

Микроволновое дистанционное зондирование тайфунов, выходящих на сушу

Митник Л.М. (1), Баранюк А.В. (1), Митник М.Л. (1), Кулешов В.П. (1),
Караев В.Ю.(2), Панфилова М.А.(2)

*(1) Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,
Владивосток, Россия*

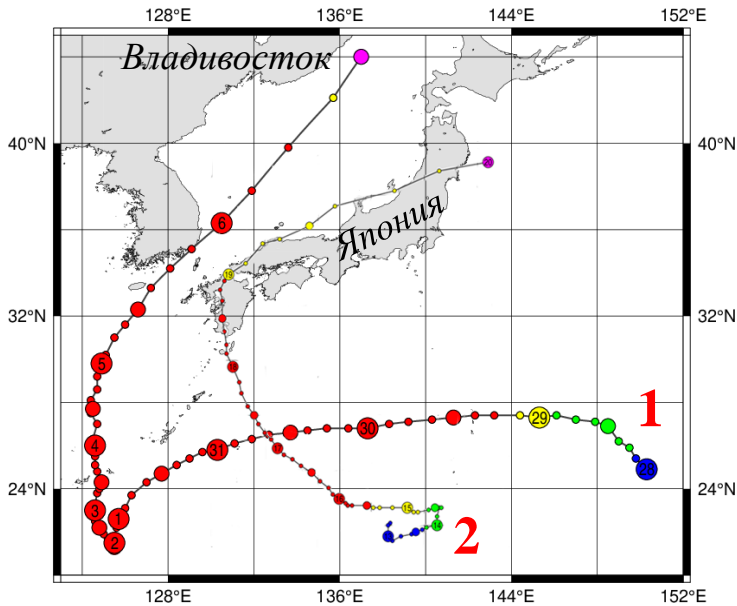
*(2) АО «Российские космические системы»,
Москва, Россия*

- В докладе межправительственной группы экспертов по изменению климата (Рабочая группа 1) отмечено, что количество экстремальных явлений в 2021 году является беспрецедентным за всю историю наблюдений, и оно будет расти по мере усиления глобального потепления.
- Последствия таких явлений, сопровождающихся штормовым ветром, интенсивными осадками и наводнениями, особенно разрушительны, откуда следует настоятельная необходимость их изучения, опираясь на результаты моделирования и дистанционных наблюдений в различных диапазонах.
- Особую важность представляют данные спутникового микроволнового зондирования характеристик атмосферы, океана и суши независимо от времени суток и облачности. В последние десятилетия надежным источником глобальной количественной информации об окружающей среде стали используемые в работе измерения сканирующих МВ радиометров, дождевых радаров и радаров с синтезированной апертурой.
- Мониторинг перемещения и оценка изменчивости пространственного распределения содержания воды в облаках и интенсивности осадков, скорости ветра и высоты волн в различных погодных системах особенно при приближении и выходе их на сушу позволяет улучшить прогноз опасных явлений, повысить заблаговременность выпуска предупреждений и снизить связанный с ними экономический ущерб.

- При изучении опасных природных явлений в качестве основного источника количественной информации о подстилающей поверхности и атмосфере использовались пассивные (радиометрические) и активные (радиолокационные) микроволновые измерения с зарубежных и российских спутников, находящихся в открытом доступе.
- Пассивные МВ данные были получены многоканальными сканирующими радиометрами **AMSR2** со спутника **GCOM-W1**, **GMI** со спутника **GPM** и **MTV3A-ГЯ** со спутника "**Метеор-М**" № 2-2.
- Радиолокационные данные включали измерения двухчастотного дождевого радиолокатора со спутника **GPM** и изображения радаров с синтезированной апертурой, установленных на спутниках **Sentinel-1** и **Radarsat-2**.
- Обработка данных МВ радиометров и определение параметров атмосферы и океана выполнялись по усовершенствованным алгоритмам.
- Изображения РСА были загружены с сайтов ESA и NOAA или переданы ТОИ для выполнения проектов с JAXA.
- Для интерпретации данных привлекались видимые и ИК-изображения, **MODIS** со спутников **Aqua** и **Terra**, показания метеорологических станций, карты синоптического анализа Японского метеорологического агентства, данные радиозондов и иная сопутствующая информация.

Тайфуны **Hinnamnor** и **Nanmadol** в 2022 г.

Траектории ТЦ



1 – Hinnamnor, 2 – Nanmadol

Стадии развития ТЦ

Синий – тропическая депрессия (TD)

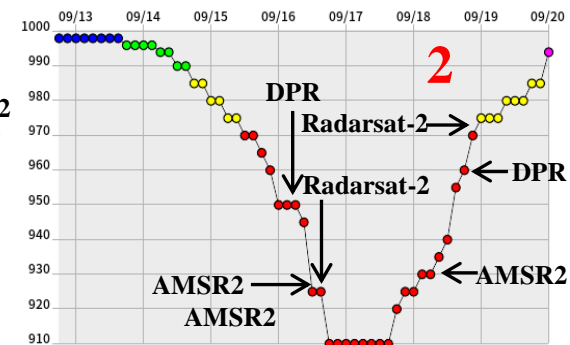
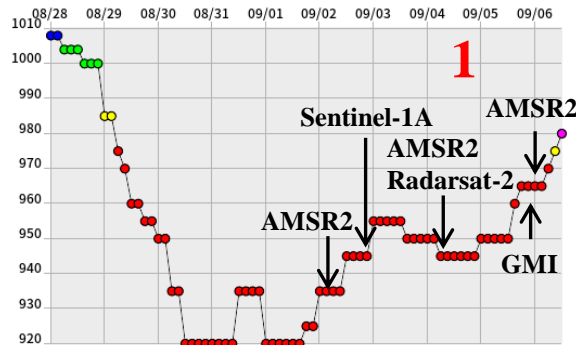
Зеленый – тропический шторм (TS)

Желтый – сильный тропический шторм (STS)

Красный – тайфун (TY)

Фиолетовый – трансформация ТЦ

Давление в центре, гПа



ТЦ Hinnamnor

Мин. давление - 920 мб
(30 августа в 12 Гр.).

Координаты центра –
26.6°с.ш., 133.7°в.д.

Макс. скорость ветра –
56 м/с

Макс. падение давления:

-15 гПа / 6 час

-30 гПа / 12 час

-45 гПа / 24 часа

-84 гПа / 48 часов

ТЦ Nanmadol

Мин. давление - 910 мб
(16 сентября в 18 Гр.)

Координаты центра –
25.5°с.ш., 133.8°в.д.

