

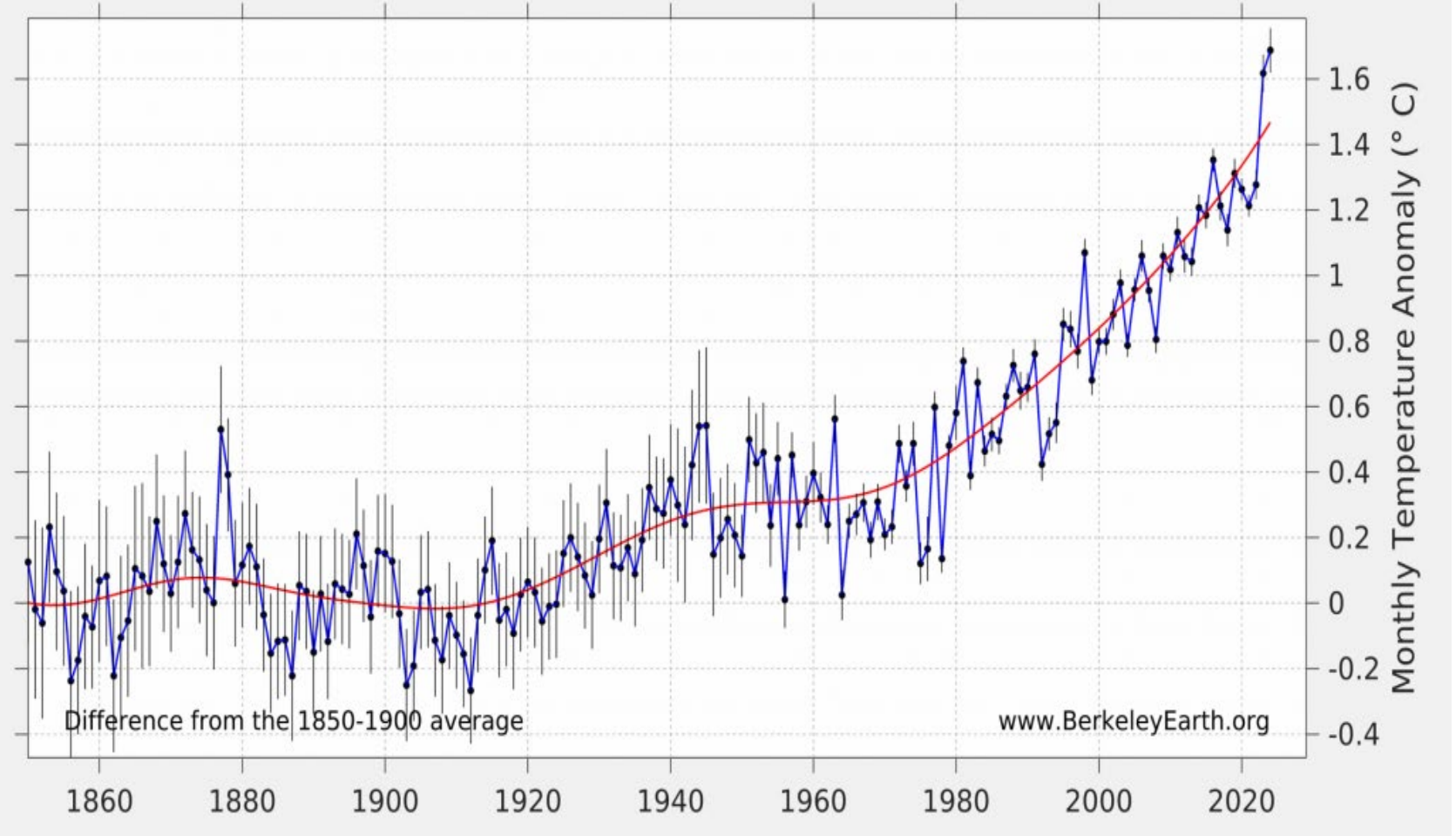
**Глобальное потепление и  
интенсивные тропические циклоны:  
анализ по микроволновым  
наблюдениям из космоса**

*Л.М. Митник, В.П. Кулешов, А.В. Баранюк,  
М.Л. Митник*

Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН  
Владивосток, e-mail: [lm\\_mitnik@mail.ru](mailto:lm_mitnik@mail.ru)

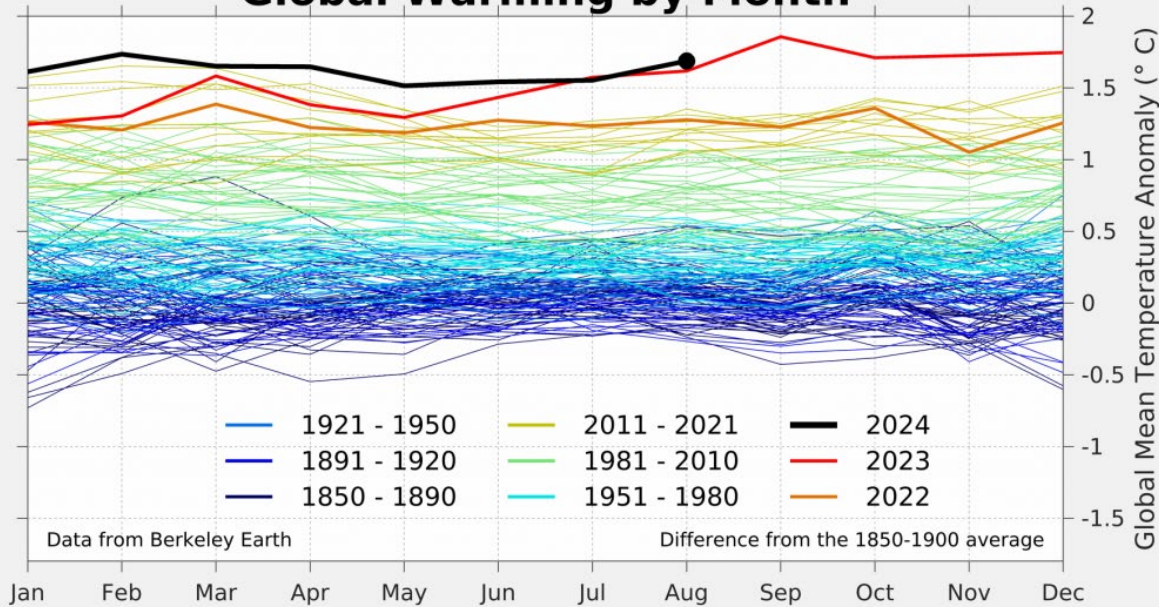
Двадцать вторая международная конференция  
"СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА"  
Москва, Институт космических исследований РАН  
11-15 ноября 2024

# Berkeley Earth - Global - August



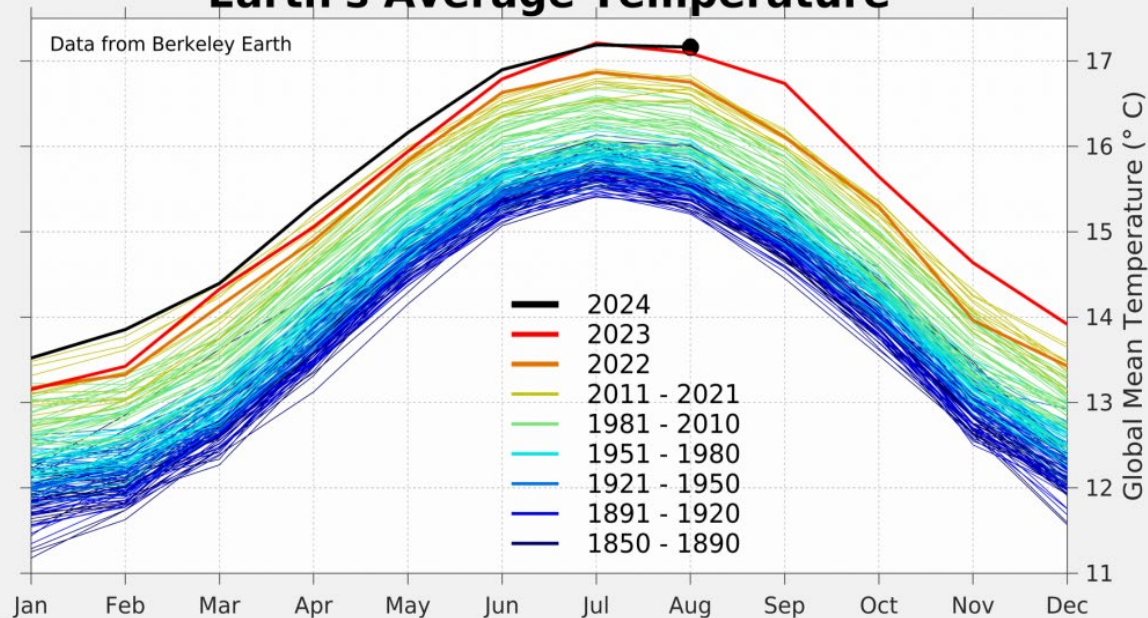
**Это пятнадцатый месяц подряд, в котором был установлен или превышен месячный рекорд глобальной температуры Тгл. Во многих месяцах установлены новые рекорды с большим отрывом. Август 2024 года стал 14-ым месяцем подряд, когда Тгл  $\geq 1,5$  °C выше, среднемесячная температура 1850-1900 годов.**

## Global Warming by Month



**Пик средней глобальной температуры Земли приходится на лето в Северном полушарии. Июль и август 2024 г. одни из самых теплых месяцев за всю историю прямых измерений.**

