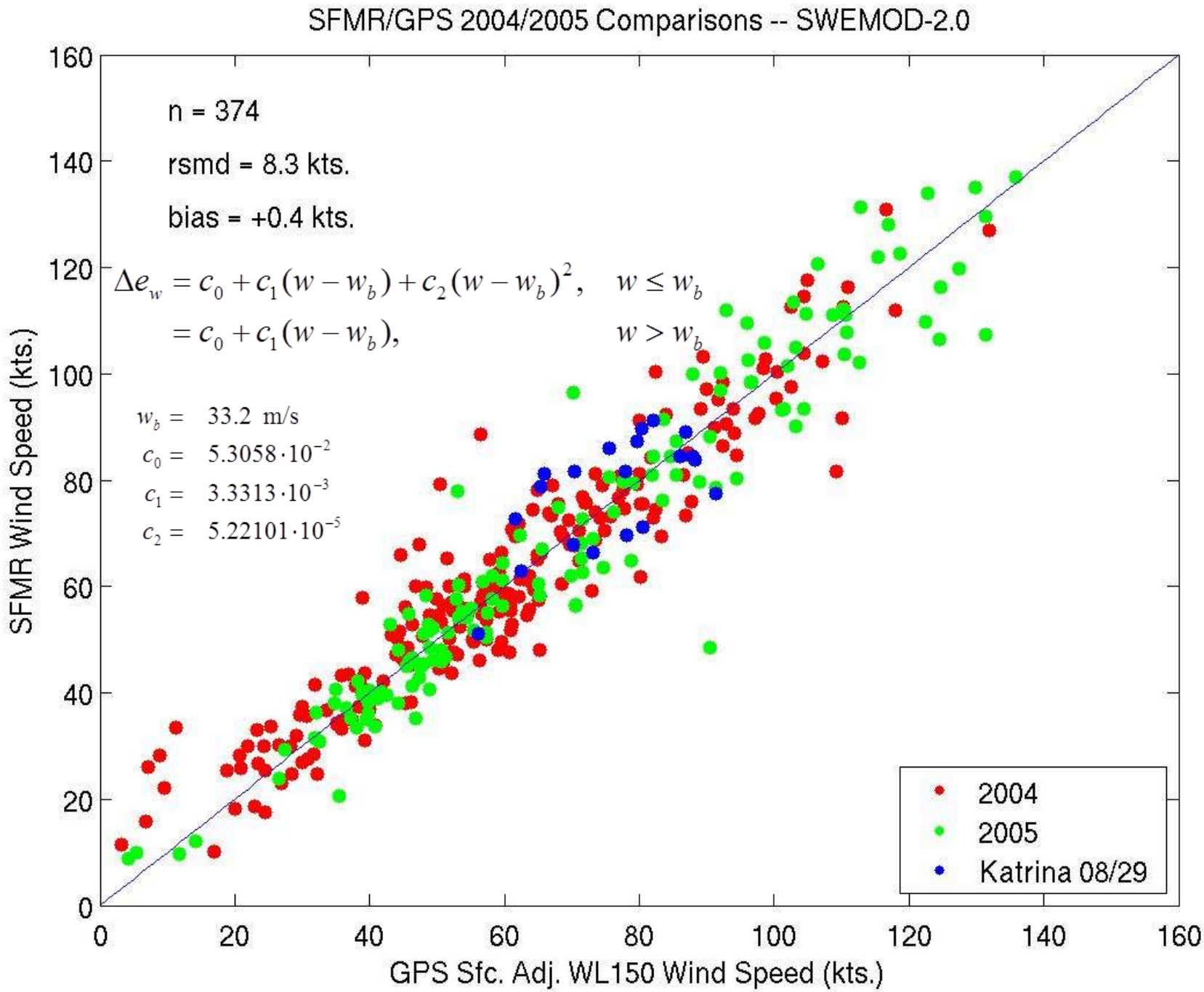
Направление зондирования

Глаз и стена глаза

P_{min} = 910 мб



Дождевая полоса, шквалы


SFMR/GPS 2004/2005 Comparisons -- SWEMOD-2.0
n = 374
rsmd = 8.3 kts.
bias = +0.4 kts.
$\Delta e_w = c_0 + c_1(w - w_b) + c_2(w - w_b)^2, \quad w \le w_b$
$= c_0 + c_1(w - w_b), \quad w > w_b$
$w_b = 33.2$ m/s
$c_0 = 5.3058 \cdot 10^{-2}$
$c_1 = 3.3313 \cdot 10^{-3}$
$c_2 = 5.22101 \cdot 10^{-5}$
2004
2005
Katrina 08/29
SFMR Wind Speed (kts.)
GPS Sfc. Adj. WL150 Wind Speed (kts.)
0
20
40
60
80
100
120
140
160

КАЛИБРОВКА и ВАЛИДАЦИЯ данных зондирования. Перенос излучения.

Чтобы российские метеоспутники стали составной частью Всемирной метеорологической системы, необходима аккуратная калибровка данных дистанционных измерений.

Российский Кельвин должен быть равен зарубежному Кельвину!

Калибровка инструментов, алгоритмы восстановления геофизических параметров и валидация продуктов – важнейшие составляющие каждого спутникового эксперимента.

Разработка алгоритмов, наземные эксперименты по калибровке и валидации данных дистанционных измерений начинаются за 3-5 лет до запуска спутника и продолжаются годы после запуска.

Космические агентства объявляют международные конкурсы проектов по разработке алгоритмов восстановления геофизических параметров, по калибровке данных зондирования и валидации параметров, организуют независимое сравнение алгоритмов на основе обработки больших объемов данных, выбирают оперативные и научно-исследовательские алгоритмы.

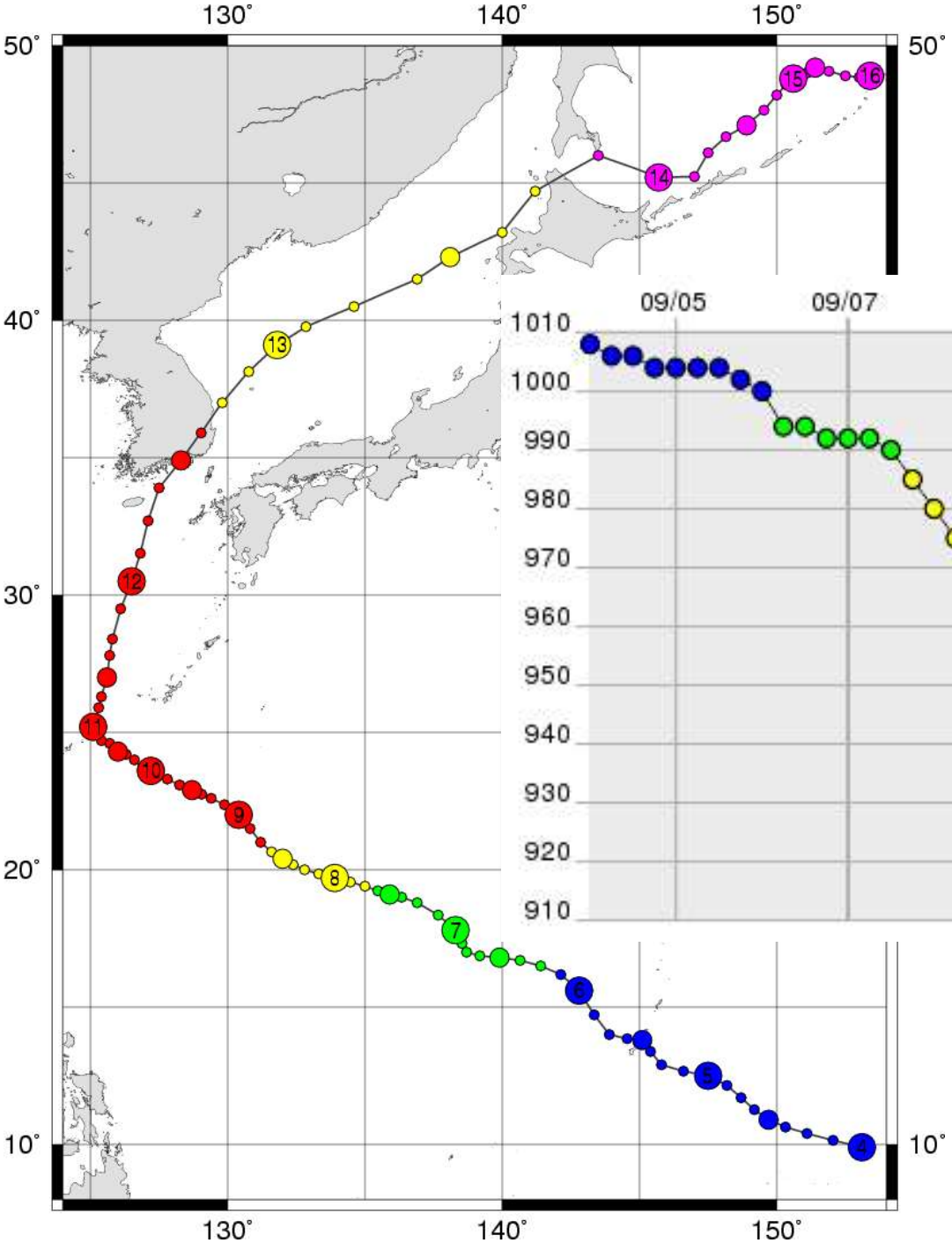
Оперативные алгоритмы вводятся в компьютеры до запуска спутника и используются для обработки данных зондирования. Данные передаются также разработчикам для настройки алгоритмов.