Макс. скорость ветра –
56 м/с

Макс. падение давления:

-25 гПа / 6 час

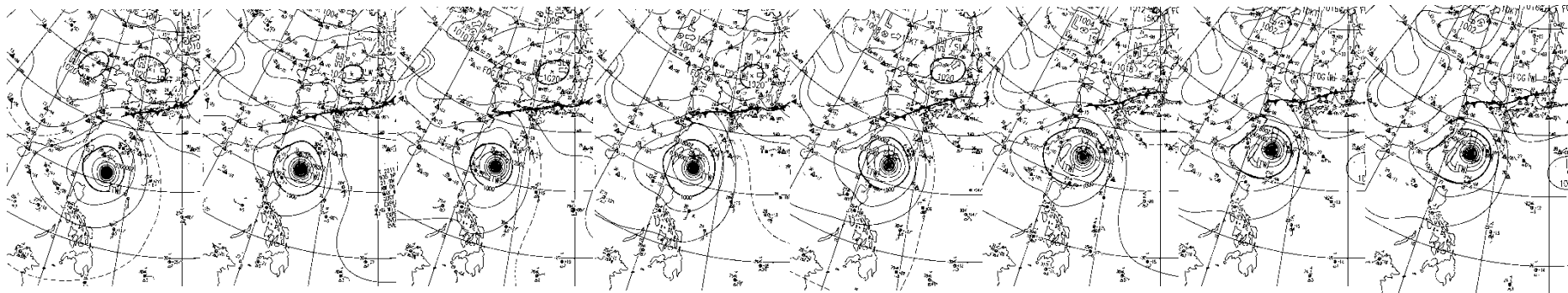
-40 гПа / 12 час

-55 гПа / 24 часа

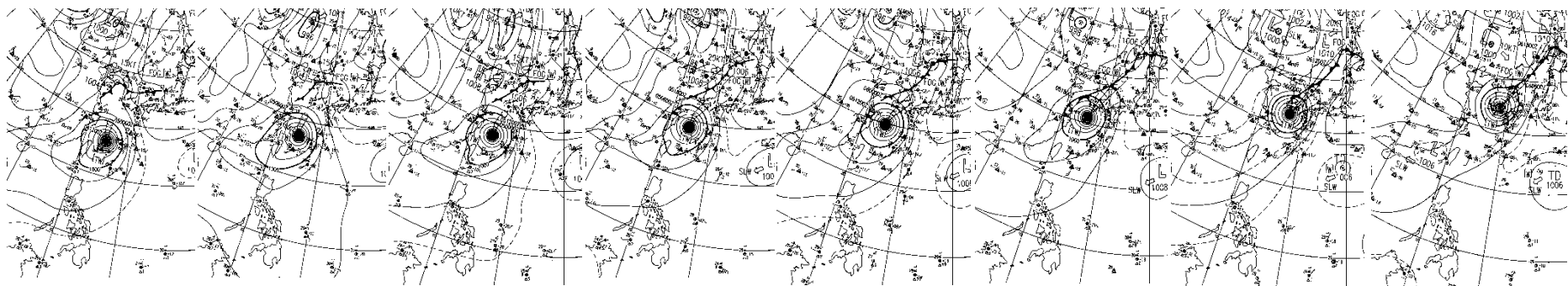
-75 гПа / 48 часов

Эволюция тайфуна **Hinnatnog** со **2 по 6 сентября**

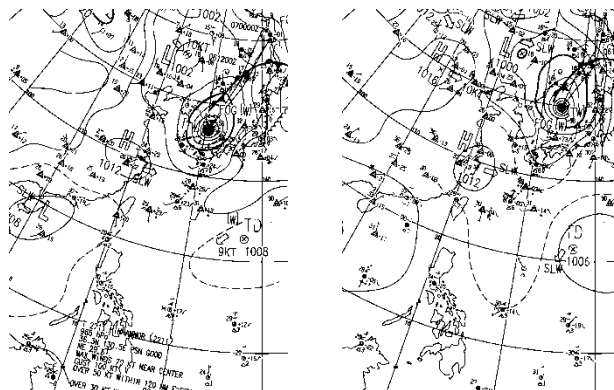
2 и 3 сентября



4 и 5 сентября

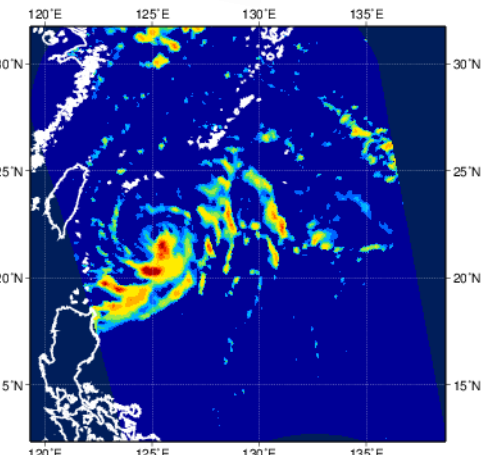
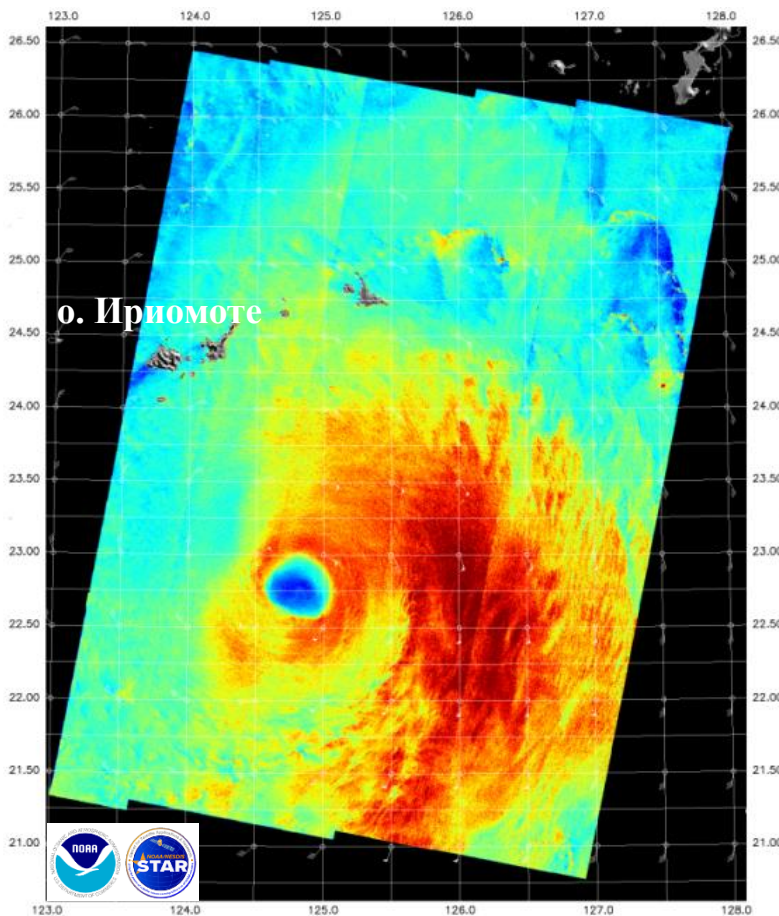
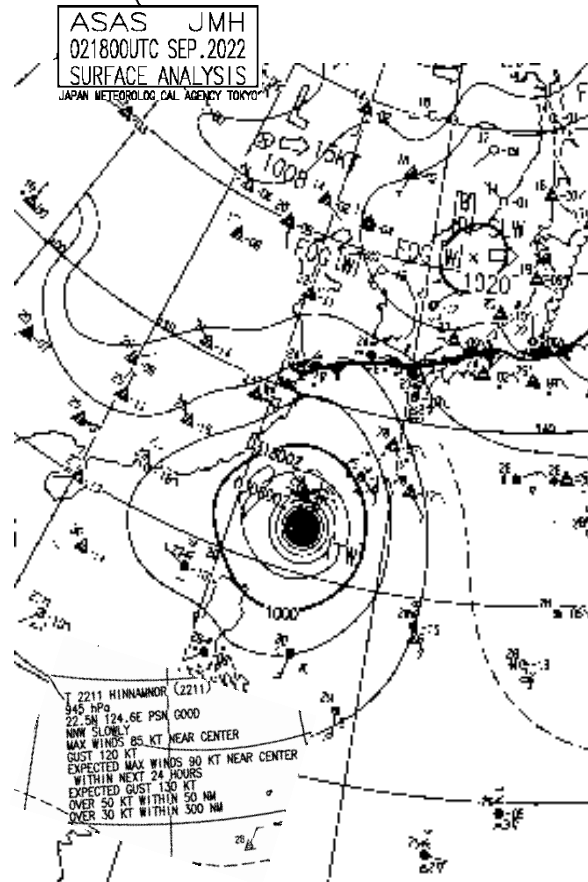
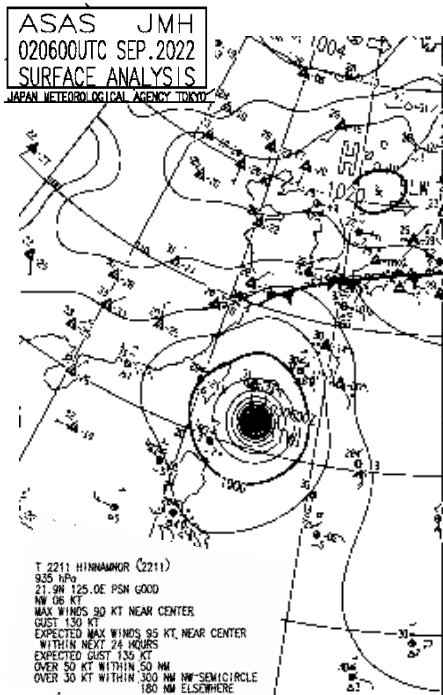