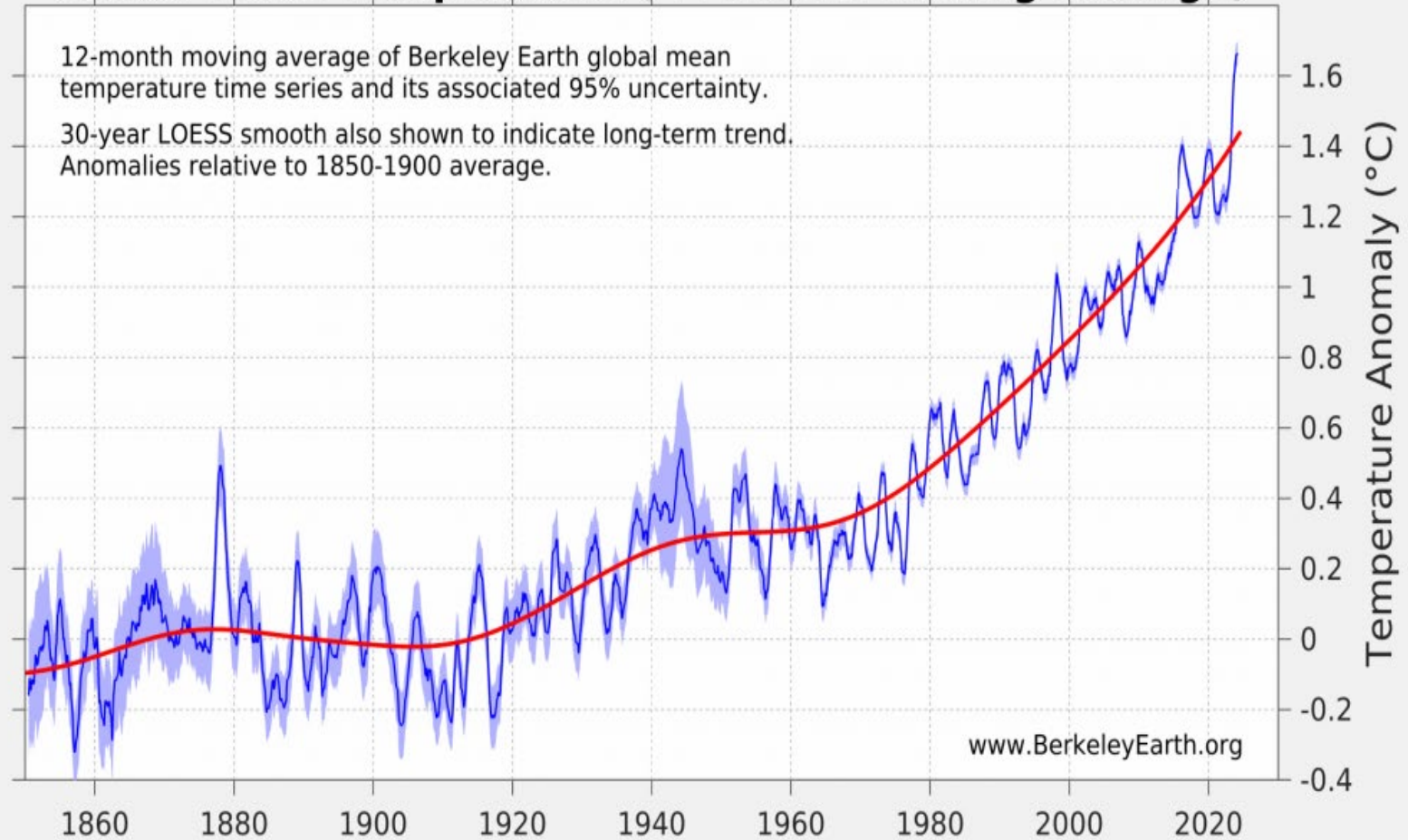
## Earth's Average Temperature



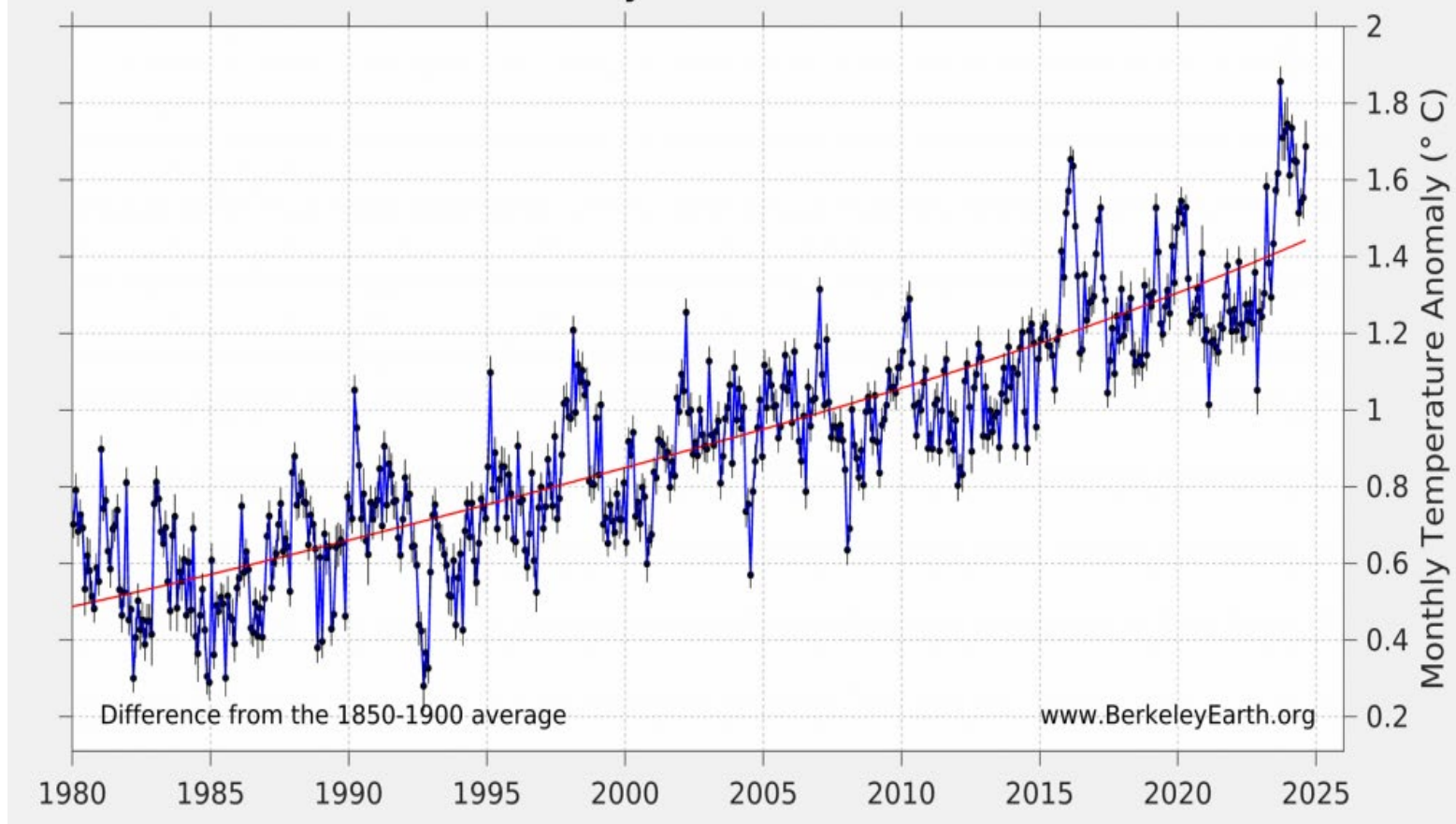
**Средняя глобальная температурная аномалия в августе 2024 года была значительно теплее, чем в июле 2024 года, но все же прохладнее, чем с января по апрель.**

## Global Mean Temperature (12-month moving average)

12-month moving average of Berkeley Earth global mean temperature time series and its associated 95% uncertainty.  
30-year LOESS smooth also shown to indicate long-term trend.  
Anomalies relative to 1850-1900 average.

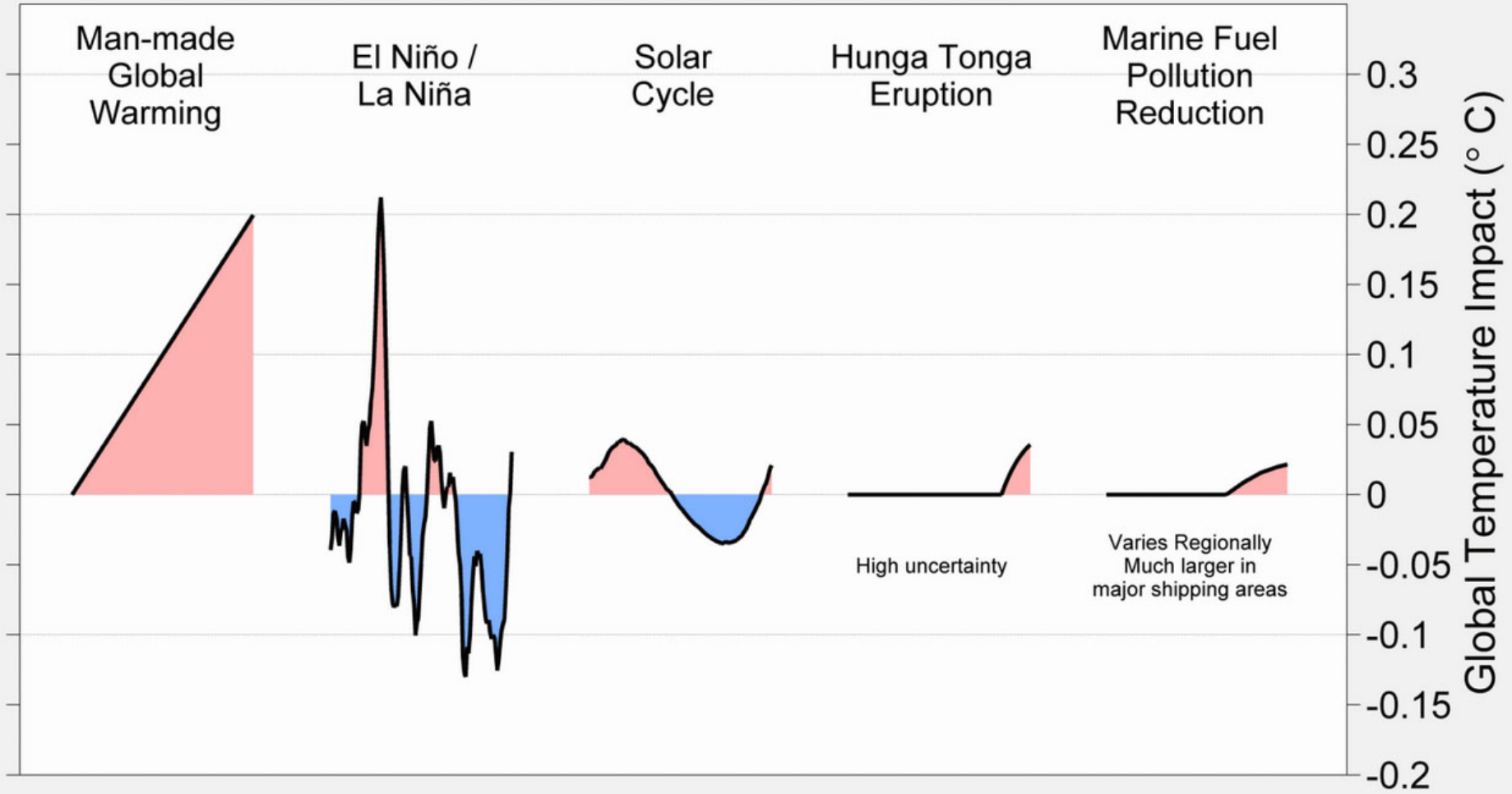


## Berkeley Earth - Global

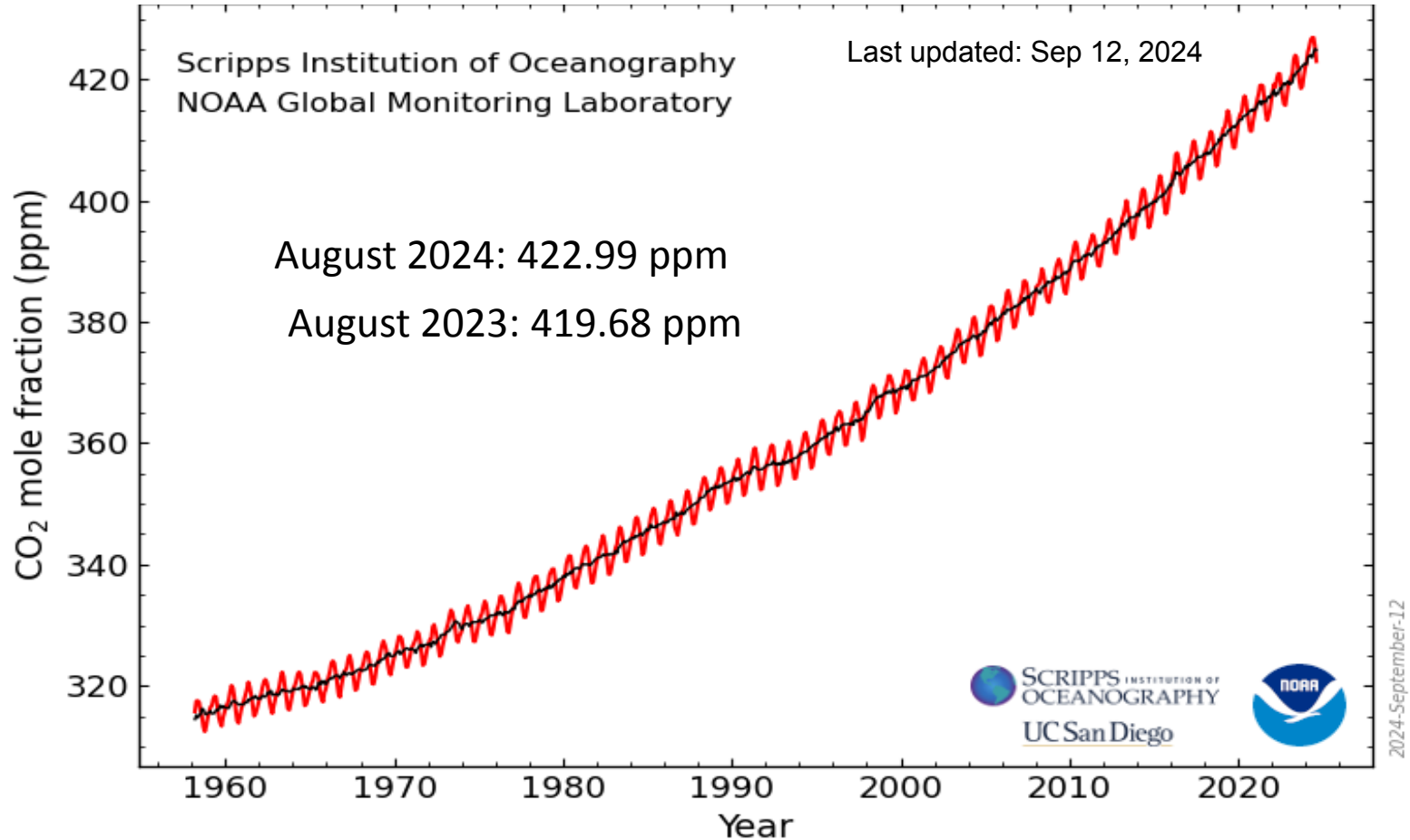


**12-месячное скользящее среднее значение средней глобальной температуры сейчас на  $1,66 \pm 0,07$  °C выше среднего значения за 1850-1900 гг. Вероятно, мы находимся на или вблизи пика потепления: после недавнего окончания Эль-Ниньо ожидается относительное похолодание. Вероятно, что сентябрь 2024 г. будет холоднее, чем необычайно теплый сентябрь 2023 г., что, скорее всего, положит конец череде рекордных потеплений.**