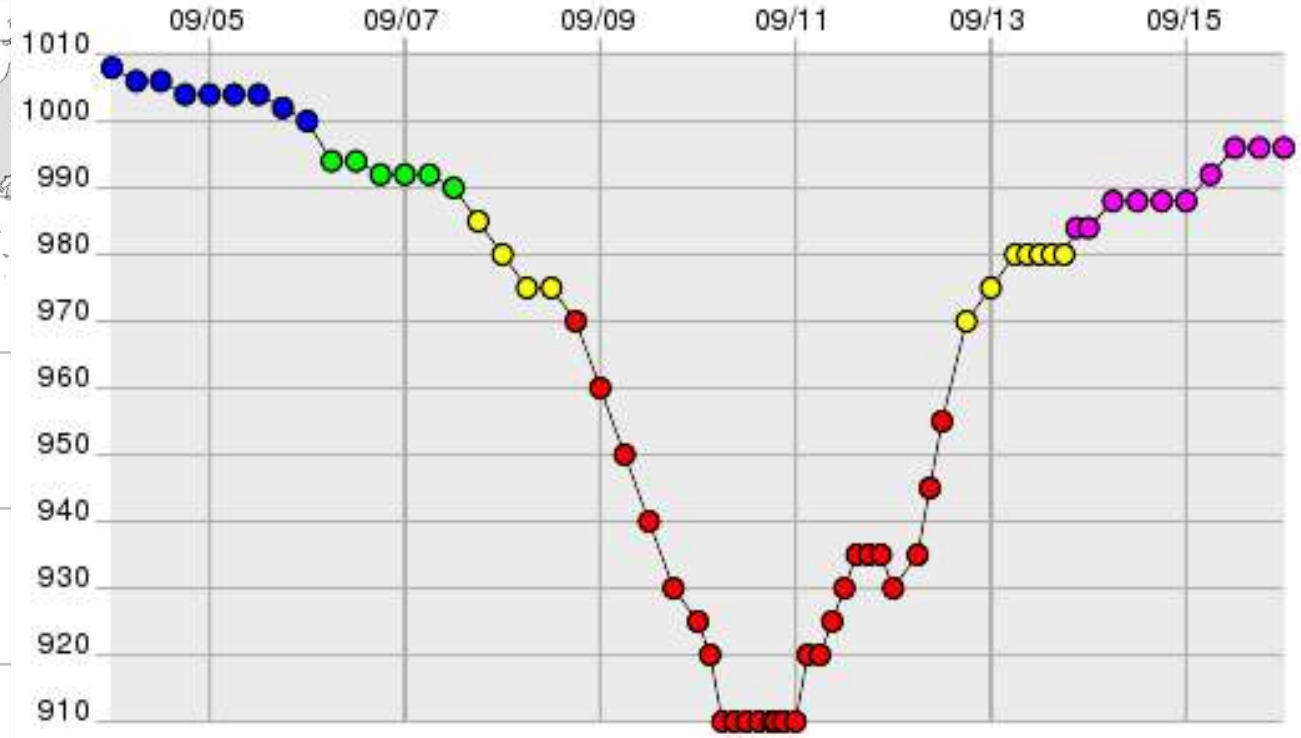
Радиочастотные помехи - RFI

RFI - источник ошибок при оценке ТПО и скорости ветра. В меньшей степени RFI влияют на восстановление паросодержания атмосферы, водозапаса облаков и интенсивность осадков. Ошибки обусловлены, в основном, излучением сигналов (включая ТВ и радио) с коммерческих спутников на геостационарных орбитах, когда сигнал отражается от поверхности океана и попадает в ДНА радиометра. Источником помех являются также наземные устройства. Интенсивность и площадь антропогенных RFI растут. Обнаружить сильные источники и выделить области, на которые они воздействуют, довольно просто. Задача обнаружения слабых источников - трудна. Необходим мониторинг пространственных и временных характеристик RFI, чтобы избежать появления ложных трендов в исследовании климата. Появление новых более мощных спутников связи с большим покрытием Земли и использование более широкого диапазона частот вблизи полос, выделенных для радиоастрономии и радиометрии, означает, что в будущем источники RFI будут изменяться, а их влияние возрастать.

Maemi

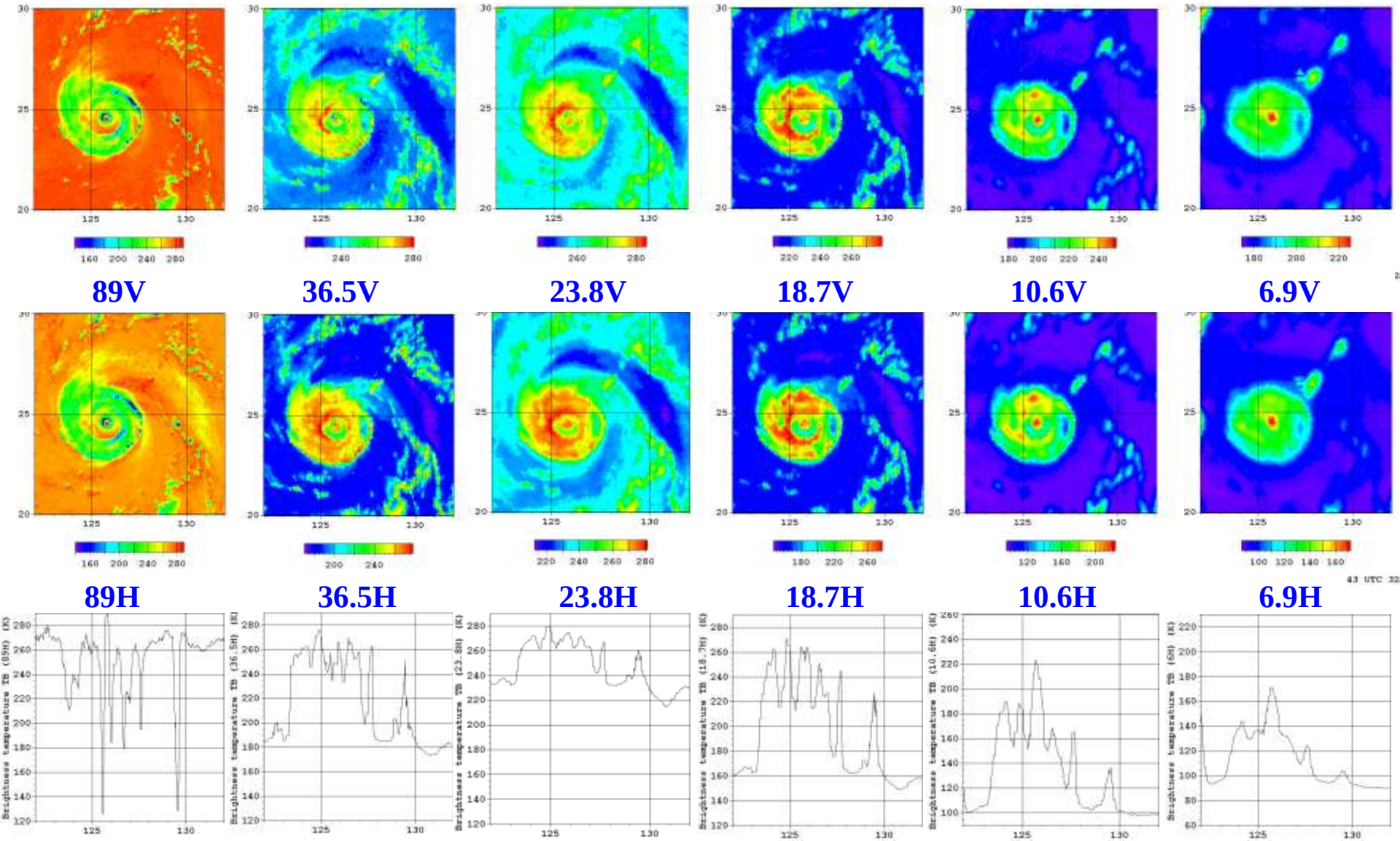
Trajectory and central pressure
4-16 September 2003



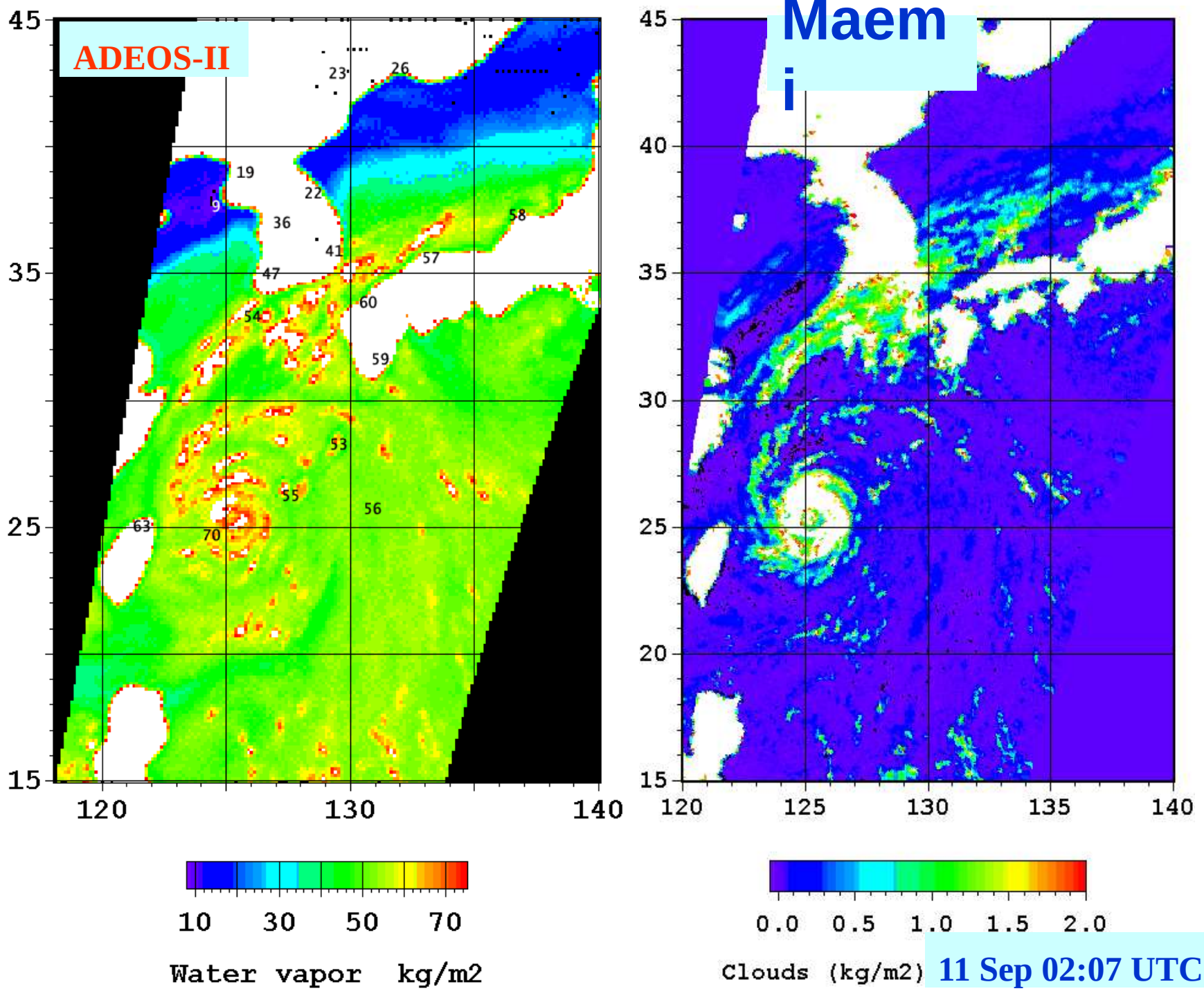


Maemi is the Korean name for a cicada that legend says chirps madly to warn of a coming typhoon.