6 сентября



Тайфун Hinnamnor, 2 сентября

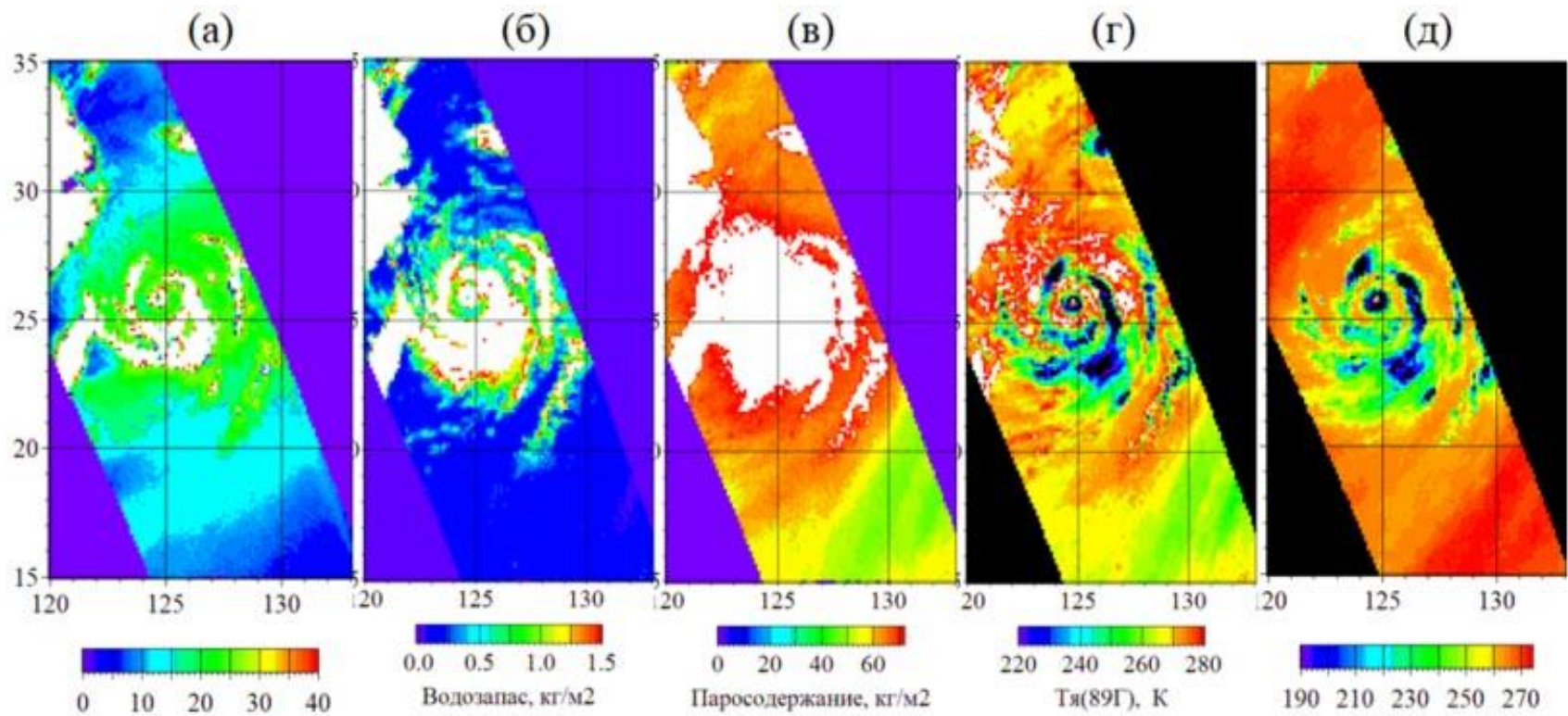
Поле ветра, Sentinel-1A, 21:36 UTC



HINNAMNOR (12W) T2211 Precipitation by GOOM-W/AMSR2
2022-09-02 04:42 (UTC) Path Number 214A
GW1AM2_20220902214A_SGPRC_02_12W
0.0 0.5 1.0 2.0 3.0 5.0 10.0 15.0 20.0 25.0 30.0 [mm/hr]

JAXA/EORC Tropical Cyclone Database
https://sharaku.eorc.jaxa.jp/TYP_DB/index.html