# Факторы , влияющие на изменение глобальной температуры

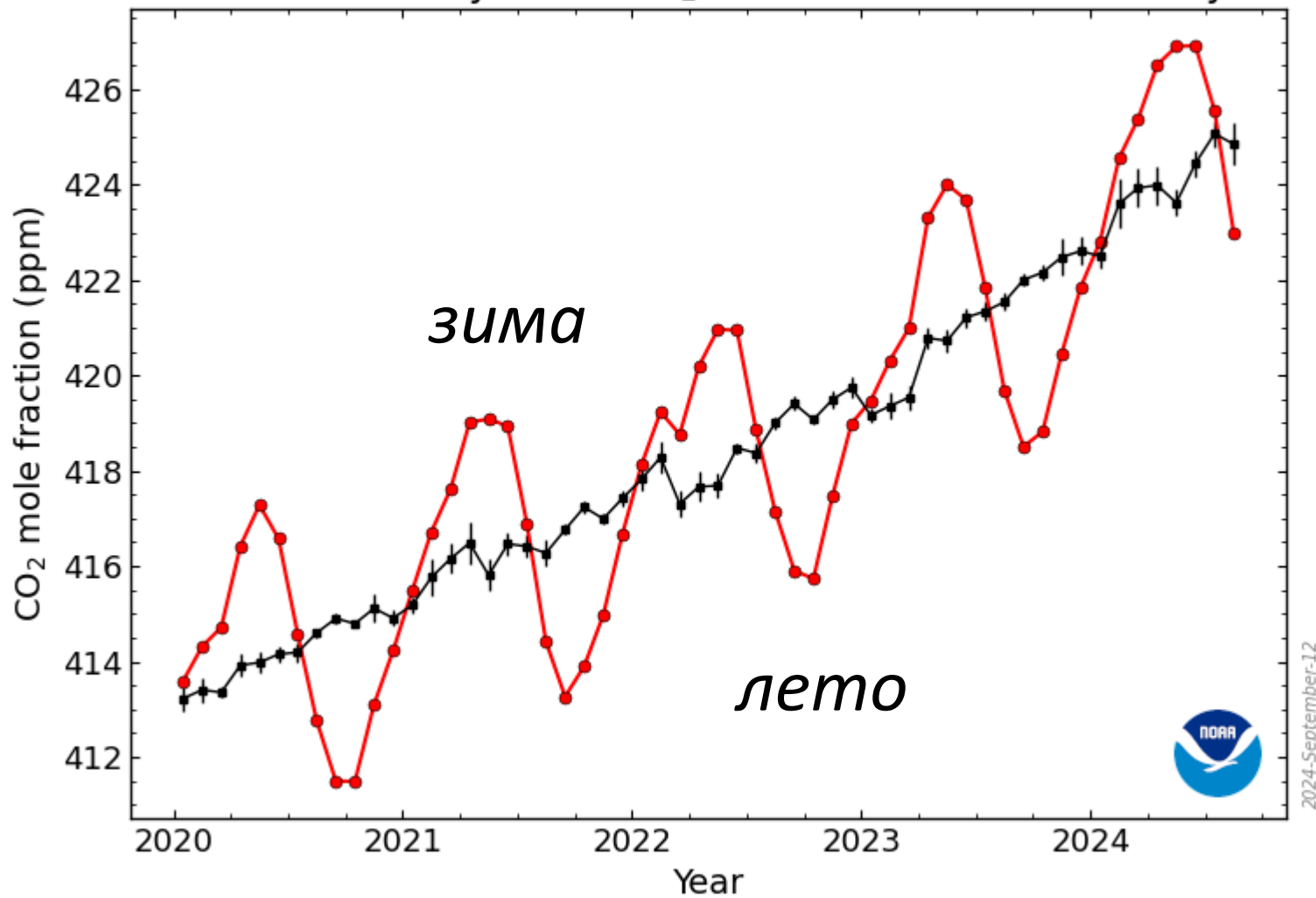


# Среднемесячная концентрация углекислого газа по измерениям в лаборатории Мауна Лоа



Среднемесячные значения CO<sub>2</sub>, измеренные в обсерватории Мауна-Лоа на Гавайях. Самые продолжительные прямые измерения содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере, начатые Килингом (*Scripps Institution of Oceanography, NOAA Global Monitoring Laboratory*) в марте 1958 года в лаб. NOAA [Keeling, 1976].

# Recent Monthly Mean CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory



2024-September-12





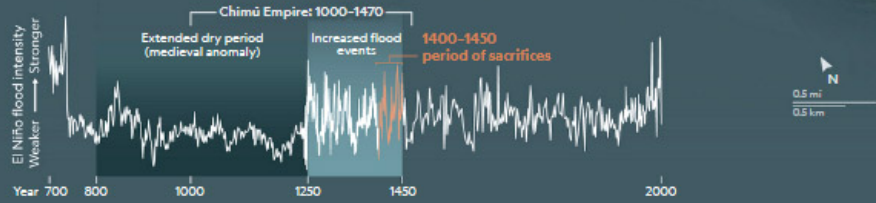
# DIRE THREATS, DRASTIC MEASURES

By the 15th century the Chimú Empire was struggling for survival. Evidence of unusually destructive rain events likely caused by El Niño disruptions, as well as the threat of an Inca invasion, may have pushed Chimú leaders to take desperate, and in the end futile, steps: sacrificing hundreds of children and llamas at two sites known today as Pampa la Cruz and Huanchaquito-Las Llamas.

## Эль-Ниньо, 1400-1450, жертвоприношения



**Wrath of the weather gods**  
 South America's west coast had experienced recurring El Niño flooding for centuries. But the Chimú emerged during an unusually long and stable dry period known as the medieval anomaly. When that ended, their troubles began.

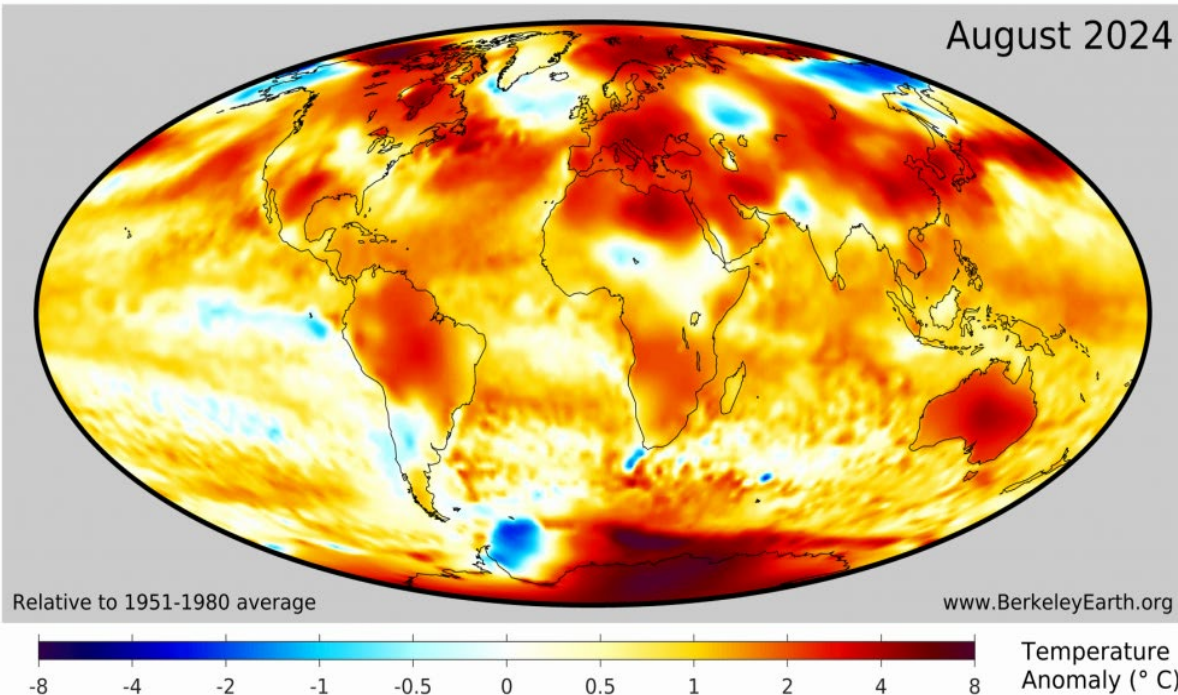


SOREN WALL JASPER, NGM STAFF; PATRICIA HEALY  
 SOURCES: DIGITALGLOBE; TERJAN METRICK; SHIBEL PRIETO, NATIONAL UNIVERSITY OF TRUJILLO, PERU; JERRY D. MOORE, CALIFORNIA STATE UNIVERSITY; DOMINGUEZ; HILL; BERT REIN, GEOCONSULT REIN; DANIEL SANDWEISS, UNIVERSITY OF MAINE; NOAA

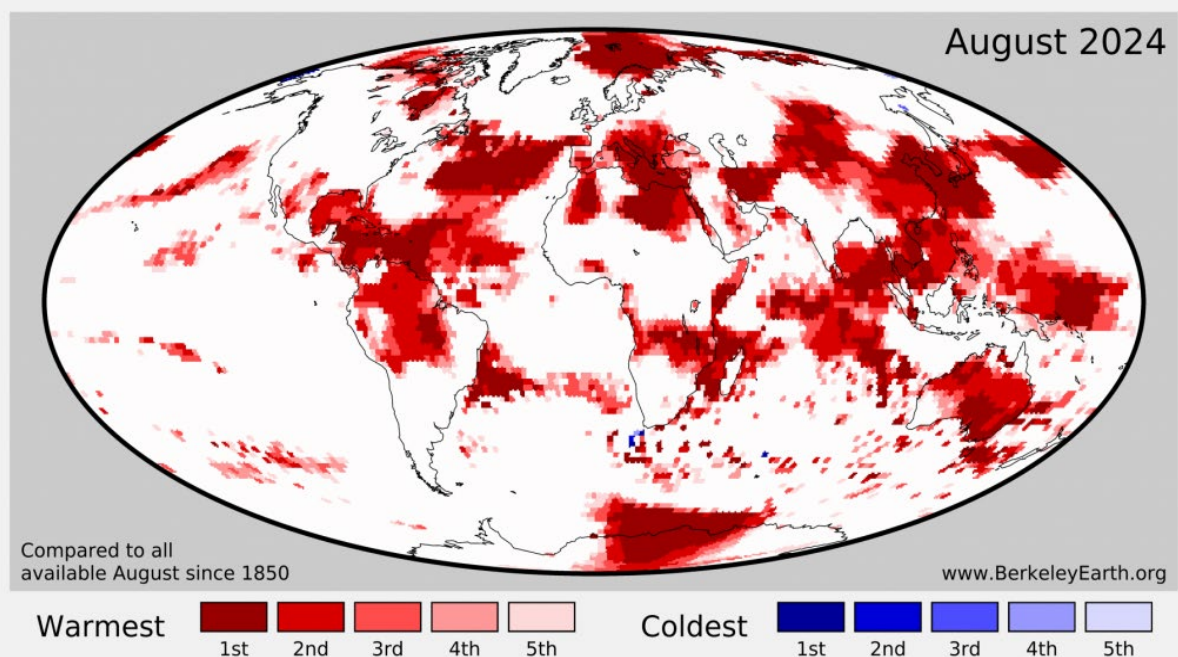
# El Niño



Эта девушка из племени инков (ледяная дева из Ампато) была принесена в жертву 500 лет назад, чтобы боги прекратили ливни во время длительного Эль-Ниньо.



В августе 2024 года сохранилась тенденция потепления, но с рядом важных исключений. Особенно теплые условия наблюдались в некоторых районах Азии, Северной Африки, Южной Европы, Австралии, Антарктиды, Северной Атлантики и Индийского океана.



Эль-Ниньо в экваториальной части Тихого океана завершилось в июне, когда ТПО упала ниже порога Эль-Ниньо. Официальное объявление о завершении Эль-Ниньо было сделано NOAA в начале июня 2023 года. Явление продолжалось около года. В августе условия в экваториальной части Тихого океана нейтральны и имеют тенденцию к похолоданию.

- Индикаторами изменений климата служат температура воздуха у поверхности, температура поверхности, тропосферы и стратосферы, площадь морского льда, количество и интенсивность экстремальных природных явлений таких, как тайфуны, волны тепла, наводнения, засухи, холодные вторжения и др.
- Потепление, наблюдаемое в последние десятилетия привело к резкому росту количества и интенсивности опасных атмосферных явлений (наводнений и засух) и вызываемого ими ущерба. Предложено ввести 6 категорию для классификации самых интенсивных (со скоростью ветра  $> 60$  м/с) тайфунов (ураганов)
- Основой для получения количественных оценок параметров состояния атмосферы и поверхности Земли служат временные ряды пассивных и активных спутниковых измерений в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах длин волн, сети автоматических метеостанций и данных аэрологического зондирования.
- В микроволновом диапазоне зондирование Земли выполняется радиометрами **AMSR2, GMI, МТВЗА-ГЯ**, радарными (РСА, дождевыми, альтиметрическими и др.).

# **Интенсивные тайфуны в северо-западной части Тихого океана в 2024 году**

**Gaemi (Carina), 19 – 29 июля, 935 hPa, 165 км/ч, Category 4**

**Shanshan, 21 августа – 1 сентября, 935 hPa, 175 км/ч, Category 4**

**Krathon (Julian), 26 сентября – 4 октября, 915 hPa, 195 км/ч, Category 4**

**Yagi (Enteng), 31 августа – 8 сентября, 915 hPa, 195 км/ч, Category 5**

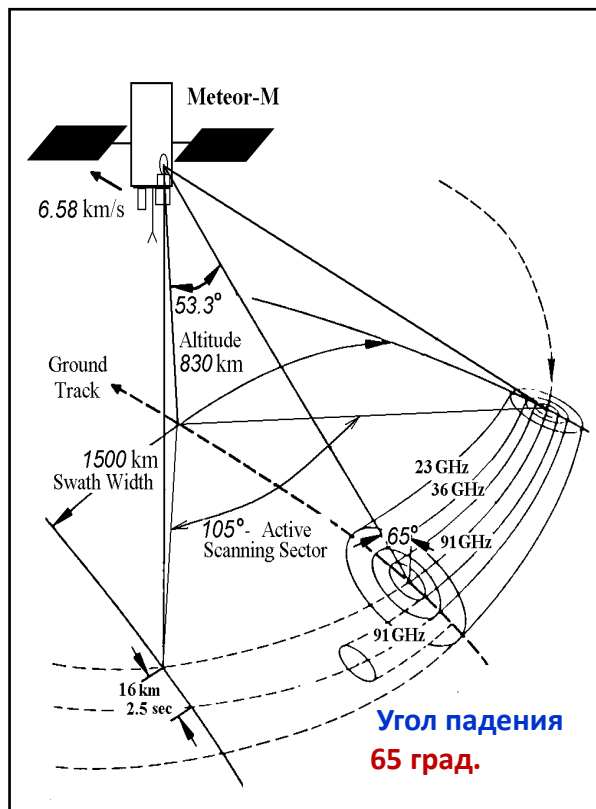
**Kong-rey (Leon), 24 октября – 1 ноября, 925 hPa, 185 км/ч, Category 4**

**YinXing (Marce), 3 – 12 ноября, 940 hPa, 175 км/ч, Category 4**

**Usagi (Ofel), 9 – 16 ноября, 940 hPa, 175 км/ч, Category 4**

**Man-yi (Pepito), 9 – 20 ноября, 920 hPa, 195 км/ч, Category 5**

# МТВЗА-ГЯ - Микроволновый Температурно-Влажностный Зондировщик Атмосферы



Частота, ГГц	Поле зрения, км × км	Размер пикселя, км × км
6.9	133 x 297	32 x 32
<b>7.3</b>	<b>133 x 297</b>	<b>32 x 32</b>
10.6	89 x 198	32 x 32
18.7	52 x 116	32 x 32
23.8	42 x 94	32 x 32
31.5	35 x 76	32 x 32
<b>34.0</b>	<b>35 x 76</b>	<b>32 x 32</b>
36.5	35 x 76	32 x 32
42.0	26 x 60	32 x 32
<b>45.0</b>	<b>25 x 52</b>	<b>32 x 32</b>
48.0	24 x 43	32 x 32
91.65	14 x 30	16 x 16
<b>165.5</b>	<b>14 x 30</b>	<b>16 x 16</b>

$$\sec 65^\circ = 2.366$$

Чувствительность каналов радиометра в космосе  $\approx 0,3-0,5$  К/пиксель.