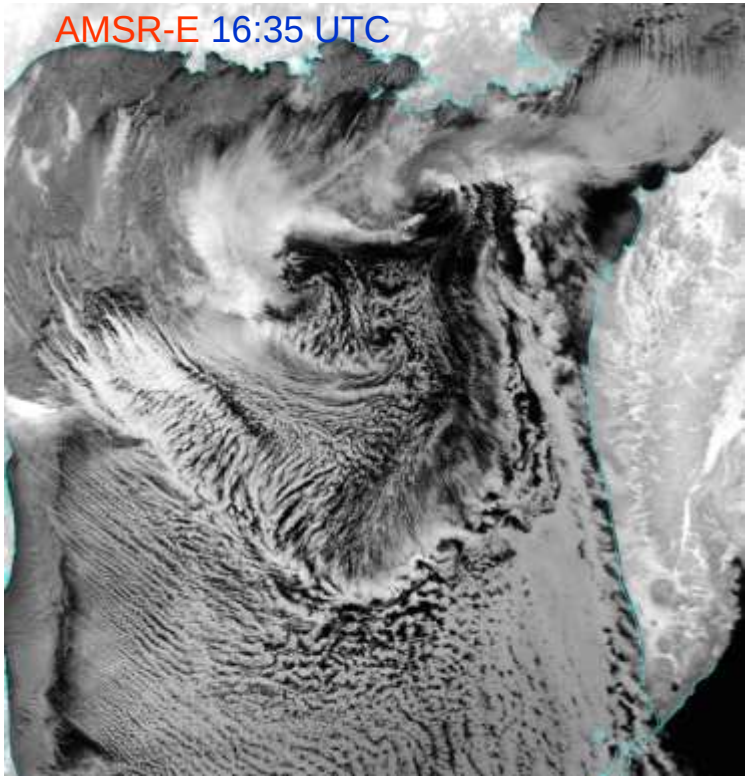
Typhoon Maemi

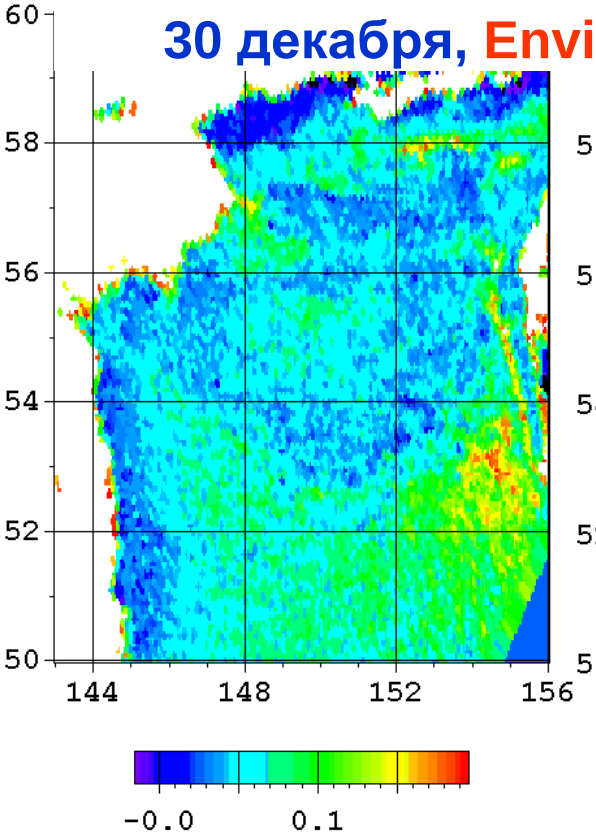


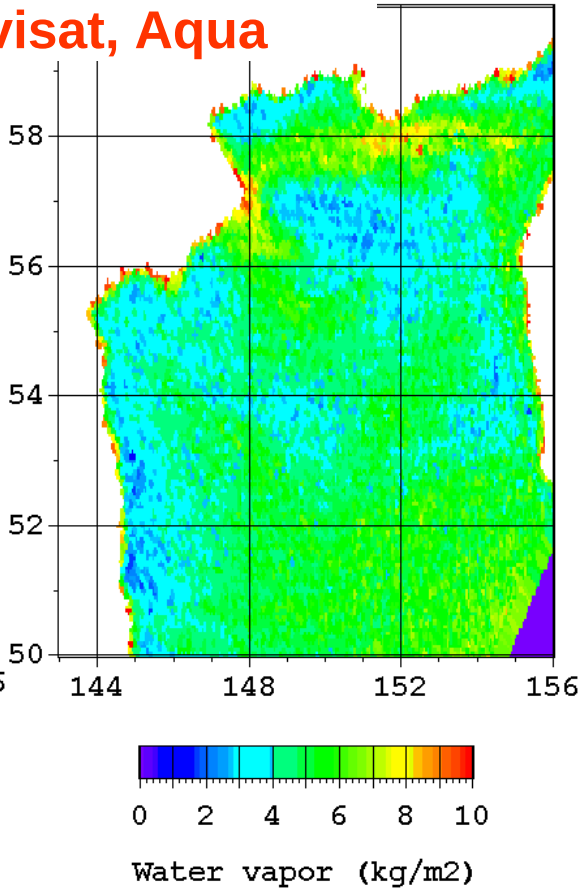
AMSR brightness temperatures of typhoon Maemi taken on 10 Sep 2003 at 13:43UTC

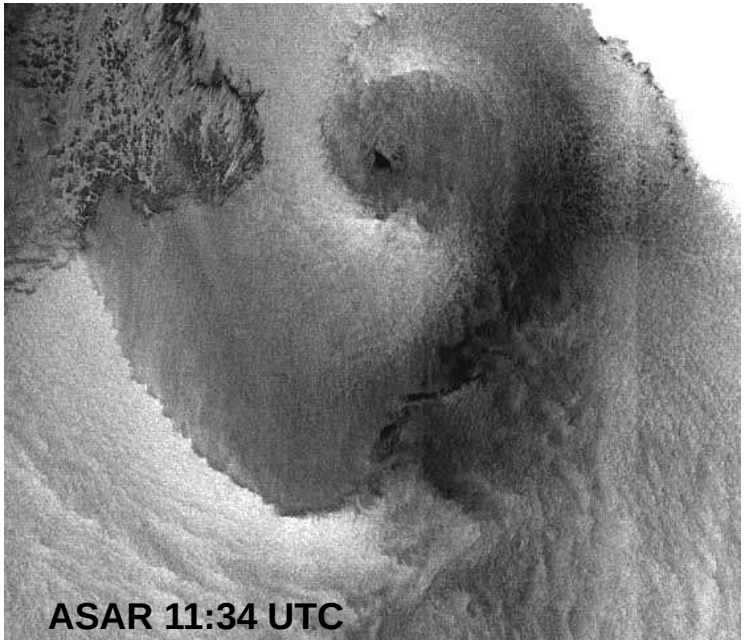

ADEOS-II
Maemi
45
35
25
15
120
130
140
10
30
50
70
Water vapor kg/m2
45
40
35
30
25
20
15
120
125
130
135
140
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
Clouds (kg/m2)
11 Sep 02:07 UTC