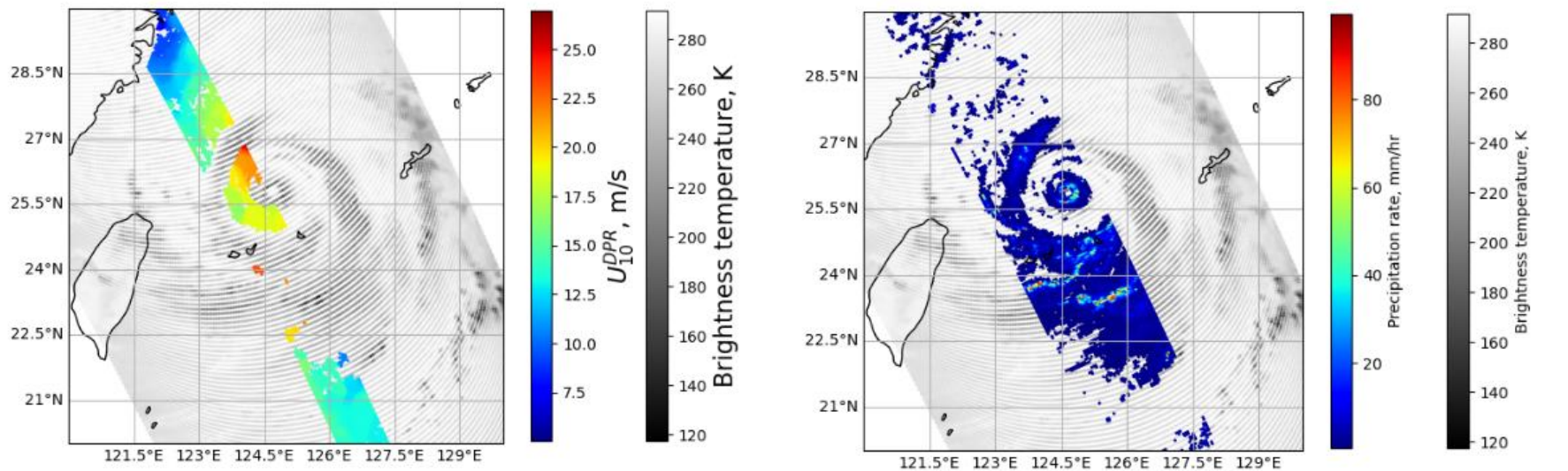
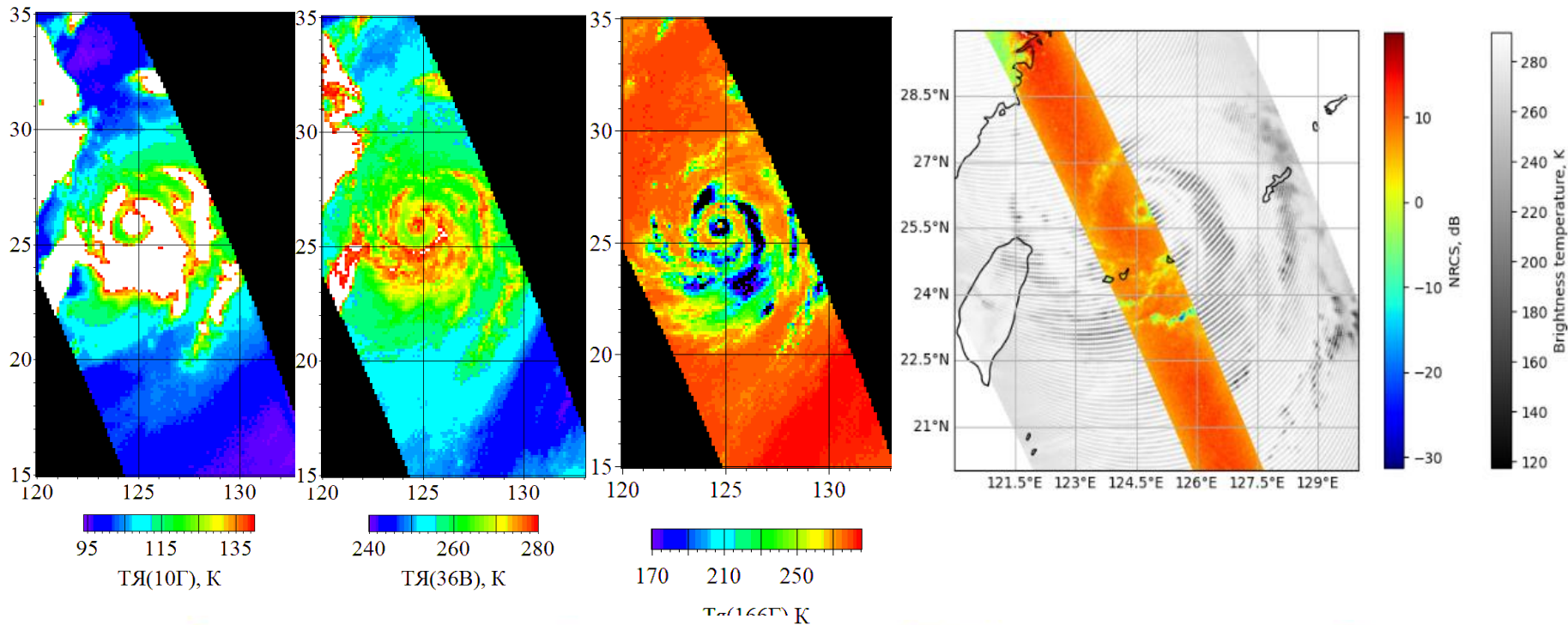
<https://coastwatch.noaa.gov/cwn/products/synthetic-aperture-radar-surface-roughness-winds.html>