Метеор-М № 2-3, 27 июня - 8 октября, - 2024

Метеор-М № 2-4, 29 февраля 2024 —

Ширина полосы обзора составляет 1500-2500 км и зависит от ориентации и размеров солнечных панелей.

52.80/V (O1)

53.30/V (O2)

53.80/V (O3)

54.64/V (O4)

55.63/V (O5)

$v_0 \pm 0.1/H$  (O6)

$v_0 \pm 0.05/H$  (O7)

$v_0 \pm 0.025/H$  (O8)

$v_0 \pm 0.01/H$  (O9)

$v_0 \pm 0.005/H$  (O10)

Водяной пар

$183.31 \pm 7.0/V$

$183.31 \pm 4.5/V$

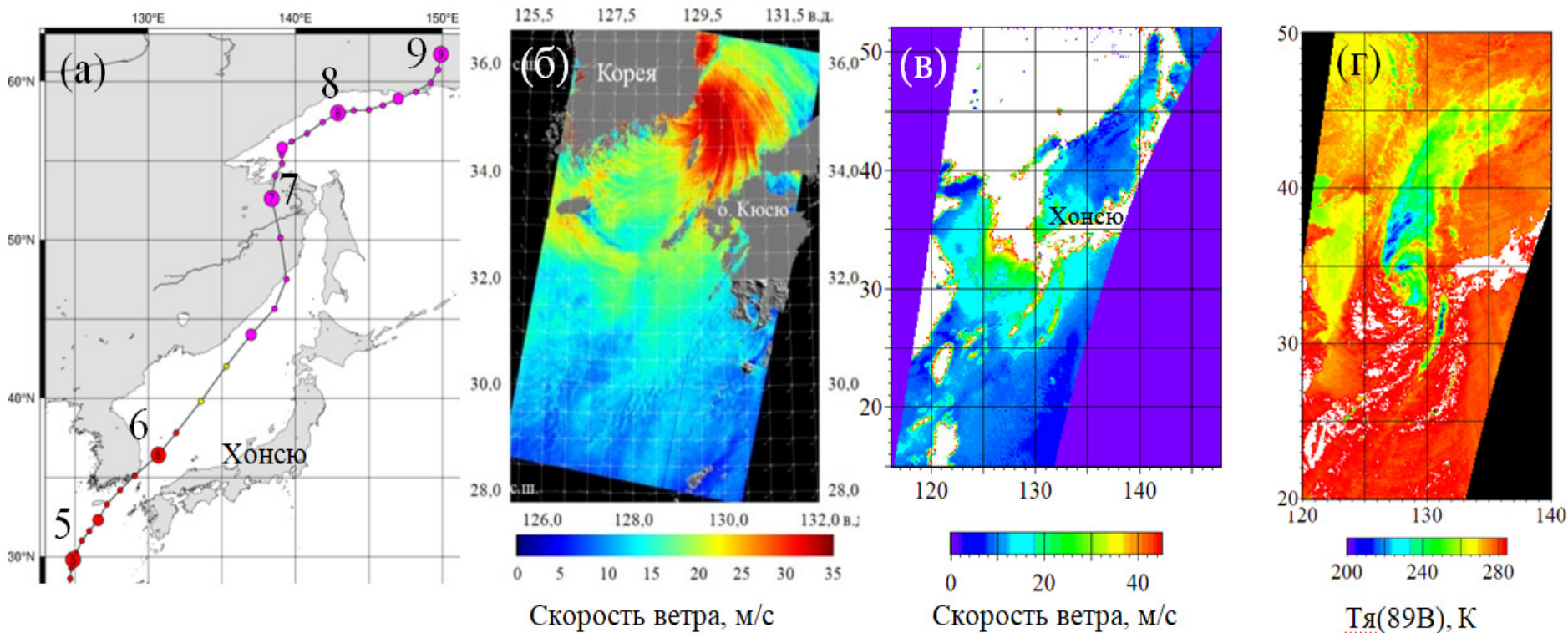
$183.31 \pm 3.0/V$

$183.31 \pm 1.8/V$

$183.31 \pm 1.4/V$

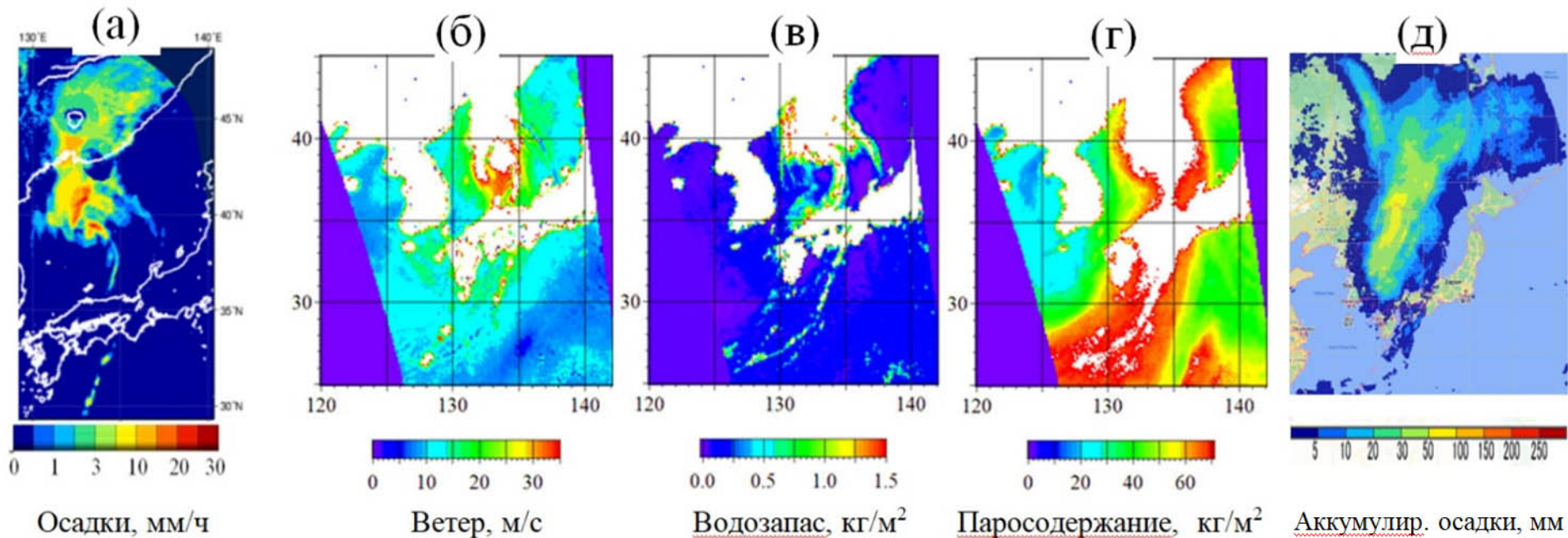
# Опасные явления. Тайфуны и вызванные ими наводнения

## Тайфун Ниппатпор 5–9 сентября 2022



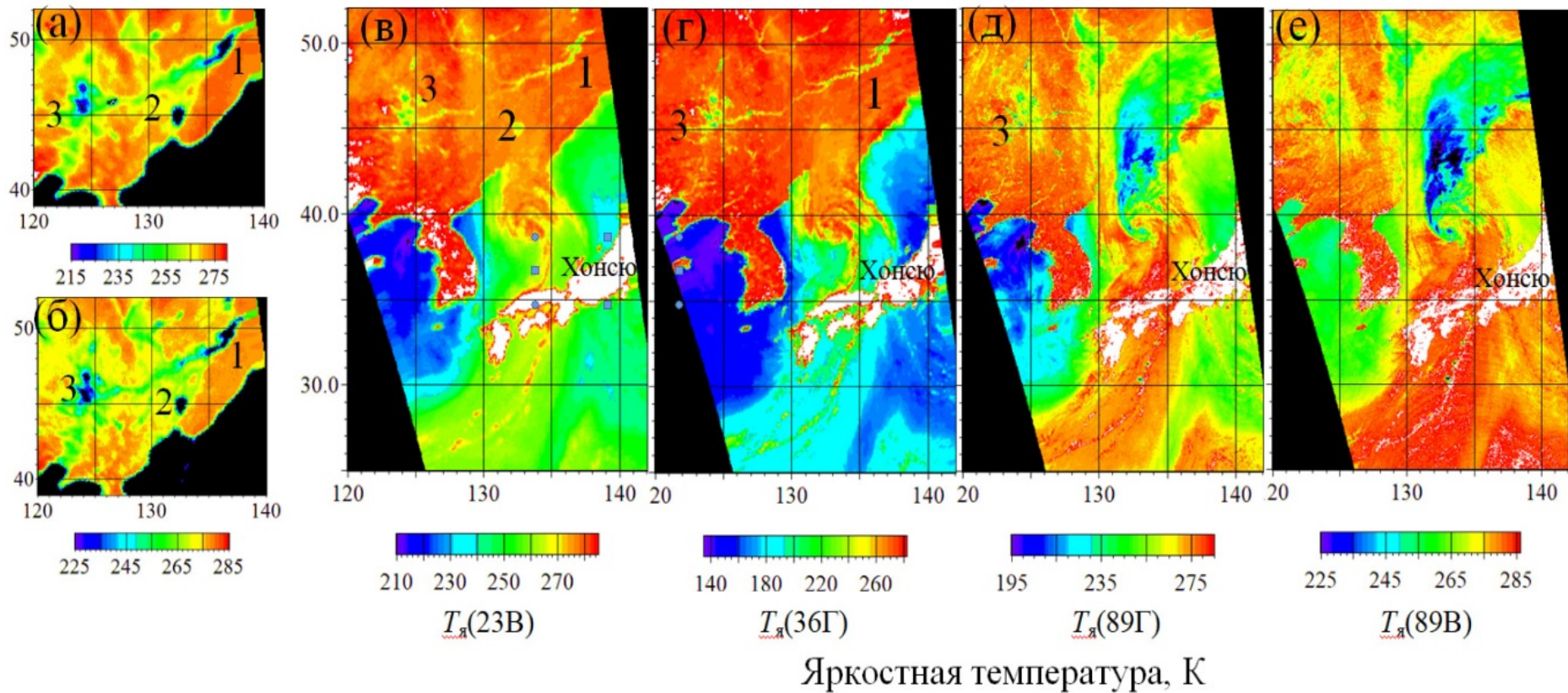
**Траектория тайфуна Ниппатпор 5–9 сентября 2022 года (а), поле ветра, найденное по изображению PCA со спутника Radarsat-2 в 21:24 UTC 5 сентября (б), скорость ветра (в) и яркостная температура на частоте 89 ГГц на вертикальной поляризации (г) по измерениям AMSR2 в 17:03 UTC 5 сентября 2022 года**

## Тайфун Ниппатпор 5–9 сентября 2022



Интенсивность осадков (а), скорость ветра (б), водозапас облаков (в) и паросодержание атмосферы (г), восстановленные по измерениям радиометра **AMSR2** в 03:46 UTC 6 сентября, и аккумулярованные осадки (д) по данным GSMaP<sup>\*)</sup> (Kubota et al, 2020) с 21 UTC 5 сентября до 06 UTC 6 сентября 2022