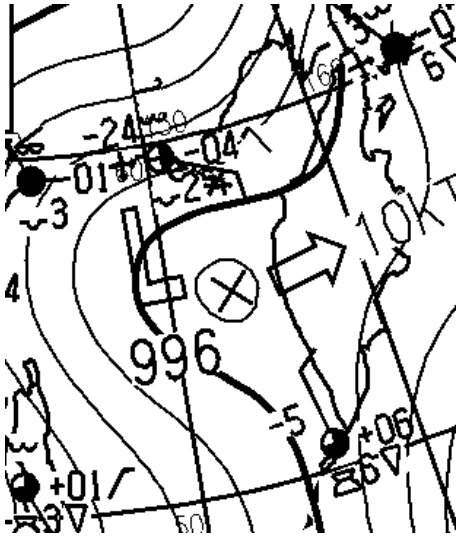
30 декабря, Envisat, Aqua



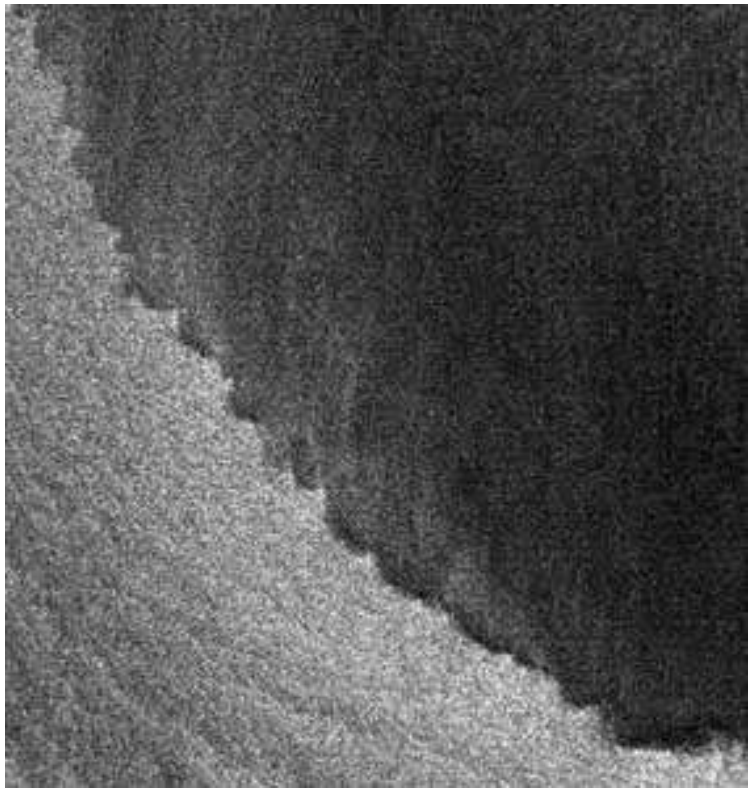








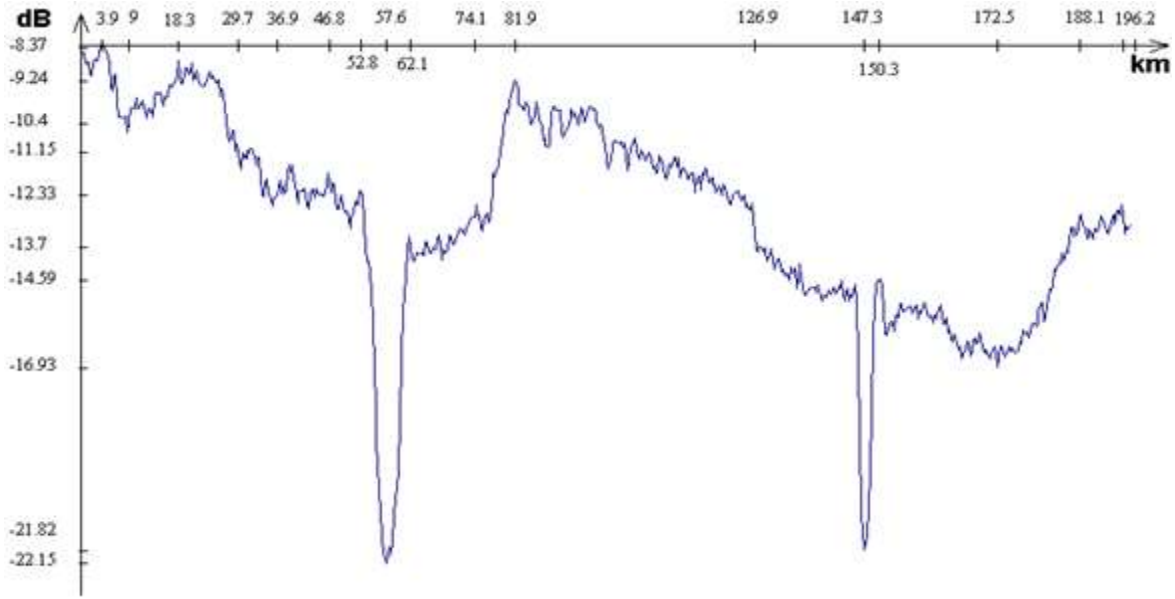
Surface analysis map of the JMA for 12 UTC



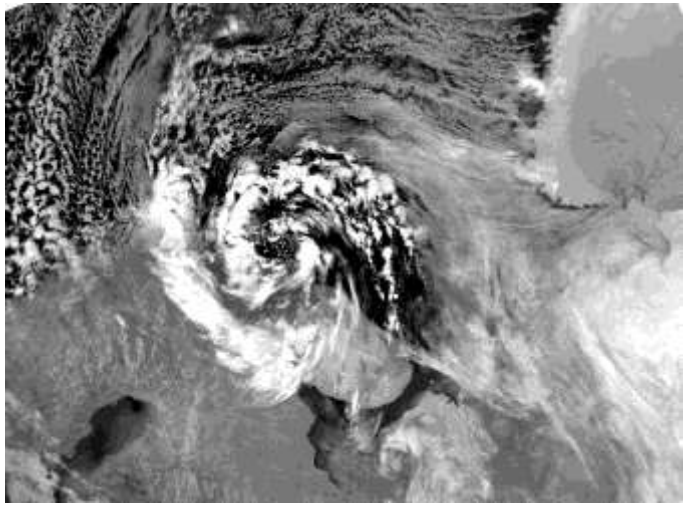
ASAR Envisat

30 декабря 11: 34 Гр.

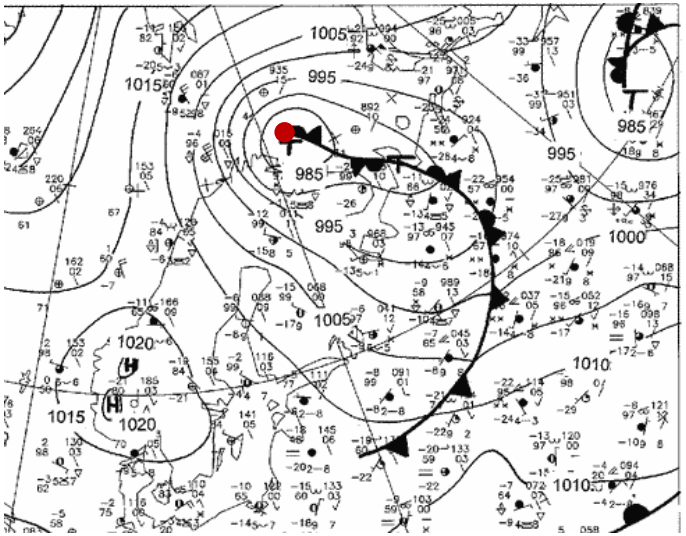
Волны на фронте, вихревая цепочка



Баренцево море 23 января 2013 г.

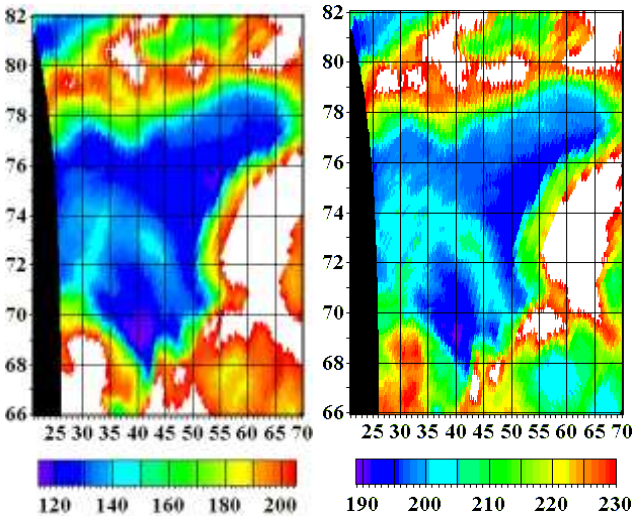


ИК изображение MODIS, спутник Aqua, 09:35 Гр.

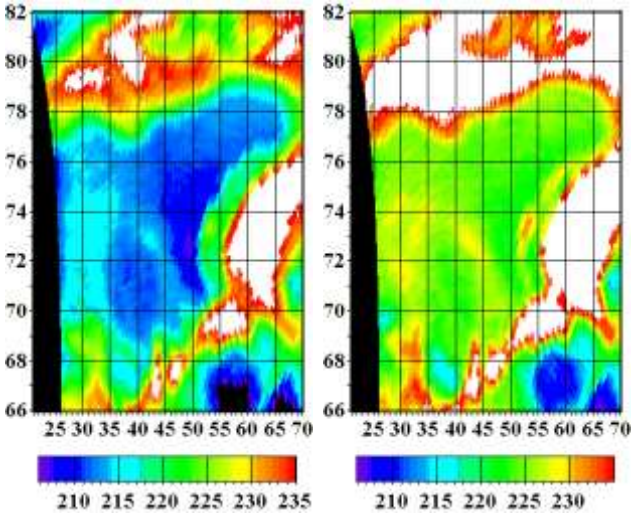


Карта погоды за 06:00 Гр.

Яркостные температуры, радиометр МТВЗА-ГЯ, спутник Метеор-М №1, 07:55 Гр.

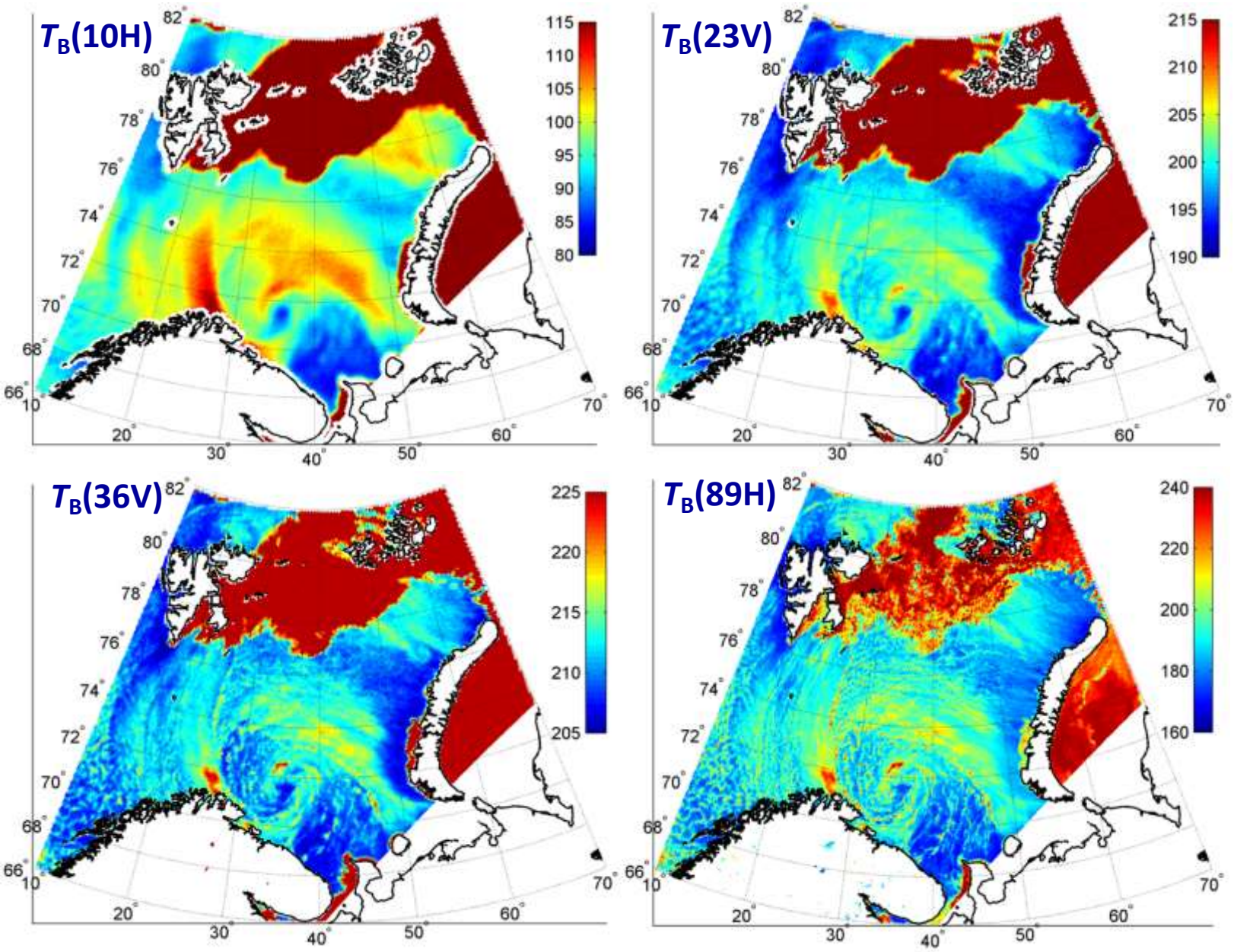


Tb(31H)(K) Tb(48H)(K)