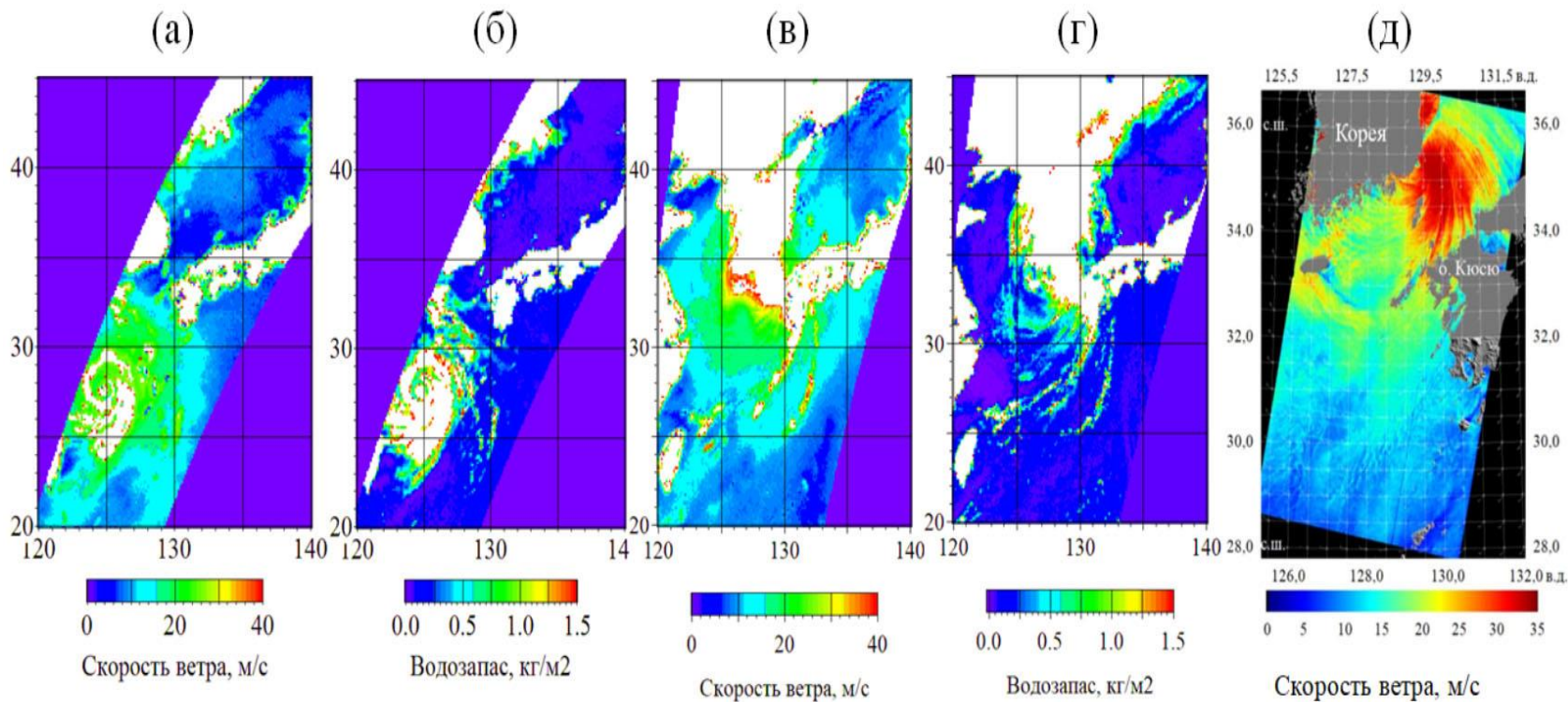


Тайфун Ниппатнор над Восточно-Китайским морем: ветер в м/с (а), водозапас облаков (б) и паросодержание атмосферы (в) в кг/м² и яркостные температуры на частотах 89,0 на Г-поляризации (г) и 183,31±7 ГГц на В-поляризации (д) по данным радиометра GMI в 22:44 UTC 3 сентября 2022 года

Центр - глаз тайфуна - обладает заметным яркостным контрастом относительно стены глаза. Контраст отрицателен в полях скорости ветра W и водозапаса облаков Q , так как в центре значения W и Q малы или облачность отсутствует. Контраст положителен в полях $T_{я}^{z,\theta}(\nu)$ на $\nu = 89$ и $183,31\pm 7$ ГГц из-за рассеяния излучения на каплях дождя и частицах града в верхней части облаков в стене глаза и в спиральных дождевых полосах. Полосы в полях W , Q и V (а-в) выделяются по белому тону из-за эффекта насыщения, обусловленного сильным затуханием излучения в осадках, которое ограничивает работу алгоритмов восстановления параметров.

GMI и DPR 3 сентября 2022, 22:44 UTC



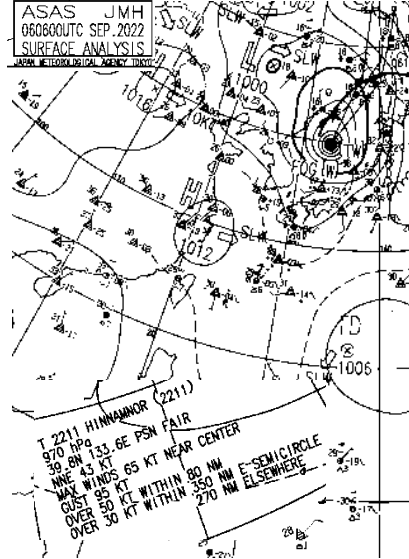
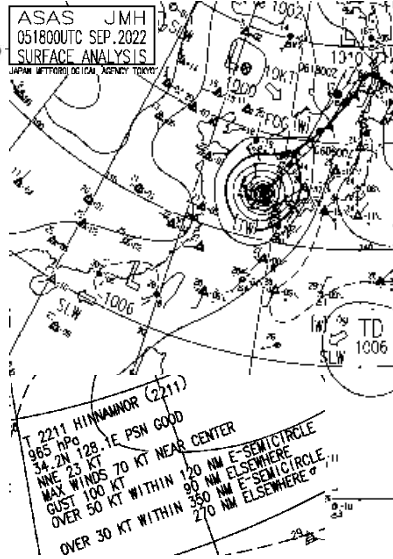
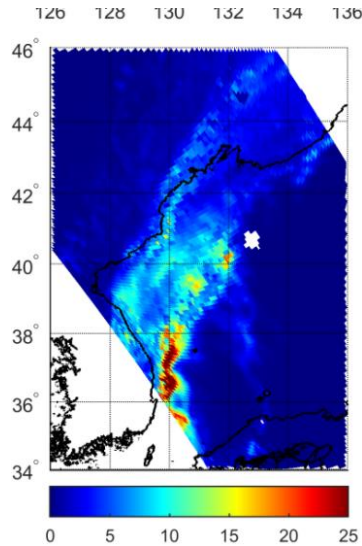


Тайфун Hinnamnor по измерениям GMI в 11:35 UTC 4 сентября и AMSR2 в 17:02 UTC 5 сентября и PCA Radarsat-2 в 21:24 UTC 5 сентября (измененное изображение из <https://coastwatch.noaa.gov/cwn/products/synthetic-aperture-radar-surface-roughness-winds.html>)

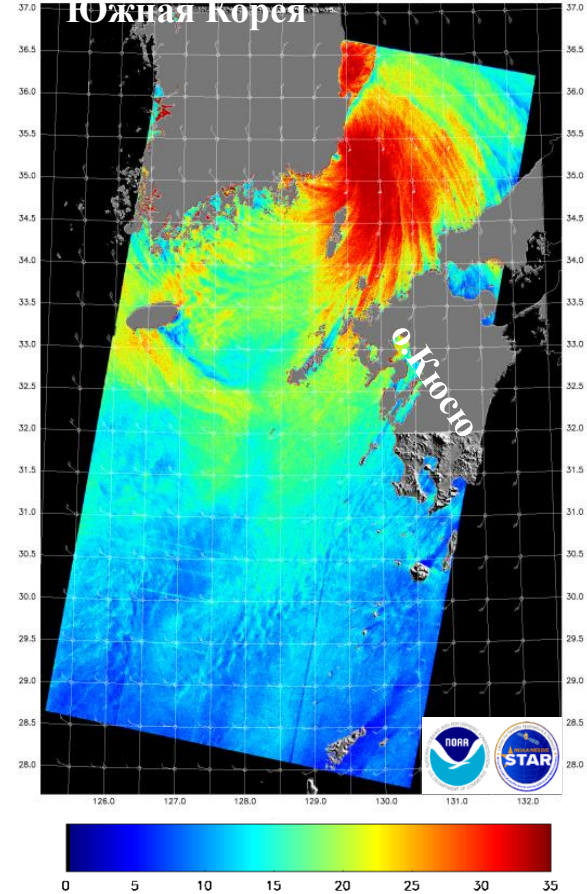
6 сентября тайфун стремительно пересекал Японское море. Давление в центре и скорость ветра снизились (рис. 1), однако паросодержание атмосферы в широкой облачной полосе, пересекавшей Восточно-Китайское море, Японию и Японское море и заканчивающейся в области тайфуна, центр которого находился к югу от Приморья на примерно 39 с.ш., 133 в.д., оставалось высоким. С севера к тайфуну примыкал атмосферный фронт с мощной облачностью и осадками, что в совокупности и стало причиной наводнения, экономический ущерб от которого составил 6,5 млрд. рублей.