## Тайфун Ниппатпор 5–9 сентября 2022

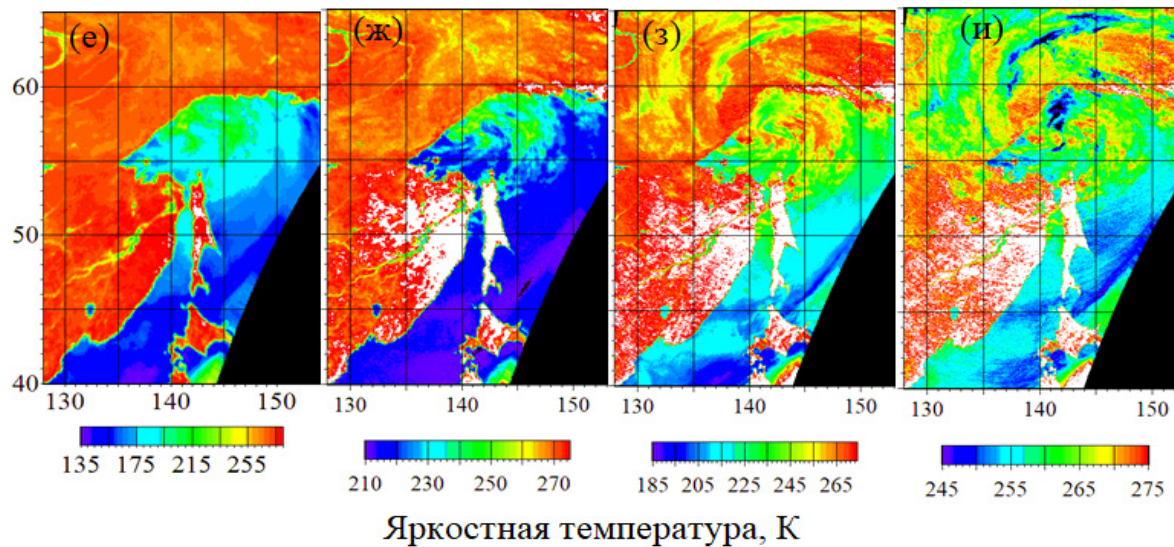
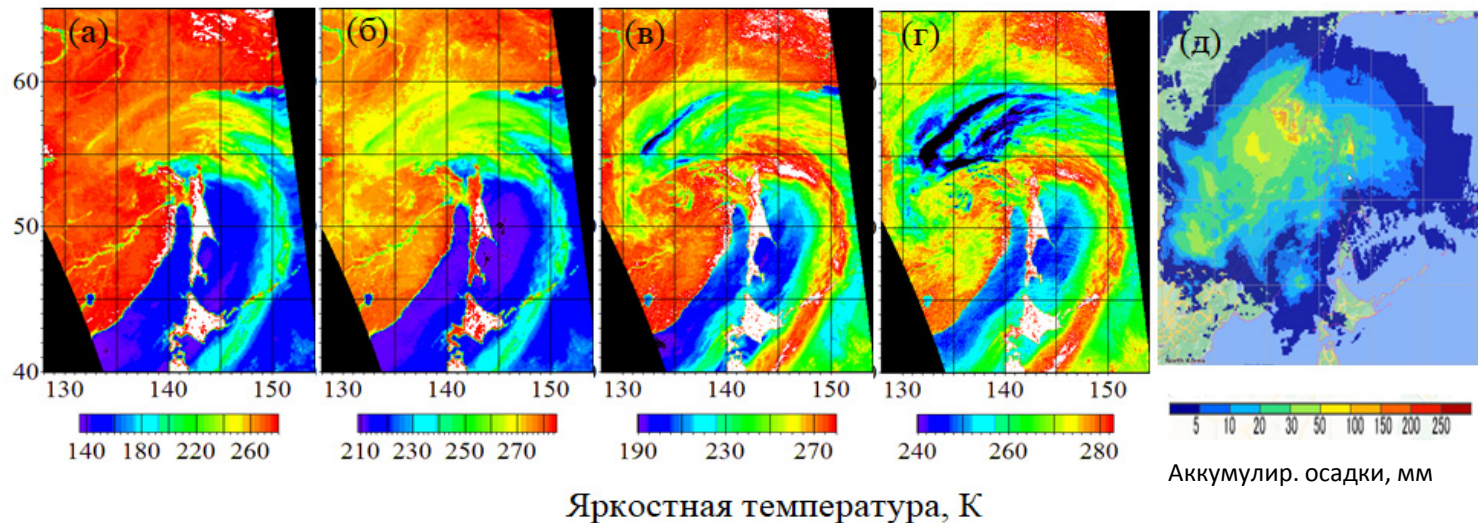


Яркостные температуры на частотах 6,9 (а). 10,6 (б), 23,8 (в), 36,5 (г) и 89 ГГц (д,е) по измерениям **AMSR2** со спутника **GCOM-W1** в 03:46 UTC 6 сентября 2022 года:

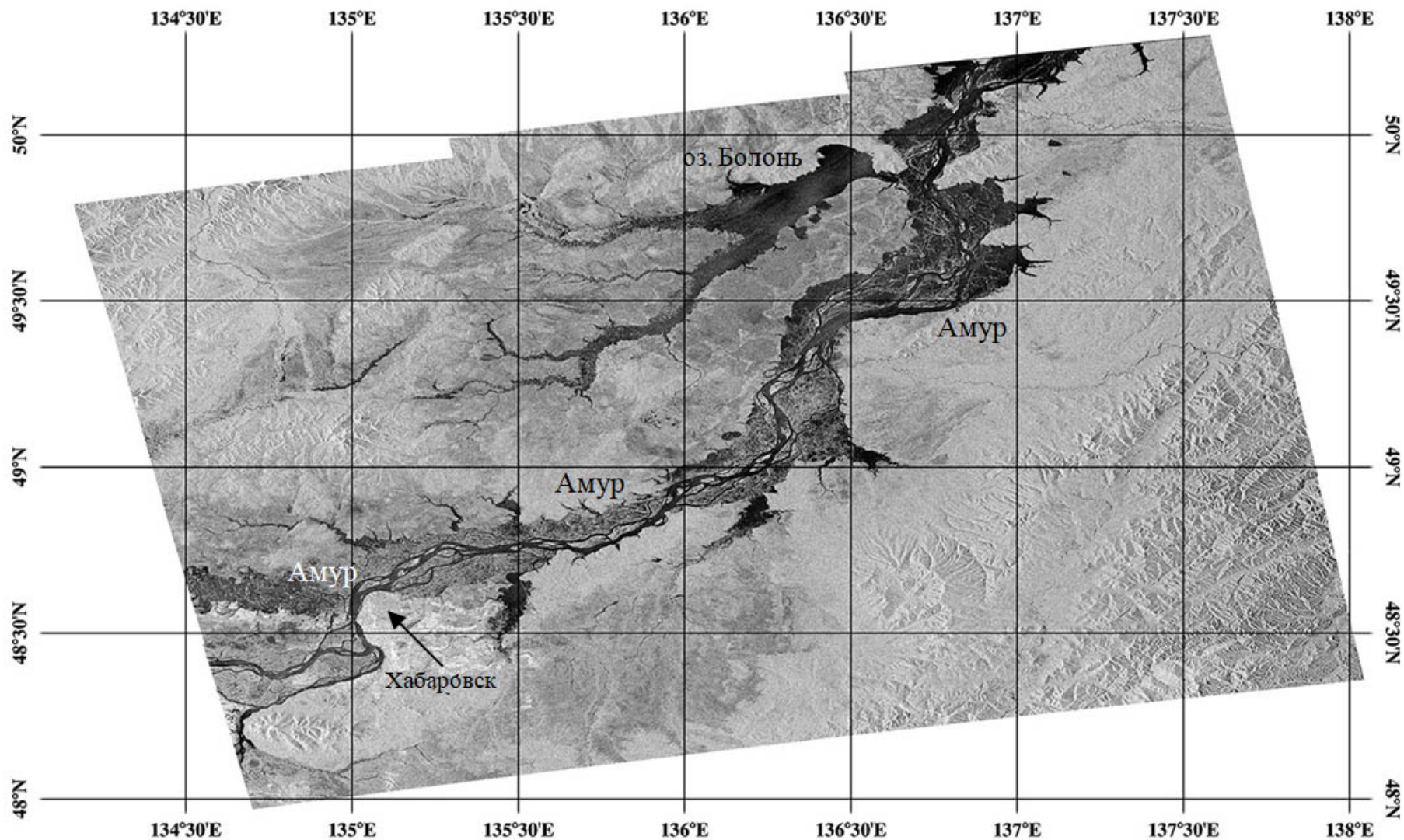
1 – река Амур, 2 – озеро Ханка, 3 – влажная почва и пятна воды,  
ФО – фронт окклюзии



## Тайфун Нинпатпор 5–9 сентября 2022



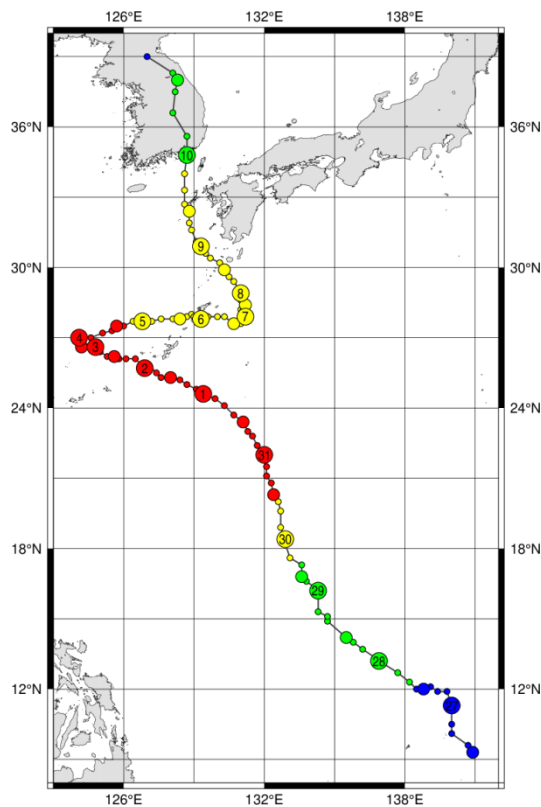
Яркостные темп-ры по измерениям **AMSR2** в 03:50 UTC (а)–(г) 6 сен. и в 16:50 UTC (е)–(и) 7 сен. На: 23,8 (Г-пол. (а, е)), 36,5 (В-пол. (б, ж) и на 89 ГГц (в, з) и В-пол. (г, и)) и аккумуляр. осадки с 12 по 21 UTC 6 сен. 2022 г. (д); ФО - фронт окклюзии



**Изображение части водосбора реки Амур, полученное *РСА* со спутника *Sentinel-1* во время наводнения 8 сентября 2022 года**

# Тайфун Ханун 27 июля -11 августа 2023

## Траектория



## Стадии развития ТЦ

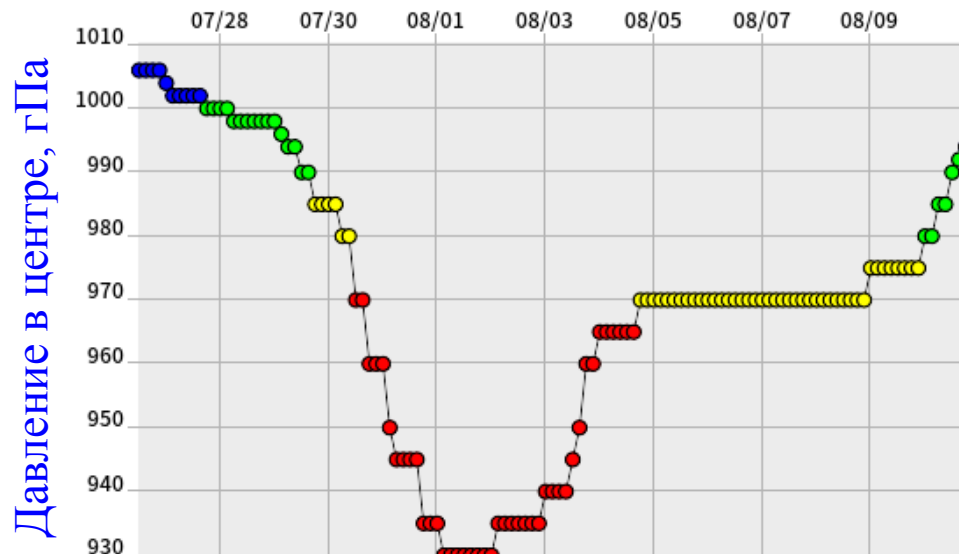
**Синий** – тропическая депрессия (TD)

**Зеленый** – тропический шторм (TS)

**Желтый** – сильный тропический шторм (STS)

**Красный** – тайфун (TY)

**Фиолетовый** – трансформация ТЦ



Минимальное давление –

Рц = 930 мб

(1-3 августа).

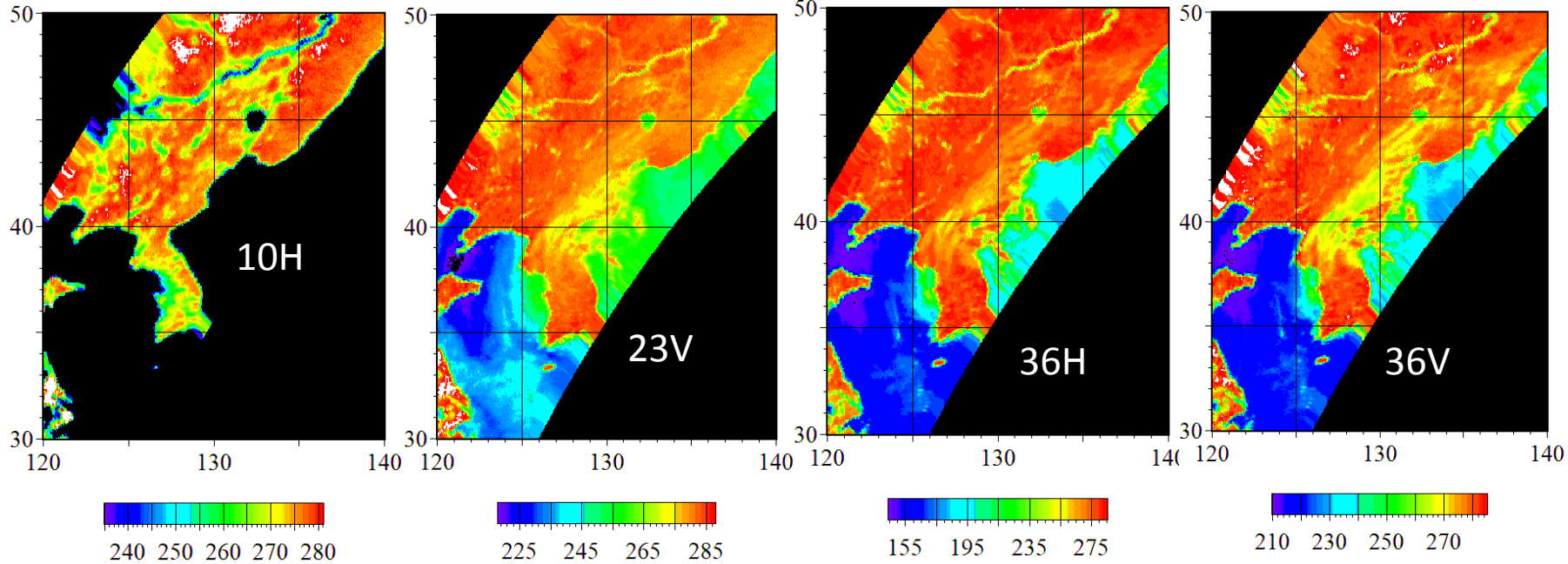
Координаты центра –

25.2°с.ш., 129.5°в.д.