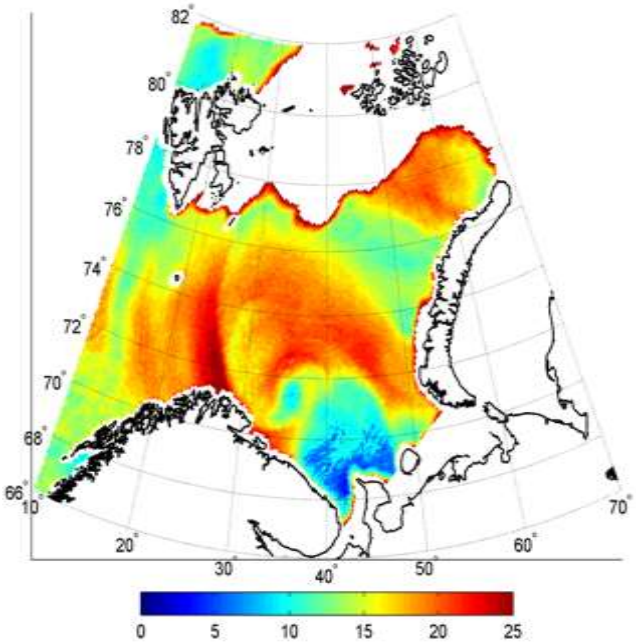


Tb(31V)(K) Tb(48V)(K)

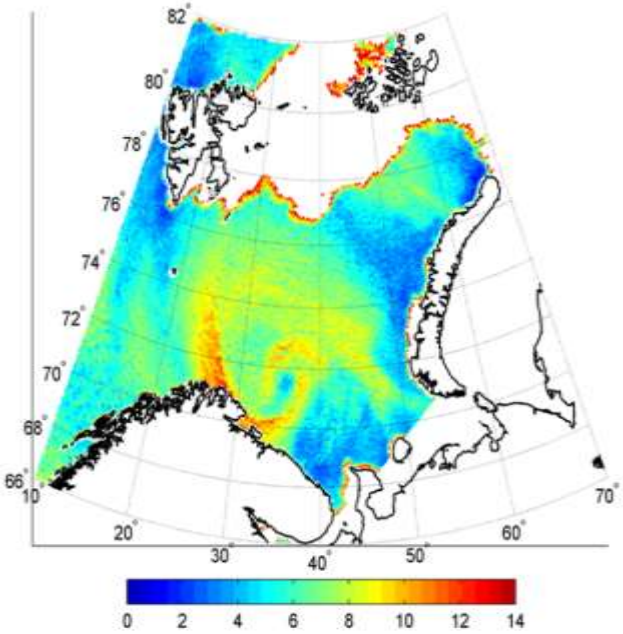
GCOM-W1 Яркостные температуры. 23 января, 9:30 Гр.



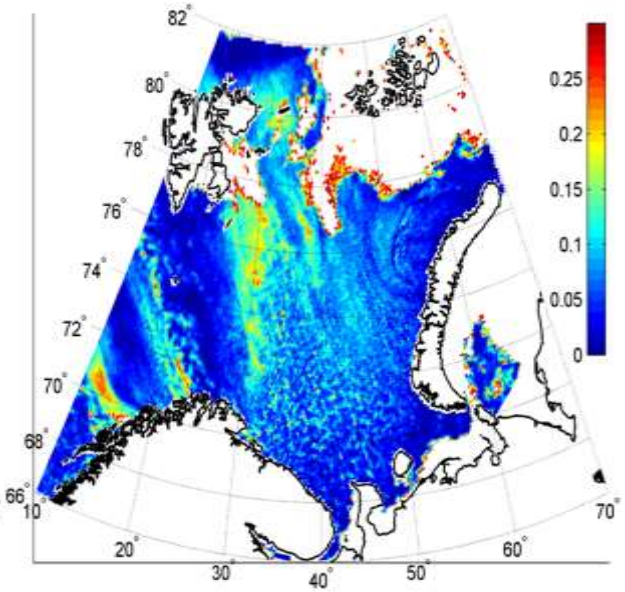
Баренцево море. Поля параметров, восстановленных из измерений GCOM-W1 AMSR2 за 23 января 2013 г. в 9:30 Гр.



Скорость ветра, м/с

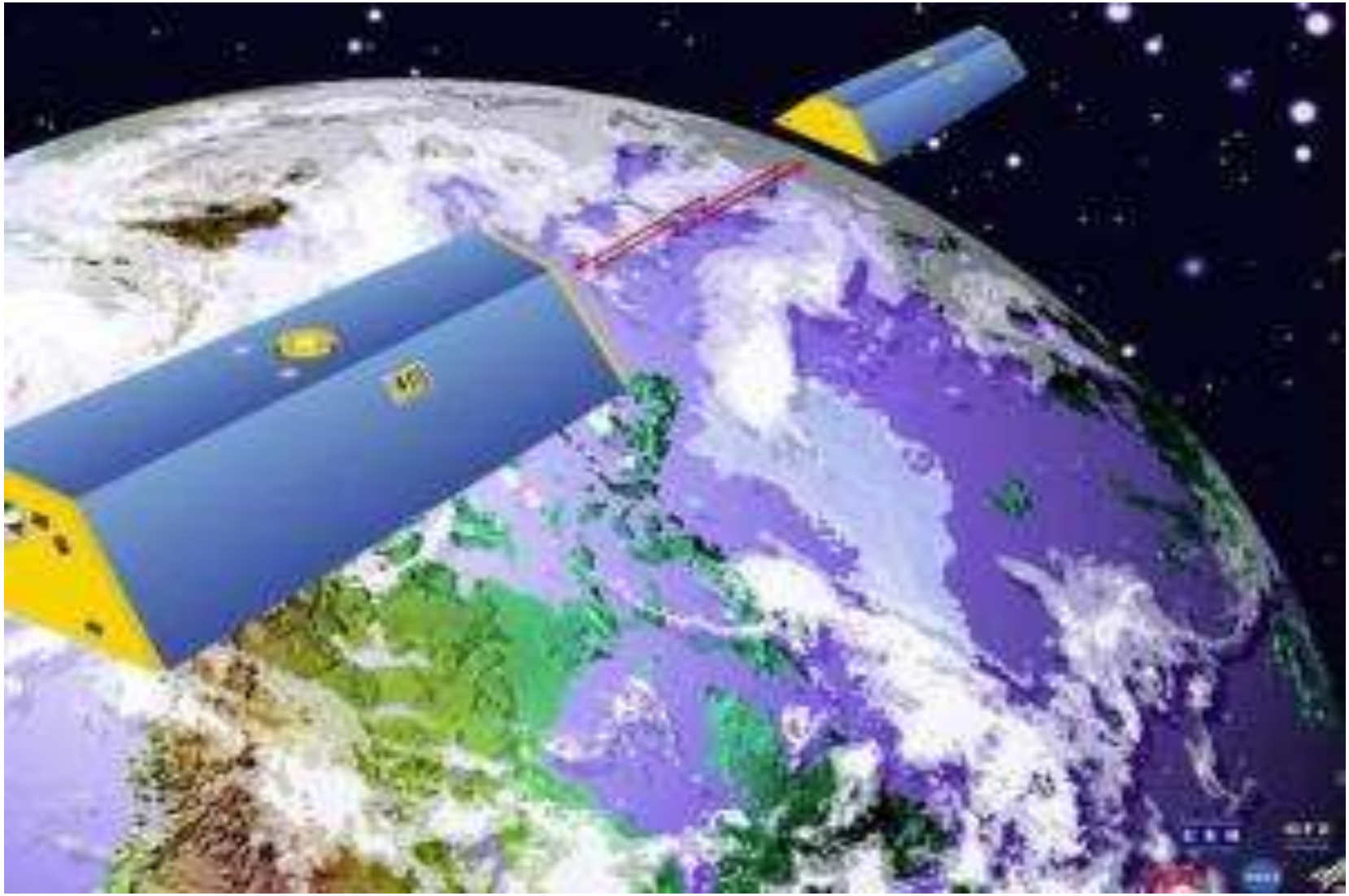


Паросодержание атмосферы, кг/м^2



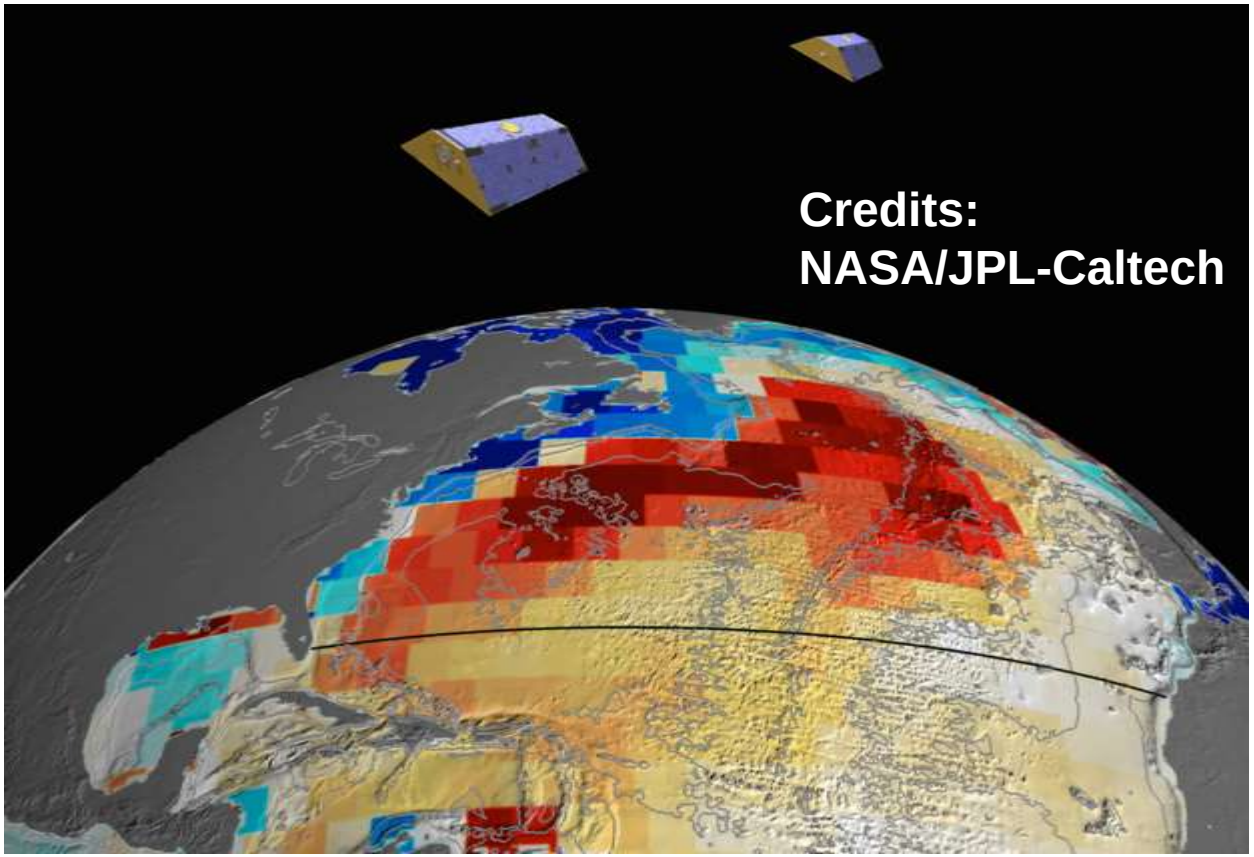
Водозапас облаков, кг/м^2

Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE)