Тайфун Ниннамор, 5 и 6 сентября

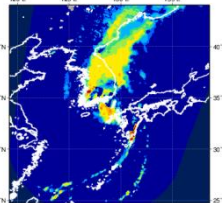
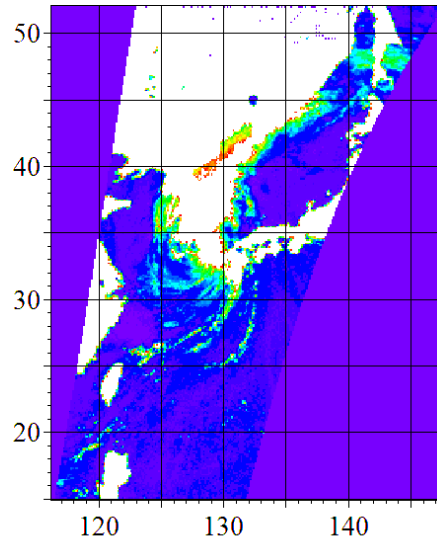
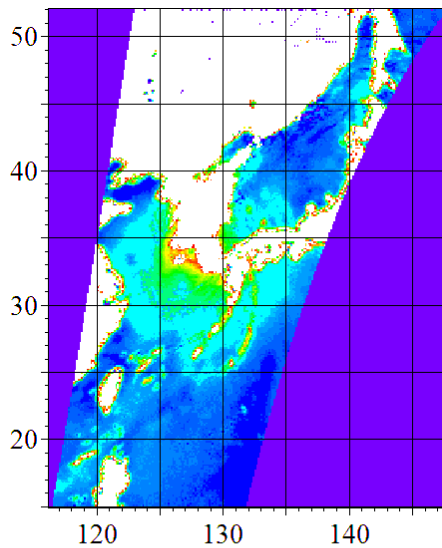
5 сентября, 20:56 Гр.



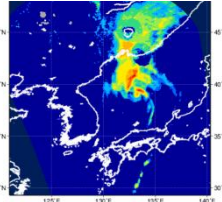
Поле ветра, Radarsat-2,
5 сентября, 21:24 Гр.



Осадки, мм/ч
GMI GPM



HINNANMOR (12W) T2211
2022-09-05 17:18 (UTC)
Precipitation by GMI WAMSIG
Path Number 140

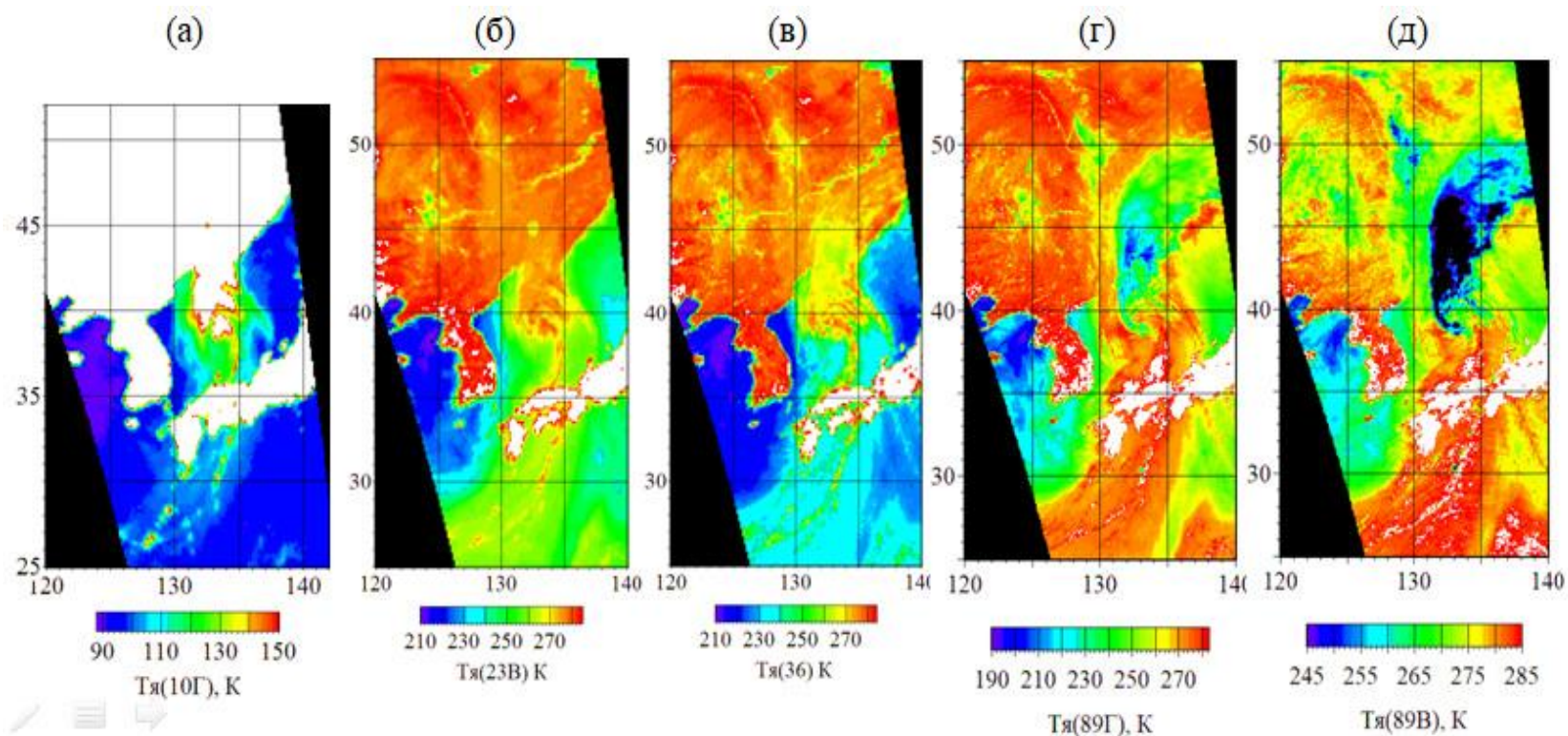


HINNANMOR (12W) T2211
2022-09-05 04:21 (UTC)
Precipitation by GMI WAMSIG
Path Number 210A