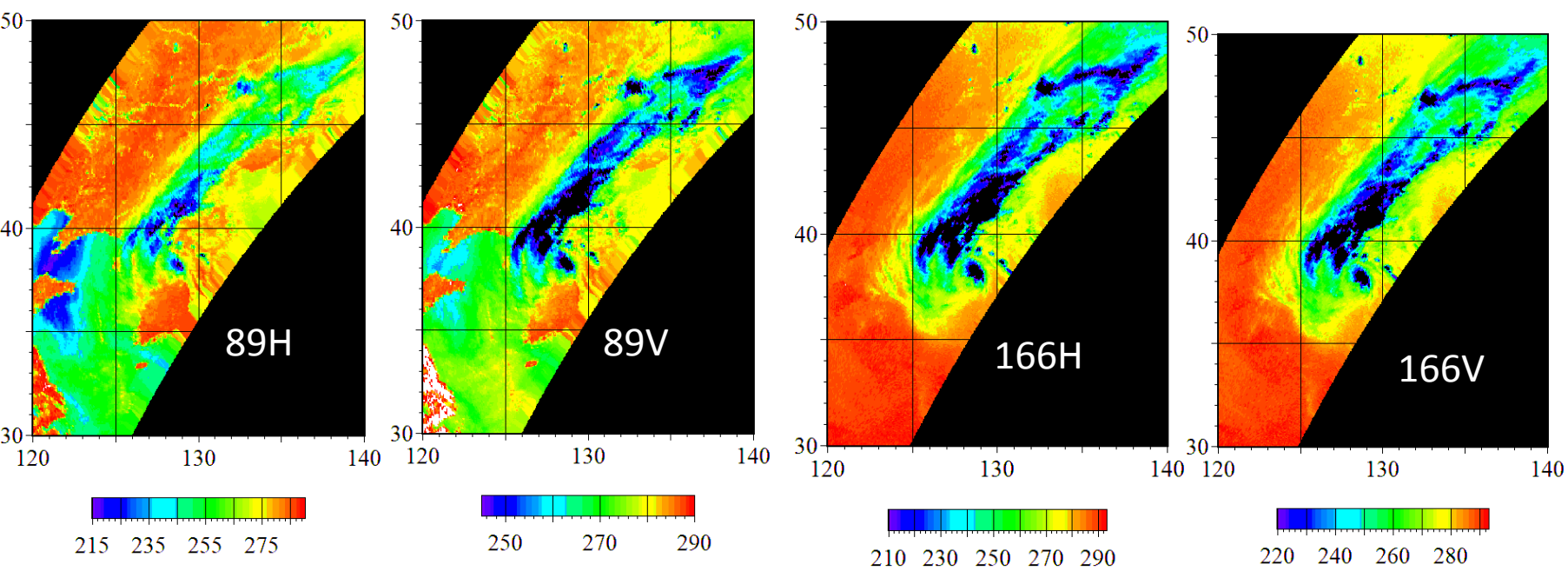
Максимальная скорость

ветра – 53 м/с

<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/index.html.en>



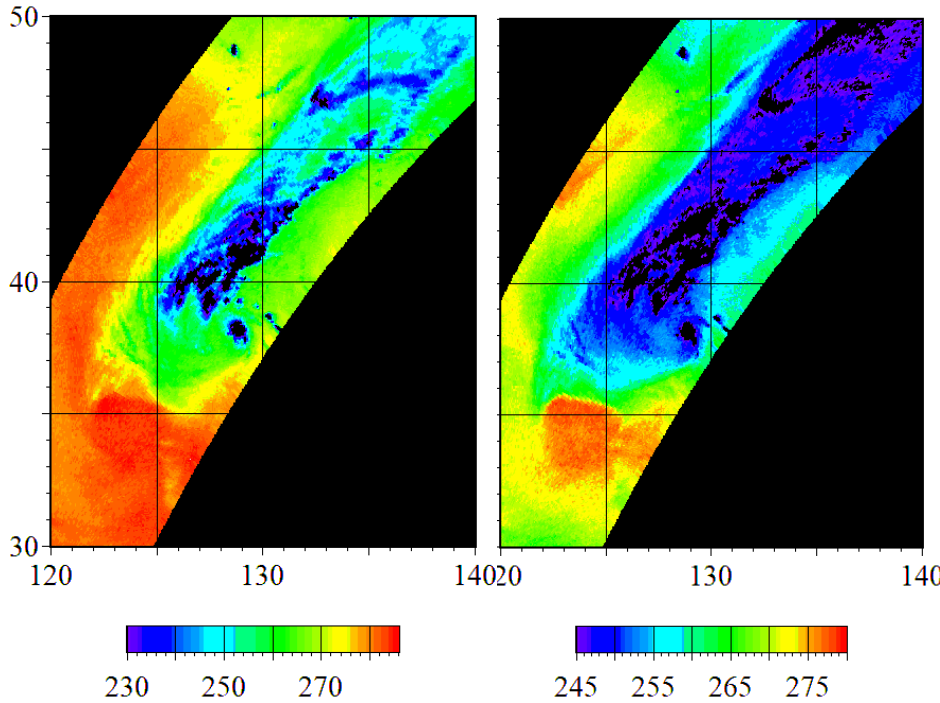
**GMI 10 августа 2023**



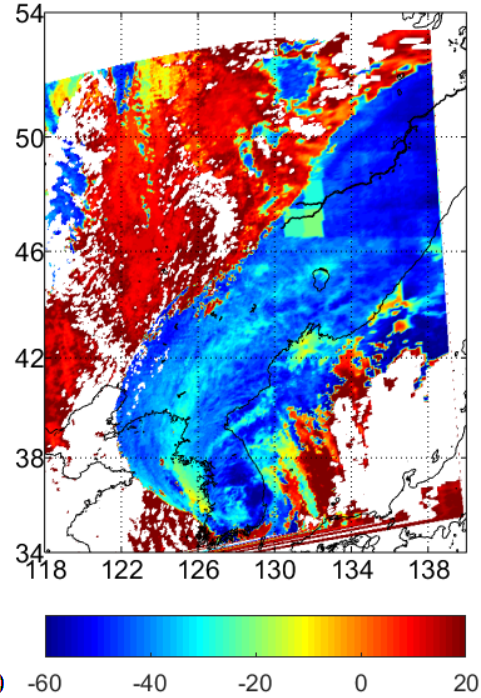
**Яркость температура, К**

# Мощная облачность тайфуна и фронта

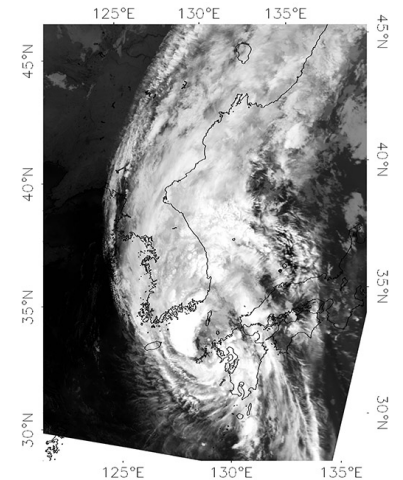
**183± 7 ГГц**    **GMI**    **183± 7 ГГц**



**Яркая температура, К**



**Температура верхней  
границы облачности**



**AMSR 3, JAXA, проекты с конца прошлого века  
радиометрами AMSR, AMSR-E, AMSR2**

# **Международная Хартия о сотрудничестве в использовании космических средств в случае катастроф**

**Ресурс Хартии в интересах России впервые был задействован 20 августа 2013 г. для мониторинга наводнения в Амурской области и Хабаровском крае. Оперативное получение информации с космических аппаратов ДЗЗ, в том числе иностранных, позволило своевременно предоставить в МЧС России информацию, необходимую для ликвидации последствий создавшейся чрезвычайной ситуации.**

# 19 августа 2013. Роскосмос активировал Хартию

## Flood in Russian Far East (August-September 2013)

Charter call ID: 449



Water surface extension at the Amur river basin  
Khabarovsk



### Area location



### Legend

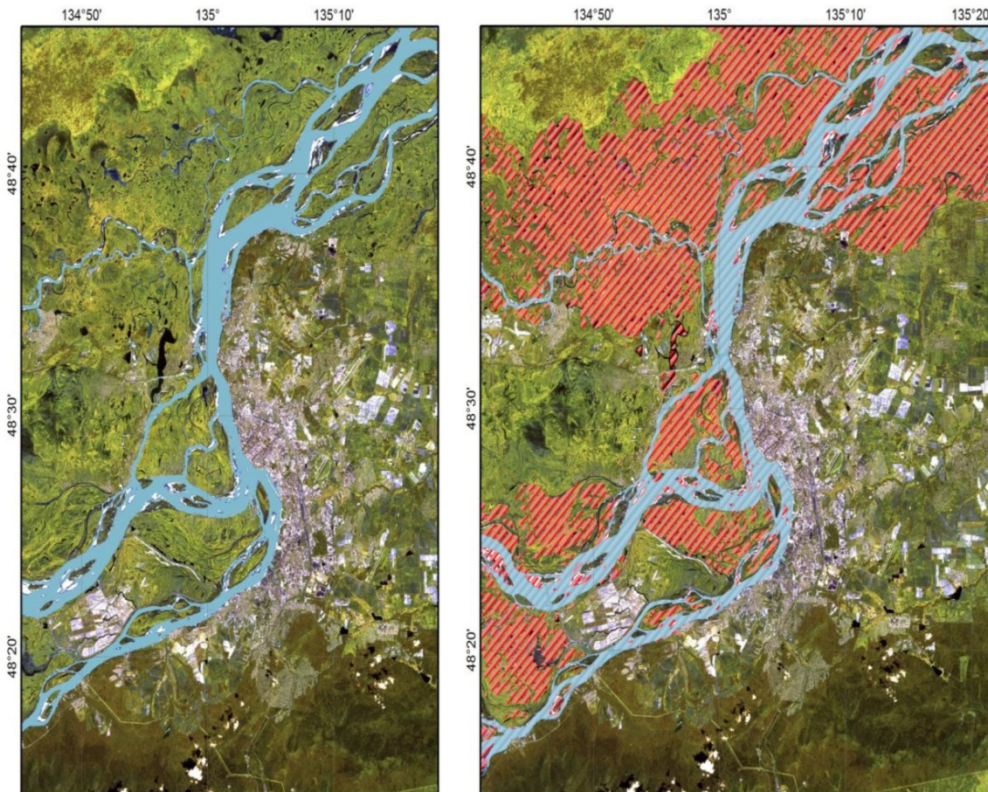
-  River course in low-water period
-  Water mask (as of 22/08/2013)

### Description

Flash floods caused by torrential rain started in July 2013 and swept the Far East Federal District of Russia; it mainly affected Khabarovskiy Kray, Amur Oblast, and the Jewish Autonomous Oblast. The water level of the Amur river increased to more than 9 meters, which is its historical maximum for the last 120 years. The flood destroyed 14,000 houses, 1600 km of roads, 174 bridges and 825 social facilities. More than 627,000 hectares of agricultural lands were affected by the flood. 135,000 people affected, 32,000 evacuated.

### Data source

RADARSAT-2 image acquired on 22.08.2013  
Resolution - 100 m  
RADARSAT-2 Data and Products © MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd.(2010) - All Rights Reserved.