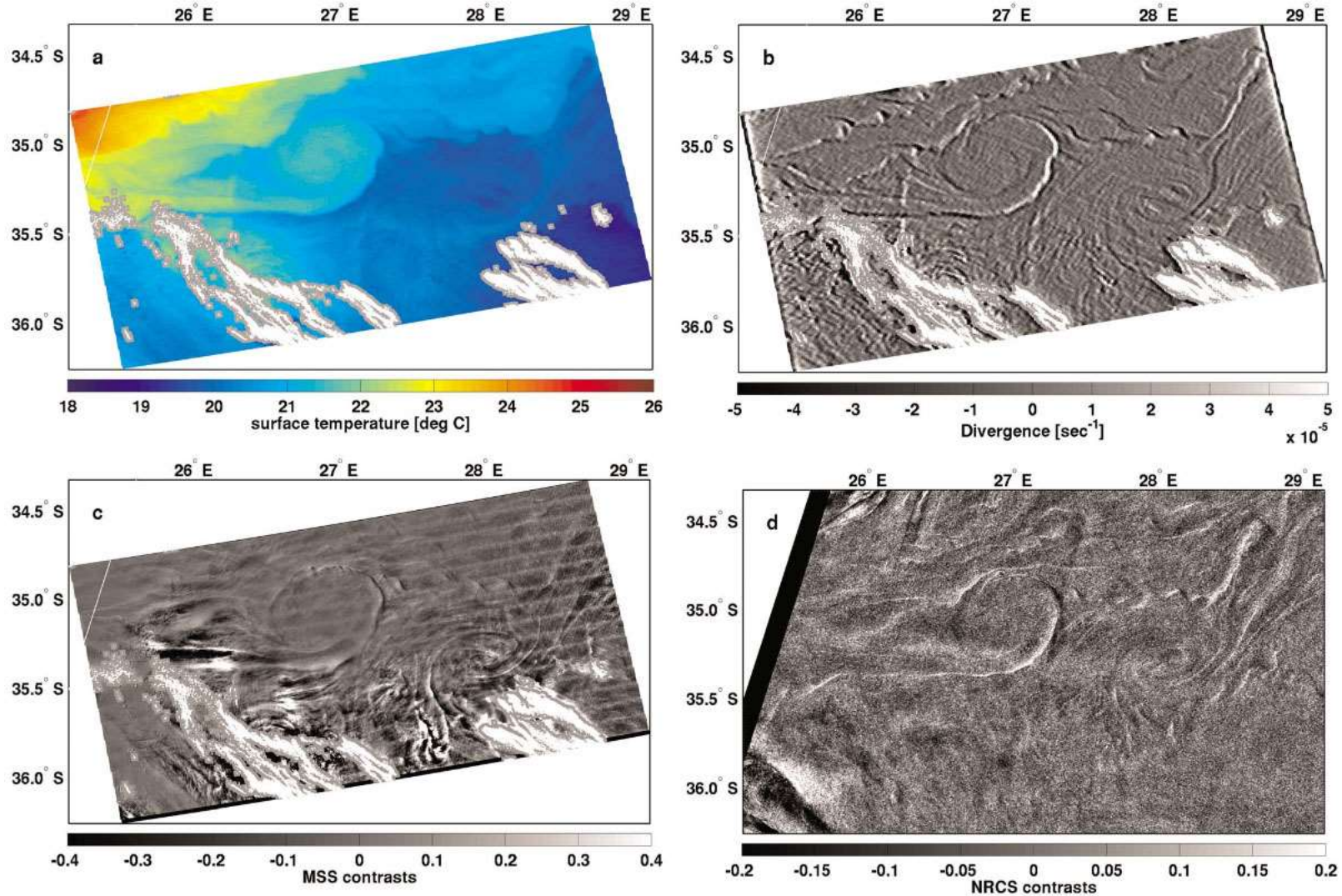


Satellites that measure changes in gravity can alert us to potential floods

NASA finds new way to track Ocean currents from space

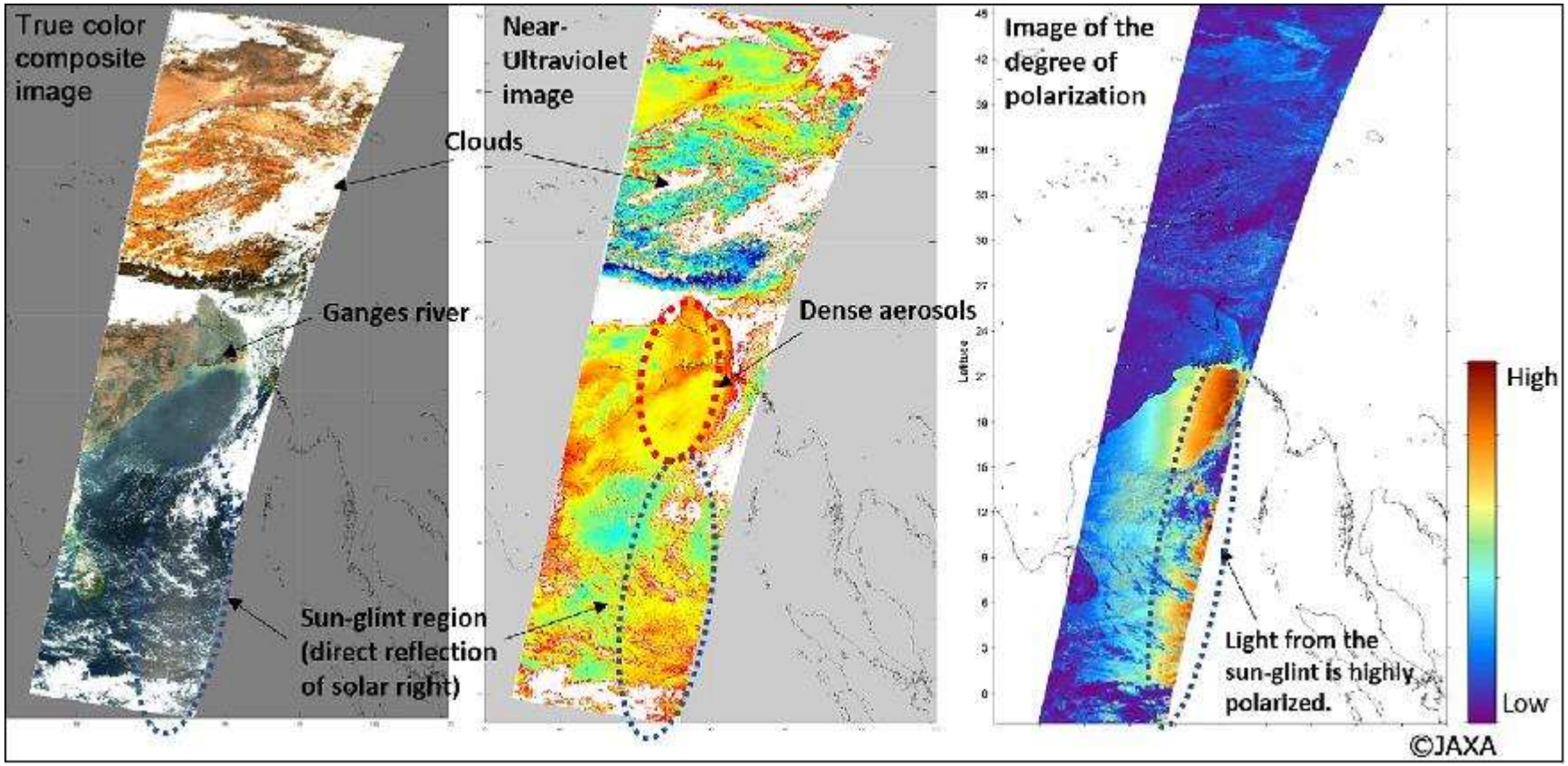


NASA's GRACE satellites (artist's concept) measured Atlantic Ocean bottom pressure as an indicator of deep ocean current speed. In 2009, this pattern of above-average (blue) and below-average (red) seafloor pressure revealed a temporary slowing of the deep currents.



Грибовидная вихревая пара диаметром 120 км (a) MODIS SST, (b) поле дивергенции поверхностных течений, полученная из поля SST, (c) контрасты среднеквадратичных уклонов поверхности, полученные из данных MODIS и (d) контрасты УЭПР по данным РСА ASAR. Контрасты УЭПР – в линейных единицах. Яркие области на (б) соответствуют конвергенции течений, а темные области – дивергенции. (Kudryavtsev et al., JGR, 2012, v. 117, N C4, C04029).