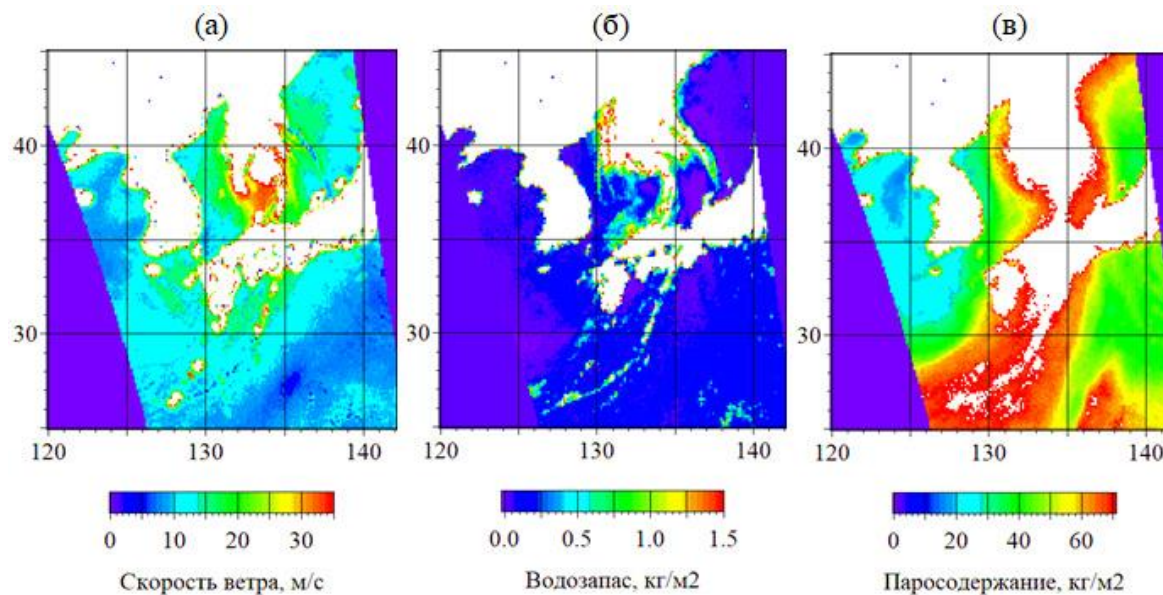
JAXA/EORC Tropical Cyclone Database

https://sharaku.eorc.jaxa.jp/TYP_DB/index.html

<https://coastwatch.noaa.gov/cwn/product/s/synthetic-aperture-radar-surface-roughness-winds.html>



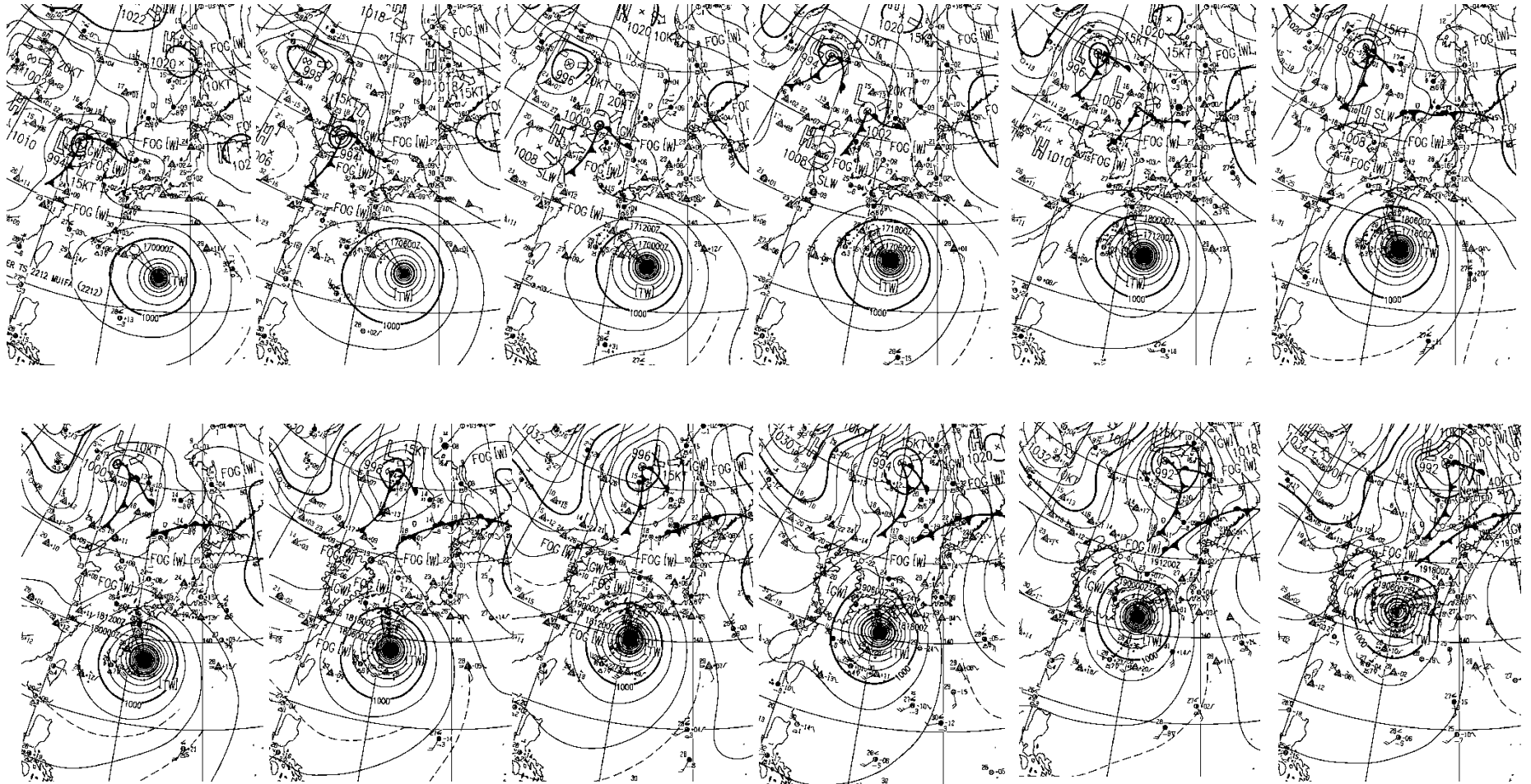
Тайфун Ниппарпор над Японским морем по данным AMSR2 в 03:46 UTC 6 сентября. Яркостные температуры на частотах 10,65 ГГц на Г-поляризации (а), 23,8 (б) и 36,5 ГГц (в) на вертикальной поляризации и на 89 ГГц на горизонтальной (г) и вертикальной (д) поляризациях.



Тайфун Нинпатпор над Японским морем по данным AMSR2 в 03:46 UTC 6 сентября: приводный ветер (а), водозапас облаков (б) и паросодержание атмосферы.