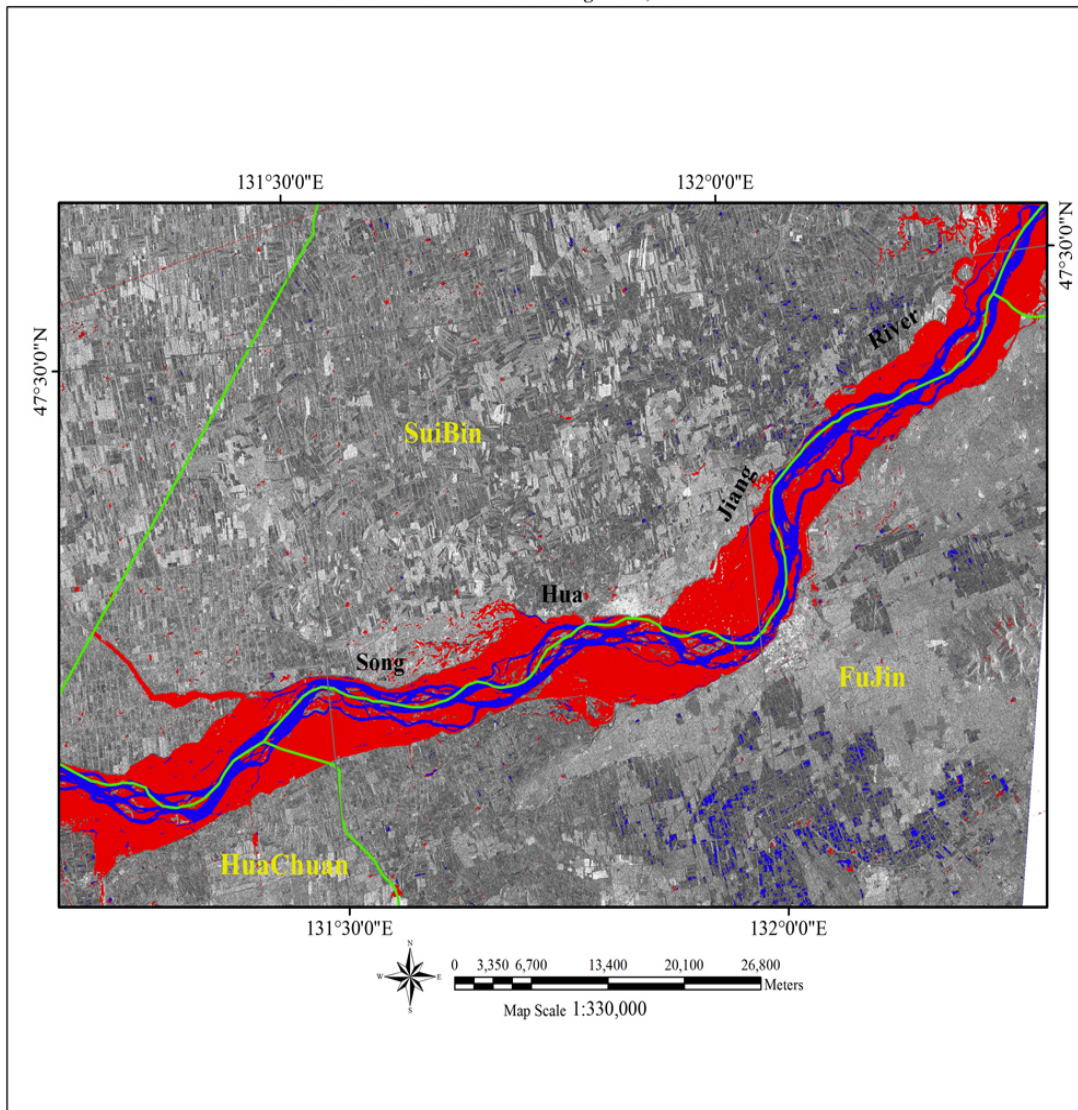


## Flood in northeast China (August 2013)

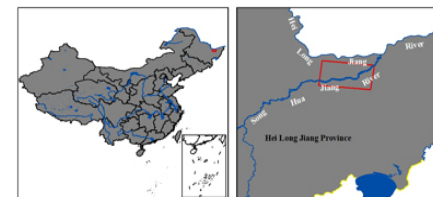
Water surface extension at 2013-8-27

Song Hua Jiang River Basin

Charter Call ID: 447 Date: August 16, 2013



### Area Location



### Legend

- Satellite image extent
- River
- Lakes
- Province Boundary
- Post-Disaster Flooded Areas
- Pre-Disaster Water Extent

### Description

The post-disaster flood extent was obtained from RISAT-1 image in ScanSAR model with HH polarization at 18m resolution acquired at 27/8/2013 08:50 UTC.

The pre-disaster water extent was obtained from Radarsat-2 SAR in Multi-Look Fine with HH polarization at 12.5m resolution acquired at 28/6/2011 21:26 UTC.

The pre-disaster and post-disaster Water bodies which detected from Radarsat-2 and RISAT-1 images are superposed to Radarsat-2 image (backscatter intensity values in gray scale).

### Copyright

“RADARSAT-2 Data and Products © MACDONALD, DETTWILER AND ASSOCIATES LTD. (2013) – All Rights Reserved  
RADARSAT is an official mark of the Canadian Space Agency”  
RISAT-1 Data and Products © NRSC (2013) - All Rights Reserved.

### Cartographic Information

Map Projection: UTM  
Datum: WGS84  
Units: Meter

### Map Production



Map was generated on August 2013  
by the National Satellite Meteorological Center (NSMC),  
China Meteorological Administration (CMA).  
<http://www.nsmc.cma.gov.cn/>

The satellite data in this map were provided under the International Charter “Space and Major Disasters”.



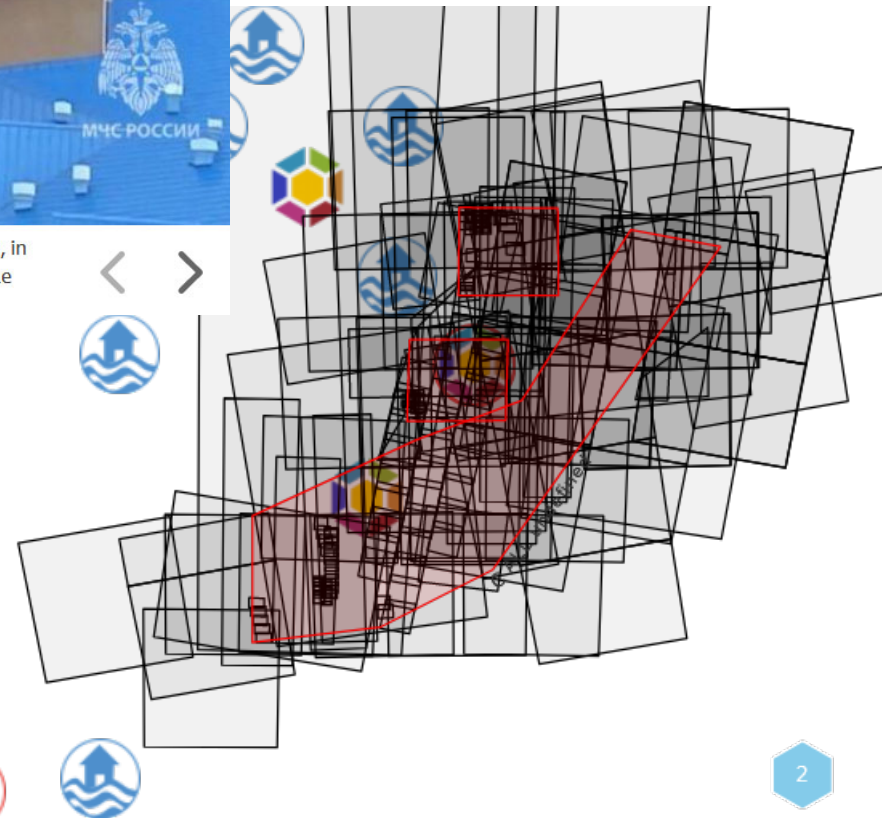
# 14 августа 2023 Роскосмос активировал хартию о катастрофах



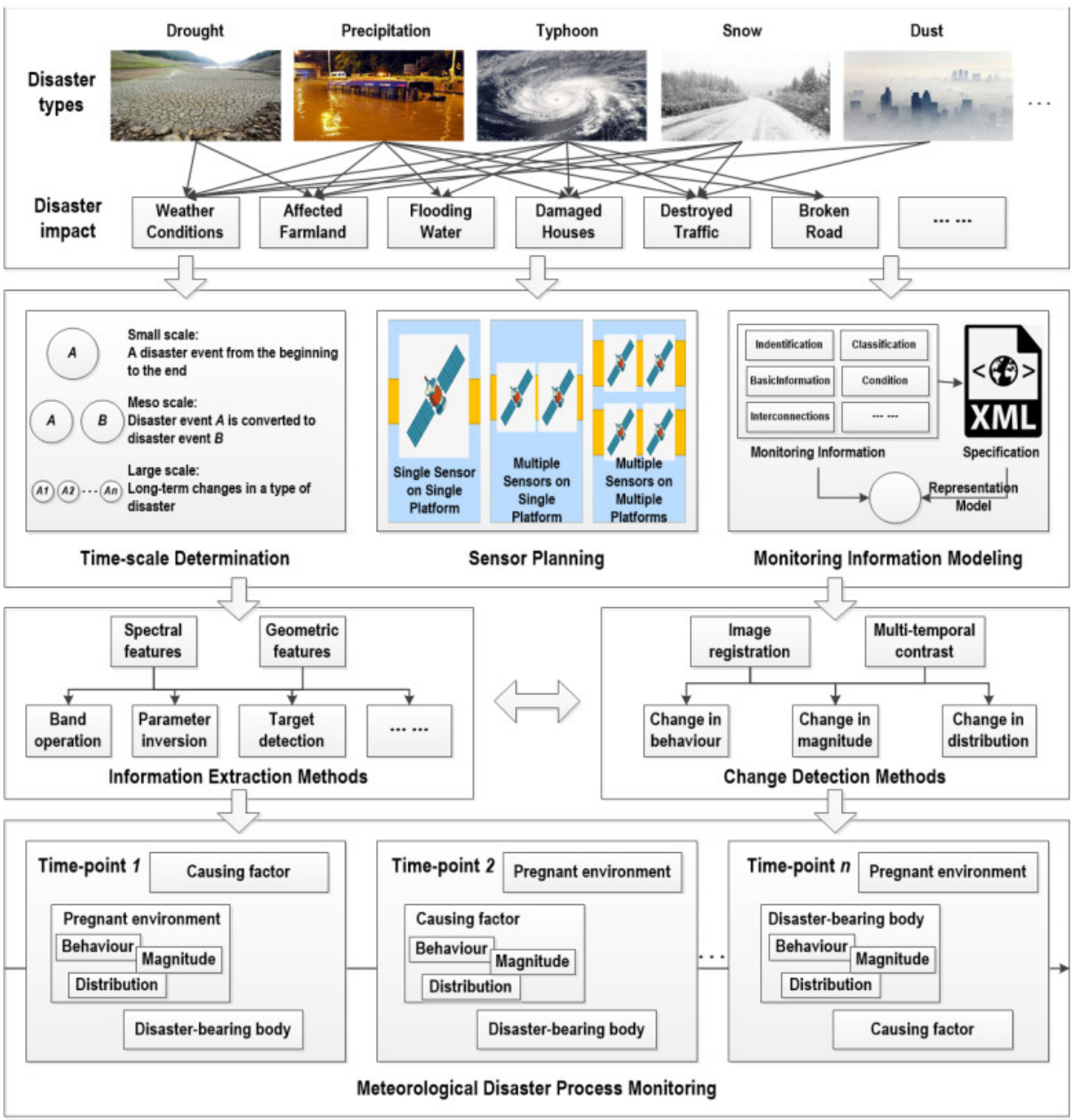
## Уссурийск, наводнение



[1/2] Rescuers use inflatable boats to evacuate residents of the area flooded due to a dam break in Ussuriysk, Russia, in this still image taken from video released August 12, 2023. Russian Emergencies Ministry/Handout via REUTERS/File photo [Acquire Licensing Rights](#)



## Границы изображений с различных спутников, переданных Роскосмосу после активации Хартии



Дорожная карта мониторинга метеорологических бедствий по данным ДЗЗ. Использование изображений, полученных различными сенсорами с разных спутников. Междисциплинарные приложения .

Peng Ye et al. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*(6), 3701

# Выводы

Повышение глобальной температуры привело к росту количества и интенсивности опасных явлений в атмосфере и на земной поверхности, что сопровождается всё возрастающими экономическими потерями. Погрешности оценки рекордных значений и пространственного распределения скорости приводного ветра, интенсивности осадков и других гидрометеорологических параметров могут быть снижены путем совместного анализа данных, поступающих с сенсоров, работающих в видимом, ИК и микроволновом диапазонах длин волн с различных спутников. Не менее важно совершенствование моделей переноса излучения в различных средах и калибровки инструментов, а также привлечение к анализу дистанционных данных экспертов в различных направлениях наук о Земле: метеорологов, океанологов, гидрологов, агрометеорологов, и др.

Митник Л.М., Митник М.Л. Мультисенсорный спутниковый мониторинг явлений и процессов в океане и атмосфере // Океанологические исследования дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана: в 2 кн. / Гл. ред. В.А. Акуличев; ТОИ ДВО РАН. Владивосток: Дальнаука, 2013. Кн. 1. С. 208-230.

Katsaros K.B., Mitnik L.M., Black P.G. Microwave instruments for observing tropical cyclones / In: Typhoon Impacts and Crisis Management. Eds: DanLing Tang, GuangJun Sui. 2014. Springer. P. 5-61. Митник Л.М., Митник М.Л., Гурвич И.А., Выкочко А.В., Кузлякина Ю.А., Черный И.В., Чернявский Г.М. Исследование эволюции тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана по данным СВЧ-радиометров **МТВЗА-ГЯ** со спутника **Метеор-М №1** и **AMSR-E** со спутника **Aqua** // *Современные пробл. дистанц. зондир. Земли из космоса*. 2012. Т. 9. № 4. С. 121-128.

Митник Л.М., Митник М.Л., Гурвич И.А., Выкочко А.В., Кузлякина Ю.А., Черный И.В., Чернявский Г.М. Исследование эволюции тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана по данным СВЧ-радиометров МТВЗА-ГЯ со спутника Метеор-М №1 и AMSR-E со спутника Aqua. *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2012. Т. 9. № 4. С. 121-128.

Mitnik L.M., Mitnik M.L., Gurvich I.A., Vykochko A.V., Pichugin M.K., Cherny I.V. Water vapor, cloud liquid water content and wind speed in tropical, extratropical and polar cyclones over the Northwest Pacific Ocean // *Proceedings IGARSS 2012. Munich*. P.1940-1943.

Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Chapron B. New approach for severe marine weather study using satellite passive microwave sensing // *Geophys. Res. Letters*. 2013. V. 40, Issue 13. P. 3347–3350.

Митник Л.М., Митник М.Л., Гурвич И.А., Выкочко А.В., Кузлякина Ю.А., Чёрный И.В., Чернявский Г.М. Мультисенсорное спутниковое зондирование зимних циклонов со штормовыми и ураганскими ветрами в северной части Тихого океана // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2013. Т. 10. № 4. С. 161-174.

Митник Л.М., Чёрный И.В., Чернявский Г.М., Митник М.Л., Выкочко А.В. Морские погодные системы по данным микроволнового радиометра **МТВЗА-ГЯ** со спутника **Метеор-М № 1** / III Всероссийская научная конференция "Проблемы военно-прикл. геофизики и контроля состояния природной среды». *ВКА им. А.Ф. Можайского*, СПб. 16-17 апреля 2014 г. *Труды*. Т. 2. С. 346-350.

Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Reul N., Chapron B. New possibilities for geophysical parameter retrievals opened by **GCOM-W1 AMSR2** // *IEEE J. Selected Topics in Applied Earth Obs. Remote Sensing*. 2015. V. 8. N. 9. P. 4248-4261, doi: 10.1109/JSTARS.2015.2416514.

Cherny I.V., Chernyavsky G.M., Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Uspensky A.B. Advanced Microwave Imager/Sounder MTVZA-GY-MP for new Russian meteorological satellite // *Proc. IGARSS 2017, Texas, USA*. P. 1220-1223.

Митник Л.М., Митник М.Л. Калибровка и валидация - необходимые составляющие микроволновых радиометрических измерений со спутников серии **Метеор-М № 2** // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 1. С. 95-104.

Barsukov I., Cherniavsky G., Cherny I., Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M. New Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: Sensing of the subsurface, surface and atmospheric characteristics by **MTVZA-GY** microwave imager/sounder // *Proc. IGARSS 2016*, 10 - 15th July, 2016. P. 5528-5531.

Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M., Streltsov A.M., Cherniavsky G., Cherny I. Microwave scanner sounder MTVZA-GY on new Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: modeling, calibration and measurements // *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. 2017. Vol. 10. N. 7. P. 3036-3045, doi: 10.1109/JSTARS.2017.2695224.

*Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В.* Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника Метеор-М №2 // *Соврем. проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-78-100.

Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л. Глобальные поля яркостной температуры Земли в диапазоне частот 6-190 ГГц по измерениям со спутников "Метеор-М № 2-2" и GCOM-W1 // *Труды ВКА имени А.Ф.Можайского*. Вып. 674. Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды. С. 223-228.

## Публикации, интерес к данным МТВЗА-ГЯ

Mitnik L.M., Mitnik M.L., Zabolotskikh E.V. Microwave sensing of the atmosphere-ocean system with **ADEOS-II AMSR** and **Aqua AMSR-E** // *J. Remote Sensing Society of Japan*, 2009. Vol. 29. No. 1. P. 156-165.

Cherny I.V., Mitnik L.M., Mitnik M.L., Uspensky A.B., Streltsov A.M. On-orbit calibration of the “**Meteor-M**” Microwave Imager/Sounder // *Proc. IGARSS 2010*. Hawaii, 26-30July. P. 558-581.

Митник Л.М., Митник М.Л., Гурвич И.А., Выкочко А.В., Кузлякина Ю.А., Черный И.В., Чернявский Г.М. Исследование эволюции тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана по данным СВЧ-радиометров **МТВЗА-ГЯ** со спутника **Метеор-М №1** и **AMSR-E** со спутника **Aqua** // *Современные пробл. дистанц. зондир. Земли из космоса*. 2012. Т. 9. № 4. С. 121-128.

Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Chapron B. New approach for severe marine weather study using satellite passive microwave sensing // *Geophys. Res. Letters*. 2013. V. 40, Issue 13. P. 3347–3350.

Митник Л.М., Чёрный И.В., Чернявский Г.М., Митник М.Л., Выкочко А.В. Морские погодные системы по данным микроволнового радиометра **МТВЗА-ГЯ** со спутника **Метеор-М № 1** / III Всероссийская научная конференция "Проблемы военно-прикл. геофизики и контроля состояния природной среды». *ВКА им. А.Ф. Можайского*, СПб. 16-17 апреля 2014 г. *Труды*. Т. 2. С. 346-350.

Митник Л.М., Митник М.Л., Чернявский Г.М., Чёрный И.В., Выкочко А.В., Пичугин М.К. Приводный ветер и морской лёд в Баренцевом море по данным микроволновых измерений со спутников **Метеор-М № 1** и **GCOM-W1** в январе-марте 2013 г. // *Исслед. Земли из космоса*. 2015. № 6. С. 36-46.

Zabolotskikh E.V., Mitnik L.M., Reul N., Chapron B. New possibilities for geophysical parameter retrievals opened by **GCOM-W1 AMSR2** // *IEEE J. Selected Topics in Applied Earth Obs. Remote Sensing*. 2015. V. 8. N. 9. P. 4248-4261, doi: 10.1109/JSTARS.2015.2416514.

Митник Л.М., Митник М.Л. Калибровка и валидация - необходимые составляющие микроволновых радиометрических измерений со спутников серии **Метеор-М № 2** // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. 2016. Т. 13. № 1. С. 95-104.

Barsukov I., Cherniavsky G., Cherny I., Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M. New Russian meteorological satellite Meteor-M N 2: Sensing of the subsurface, surface and atmospheric characteristics by **MTVZA-GY** microwave imager/sounder // *Proc. IGARSS 2016*, 10 - 15th July, 2016. P. 5528-5531.

Mitnik L.M., M.L. Mitnik, G.M. Chernyavsky, I.V. Cherny, A.V. Vykochko, M.K. Pichugin, E.V. Zabolotskikh. Sea surface wind and sea ice in the Barents Sea using microwave sensing data from **Meteor-M N1** and **GCOM-W1** satellites in January–March 2013 // *Izv. Atm. Oceanic Physics*, 2016, V. 52, No. 9, P. 1041–1050

Стрельцов А.М., Барсуков И.А., Никитин О.В., Чернявский Г.М. Радиочастотные помехи, влияющие на качество информации СВЧ-радиометра МТВЗА-ГЯ спутника «Метеор-М» // Соврем. проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 181–184. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-95-104.

Mitnik L.M., Mitnik M.L., Chernyavsky G.M., Cherny I.V., Vykocho A.V., Pichugin M.K., Zabolotskikh E.V. Sea surface wind and sea ice from “Meteor-M” No. 1 and GCOM-W1 passive microwave measurements in the Barents Sea in January–March, 2013 // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics, vol. 52, no. 9, pp. 1041–1050. 2016. Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В. Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника Метеор-М №2 // Соврем. проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-4-78-100. Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л. Метеорологические приложения данных радиометра МТВЗА-ГЯ со спутников серии “Метеор-М № 2” // “Современные проблемы гидрометеорологии и устойчивого развития Российской Федерации” СПб, РГГМУ, 14 - 15 марта 2019 г. С. 132-133. Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L. Microwave sensing of the ocean and atmosphere from Meteor-M No. 2 and GCOM-W1 satellites // 26th Int. Conference “Marine Science and Technology for Sustainable Development” (PACON-2019) July 16-19, 2019, Vladivostok, Russia

Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Стрельцов А.М., Евсеев Г.Е., Черный И.В. Моделирование яркостных температур и первые результаты, полученные микроволновым радиометром МТВЗА-ГЯ со спутника Метеор-М №2-2 // Соврем. проблемы дистанц. зондир. Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 3. С. 51-65.

Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л. Глобальные поля яркостной температуры Земли в диапазоне частот 6-190 ГГц по измерениям со спутников “Метеор-М № 2-2” и GCOM-W1 // Труды ВКА имени А.Ф.Можайского. Вып. 674. Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды. С. 223-228.

Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л. Внезапное стратосферное потепление над Антарктидой в сентябре 2019 г. по данным радиометра МТВЗА-ГЯ со спутника “Метеор-М” № 2-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т.17. № 7. С. 229-242. DOI: 10.21046/2070-7401-2020-17

L. M. Mitnik, V. P. Kuleshov, M. L. Mitnik, G. M. Chernyavsky, I. V. Cherny and O. V. Streltsov, "Microwave MTVZA-GY radiometer on new Russian Meteor-M No. 2-2 Satellite and Sudden Stratospheric Warming over Antarctica," 2020 16th Specialist Meeting on Microwave Radiometry and Remote Sensing for the Environment (MicroRad), Florence, Italy, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/MicroRad49612.2020.9342616.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Chernyavski G.M., Cherny I.V., Streltsov A.M. Microwave radiometer MTVZA-GY on new Russian satellite Meteor-M N 2-2 and sudden stratospheric warming over Antarctica // IEEE Journal of Selected Topics of Applied Remote Sensing, 2021

Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л. Внезапное стратосферное потепление в январе 2021 года по микроволновым измерениям со спутника “Метеор-М” № 2-2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. №3. С. 139-148. Митник Л.М., Кулешов В.П. Сезонная и синоптическая изменчивость микроволнового излучения Гренландии и Антарктиды по измерениям со спутников Метеор-М № 2 и № 2-2 и GCOM-W1 // Материалы 19-й Междунар. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. ИКИ РАН. Москва, 2021. С.256.

Митник Л.М., Кулешов В.П., Баранюк А.В., Митник М.Л., Хазанова Е.С., Панфилова М. А. Мониторинг Арктического региона со спутников Арктика-1М, GCOM-W1, GPM, Метеор-М № 2-2, Sentinel-1А и Aqua по измерениям в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах // Материалы 19-й Междунар. конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. ИКИ РАН. Москва, 2021. С. 41. DOI 10.21046/19DZZconf-2021a

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Chernyavski G.M., Cherny I.V., Streltsov A.M. Microwave radiometer MTVZA-GY on new Russian satellite Meteor-M No 2-2 and sudden stratospheric warming over Antarctica // IEEE Journal of Selected Topics of Applied Remote Sensing, 2022. Vol. 15, pp. 820-830, doi: 10.1109/JSTARS.2021.3133425.

Баранюк А.В., Кулешов В.П., Митник Л.М., Митник М.Л., Панфилова М.А. Мониторинг гидрометеорологических процессов в Арктическом регионе со спутников Арктика-1М, GCOM-W1, GPM, Метеор-М № 2-2, MetOp и Aqua // Труды ВКА им. А.Ф. Можайского, 2022, вып. 685, С. 11-18.

Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Баранюк А.В. «Рекордное повышение температуры в Восточной Антарктиде в марте 2022 г.: анализ спутниковых микроволновых радиометрических и наземных данных». Материалы 20-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Электронный сборник материалов конференции. Институт космических исследований Российской академии наук. Москва. 2022. С.194. DOI 10.21046/20DZZconf-2022a



Russian meteorological satellite **Meteor-M N 2**: modeling, calibration and measurements // *IEEE J. Selected Topics Appl. Earth Obs. Remote Sensing*. 2017. Vol. 10. N. 7. P. 3036-3045.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Barsukov I.A., Cherny I.V., Chernyavsky G.M. Multichannel Scanning Imager-Sounder **MTVZA-GY** on Russian weather satellite **Meteor-M No.2**: The simulated and measured brightness temperatures in the range of 10–190 GHz // *Progr. Electromagn. Res. Symp.* Abstracts, St Petersburg, Russia, 22–25 May 2017, p. 326.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Cherny I.V. Statistics of surface and atmospheric microwave properties at Summit Station, Greenland from **MTVZA-GY** observations in the range 10–190GHz // *ibid*, p. 327.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L. Water vapor in the atmosphere over Greenland and the surrounding seas from measurements of **MTVZA-GY**, **AMSR2**, and **GMI** microwave radiometers // *Int. Symp. "Atmospheric Radiation and Dynamics", МСАРД–2017"* (27–30 June 2017, St Petersburg - Petrodvorets).

Cherny I.V., Chernyavsky G.M., Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Uspensky A.B. Advanced Microwave Imager/Sounder **MTVZA-GY-MP** for new Russian meteorological satellite // *Proc. IGARSS 2017*, 23-28 July 2017, Fort Worth, Texas, USA. P. 1220-1223.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Baranyuk A.V. Passive microwave observations of South America and surrounding oceans from Russian **Meteor-M No. 2** and Japan **GCOM-W1** satellites // *Int. J. Remote Sensing*. 2018. Vol. 39. No. 13, pp. 4513-4530.

Mitnik L., Kuleshov V., Chernyavsky G., Cherny I. External calibration of **MTVZA-GY/ Meteor-M No.2** imager channel // *GSICS Quarterly Newsletter*. 2018, Vol. 12. N. 1, pp. 9-10.

Чернявский Г.М., Митник Л.М., Кулешов В.П., Митник М.Л., Черный И.В. Микроволновое зондирование океана, атмосферы и земных покровов по данным спутника **Метеор-М № 2** // *Современные пробл. дистанц. зондир. Земли из космоса*. 2018. Т. 15. № 4. С. 78-100.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Pichugin M.K., Chernyavsky G.M., Cherny I.V., Nikitin O.V. Geophysical Model Functions of ocean surface winds for the **Meteor-M No. 2 MTVZA-GY** radiometer // *Proc. MicroRad 2018*, Cambridge, Massachusetts, USA. March 2018. pp. 20-23.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Pichugin M.K., Mitnik M.L. Sudden stratospheric warming in 2015-2016: Study with satellite passive microwave data and reanalysis // *Proc. IGARSS 2018*. Valencia. 23-27 July, P. 5560-5563.

Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L. Variability of land surface temperature and atmospheric humidity characteristics in the **Takla Makan** desert and in the ZOTTO observatory area from satellite and ground measurements // *Межд. Симп. Амм. Радиации и Динамика "МСАРД–2019"* СПб, 25–27 июня 2019

Mitnik L., Kuleshov V., Mitnik M., Khazanova E. Temporal variations of surface and atmosphere characteristics in **TaklaMakan** desert from **AMSR2** observations // *Proc. IGARSS 2019*. Yokogama. Japan, 28 July–2 Aug, P. 6429-6432. *Mitnik L.M., Kuleshov V.P., Mitnik M.L., Chernyavski G.M., Cherny I.V., Streltsov A.M.* Microwave radiometer MTVZA-GY on new Russian satellite Meteor-M N 2-2 and sudden stratospheric warming over Antarctica // *IEEE Journal of Selected Topics of Applied Remote Sensing*, 2021