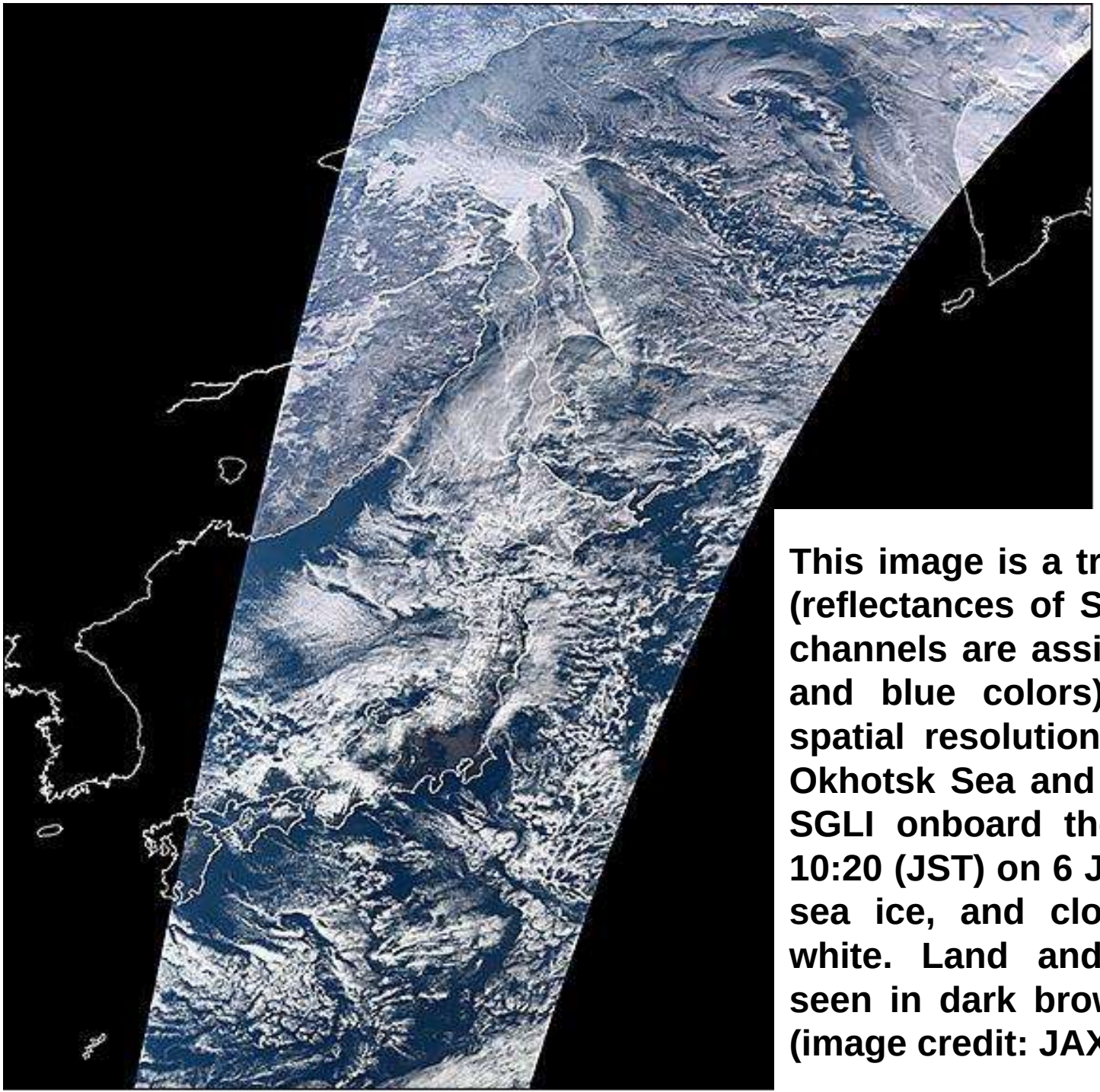
GCOM-C1 (Global Change Observation Mission-Climate 1) Mission/Shikisai. 23 December 2017



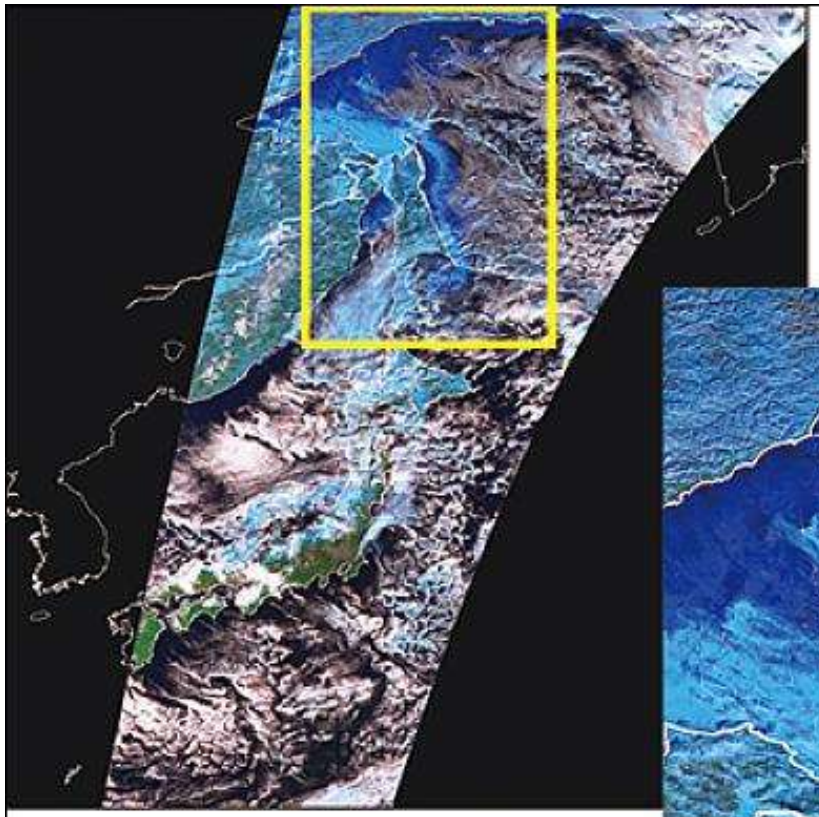
Left: The image is a true color composite (reflectances of SGLI VN8, VN5, VN3 channels are assigned to red, green, and blue colors); Middle: A near-ultraviolet (NUV) image; Right: Degree of polarization (POL) image. The images were captured over the Ganges river, India with SGLI onboard the SHIKISAI around 11:40 (JST) on 03 January 2018. Dense aerosols are seen around the mouth of Ganges river to coastal ocean in the NUV image. In the DPOL image, the solar light reflected at the ocean surface is seen to be highly polarized. SGLI can observe aerosols over land and ocean using the functions of NUV and polarization observations (image credit: JAXA/EORC)

GCOM-C1 /Shikisai mages of ocean colore around Japan on 1 January 2018.

These images are color composite (reflectances of SGLI VN7, VN6, VN4 channels are assigned to red, green, and blue colors) images around the Island of Tsushima (middle) and around the Kanto area (right) observed with SGLI onboard the SHIKISAI around 11:10 (JST) on 01 January 2018. The locations of the images are shown in the left image. SGLI can observe the spatial distribution of ocean colors with the spectral channels of high sensitivity designed for ocean color observation in order to retrieve the concentrations of suspended matter and phytoplankton in water. These observations are useful for fishery prediction and the monitoring of red tide occurrence (image credit: JAXA/EORC)



This image is a true color composite (reflectances of SGLI VN8, VN5, VN3 channels are assigned to red, green, and blue colors) image of 250 m spatial resolution captured over the Okhotsk Sea and Japan Islands with SGLI onboard the SHIKISAI around 10:20 (JST) on 6 January 2018. Snow, sea ice, and clouds are shown in white. Land and ocean areas are seen in dark brown and blue colors (image credit: JAXA/EORC)



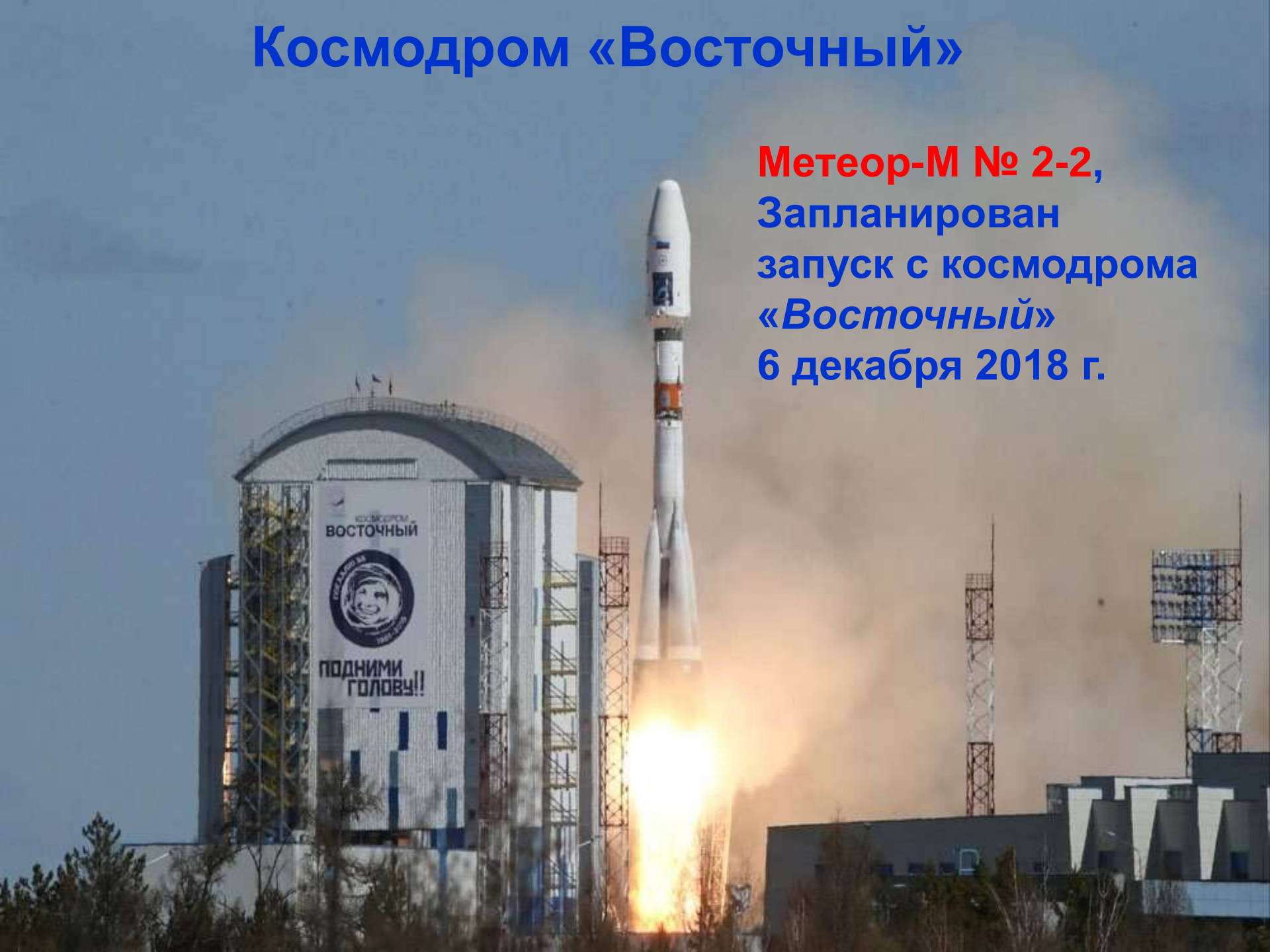
This image is a false color composite (reflectances of SGLI SW3, VN11, VN8 channels are assigned to red, green, and blue colors) image of 250 m spatial resolution captured over the Okhotsk Sea and Japan islands with SGLI onboard the SHIKISAI.

10:20 (JST) on
6 January 2018

Основные усилия в ближайшие годы

- Непрерывность и надежность измерений.
- Улучшение пространственного и временного и разрешения
- Совершенствование возможностей зондирования (спутники, сенсоры, алгоритмы) и моделей, разработка принципиально новых методик наблюдения (течения,). Совместный анализ различных типов измерений для извлечения информации. Повышение уровня знаний.

Космодром «Восточный»



Метеор-М № 2-2,
Запланирован запуск с космодрома «*Восточный*» 6 декабря 2018 г.

Чтобы Российские метеоспутники стали составной частью Всемирной метеорологической системы, необходима аккуратная калибровка данных дистанционных измерений.

Российский Кельвин должен быть равен Кельвину зарубежному!

Калибровка инструментов, алгоритмы восстановления геофизических параметров и валидация продуктов – важнейшие составляющие каждого спутникового эксперимента.

Разработка алгоритмов, наземные эксперименты по калибровке и валидации данных дистанционных измерений начинаются за 3-5 лет до запуска спутника и продолжаются годы после запуска.

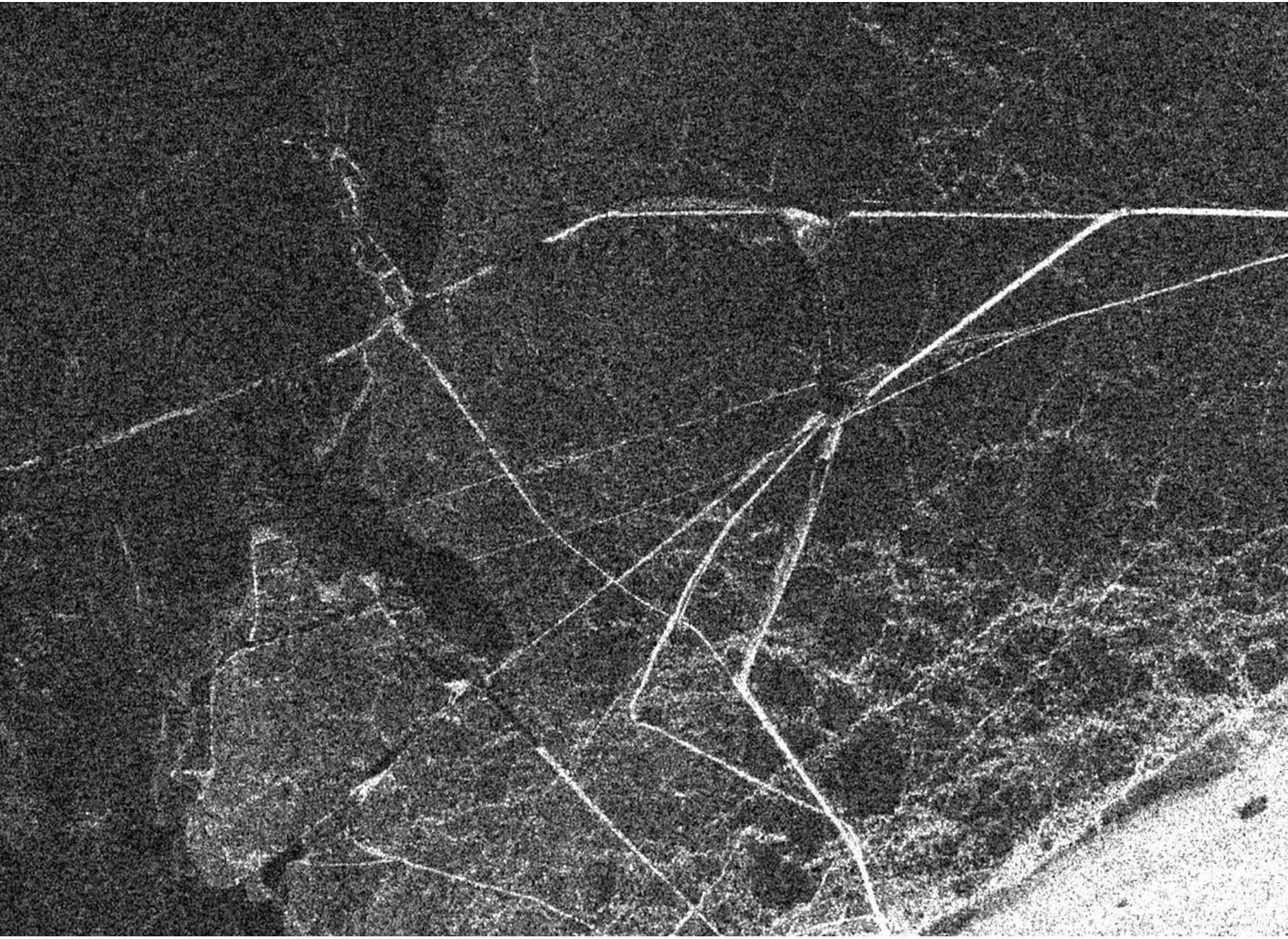
Космические агентства объявляют международные конкурсы проектов по разработке алгоритмов восстановления геофизических параметров, по калибровке данных зондирования и валидации параметров, организуют независимое сравнение алгоритмов на основе обработки больших объемов данных, выбирают оперативные и научно-исследовательские алгоритмы.

Оперативные алгоритмы вводятся в компьютеры до запуска спутника и используются для обработки данных зондирования. Данные передаются также разработчикам для настройки алгоритмов.

Звуки, которые несет «Вояджер», теперь можно прослушать на Soundcloud

В 1977 году в США запустили в космос аппараты «Вояджер-1» и «Вояджер-2». Оба несли на борту золотые диски с посланием инопланетянам или людям будущего, которые потенциально могли бы наткнуться на эти записи и узнать базовые вещи о земной цивилизации. 29 июля NASA опубликовало полное собрание звуков с золотой пластинки «Вояджеров».

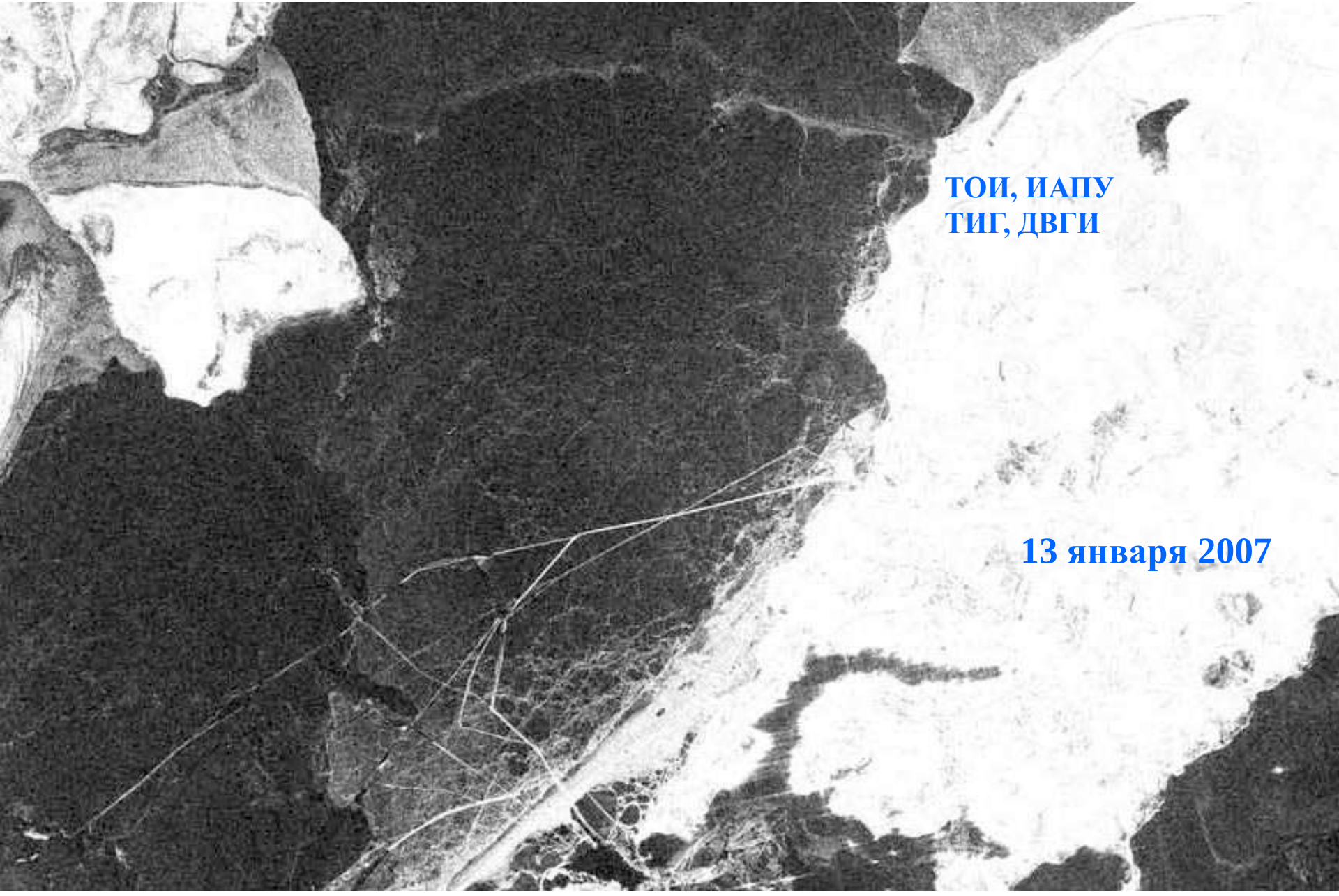
Амурский залив. Подспутниковый эксперимент. Сотрудники лаборатории раздвигают ледяные поля перед зондированием PALSAR



Вид на институты ДВО РАН

Трещина во льду создана.
На горизонте о. Скребцова

ALOS PALSAR. Лед в Амурском заливе



Для определения времени зондирования ALOS PALSAR используется прецизионная аппаратура

Определяется точная ориентация на север

Температура поверхности льда

Направление ветра

Температура воздуха

Скорость ветра

Цветы

доброжелательным и внимательным исследователям

Залив Петра Великого