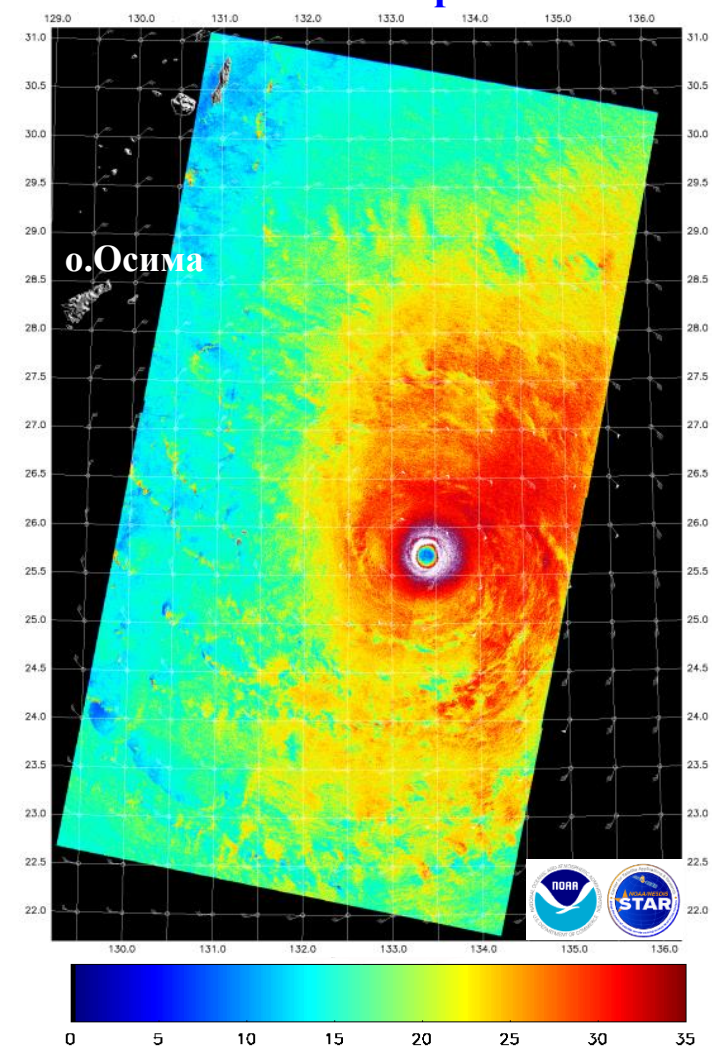
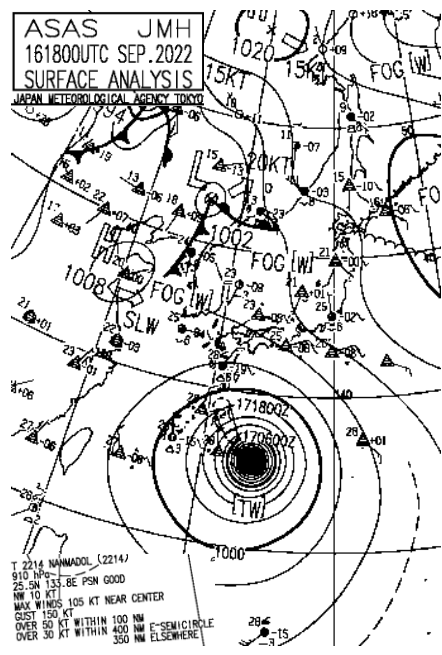
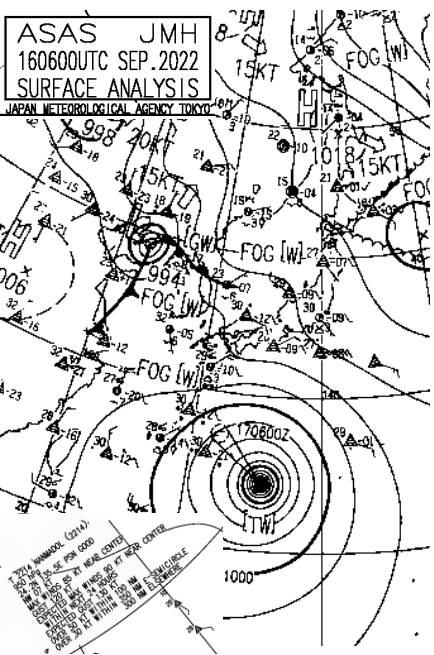
Работа по проекту выполнена за счёт средств Российского научного фонда, номер проекта №20-17-00179. Авторы благодарят Японское аэрокосмическое исследовательское агентство JAXA за предоставление данных радиометров AMSR2 и GMI.

Эволюция тайфуна **Nanmadol** с 16 по 18 сентября

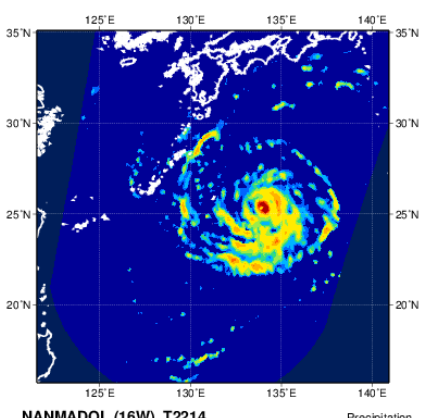
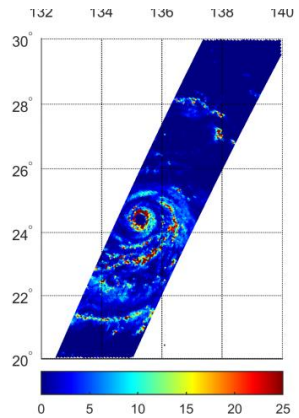


Тайфун Nanmadol, 16 сентября

Поле ветра, Radarsat-2,
21:24 Гр.



16 сентября, 08:00 Гр.



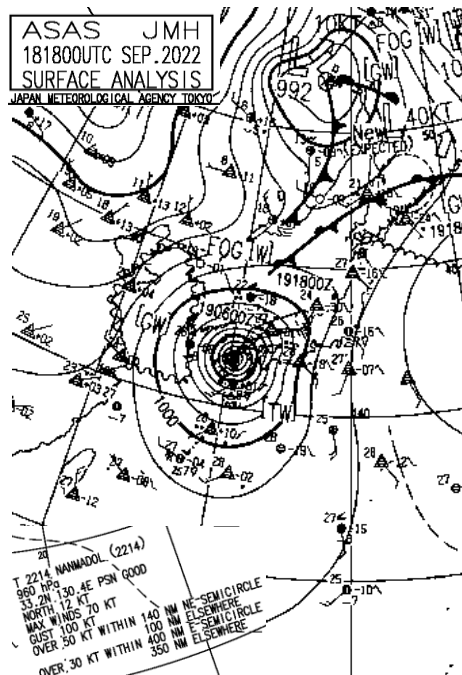
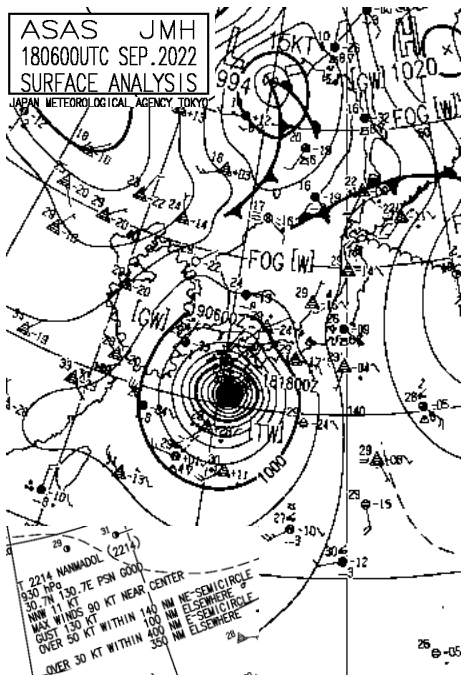
JAXA/EORC Tropical
Cyclone Database
https://sharaku.eorc.jaxa.jp/TYP_DB/index.html

<https://coastwatch.noaa.gov/cwn/product/s/synthetic-aperture-radar-surface-roughness-winds.html>

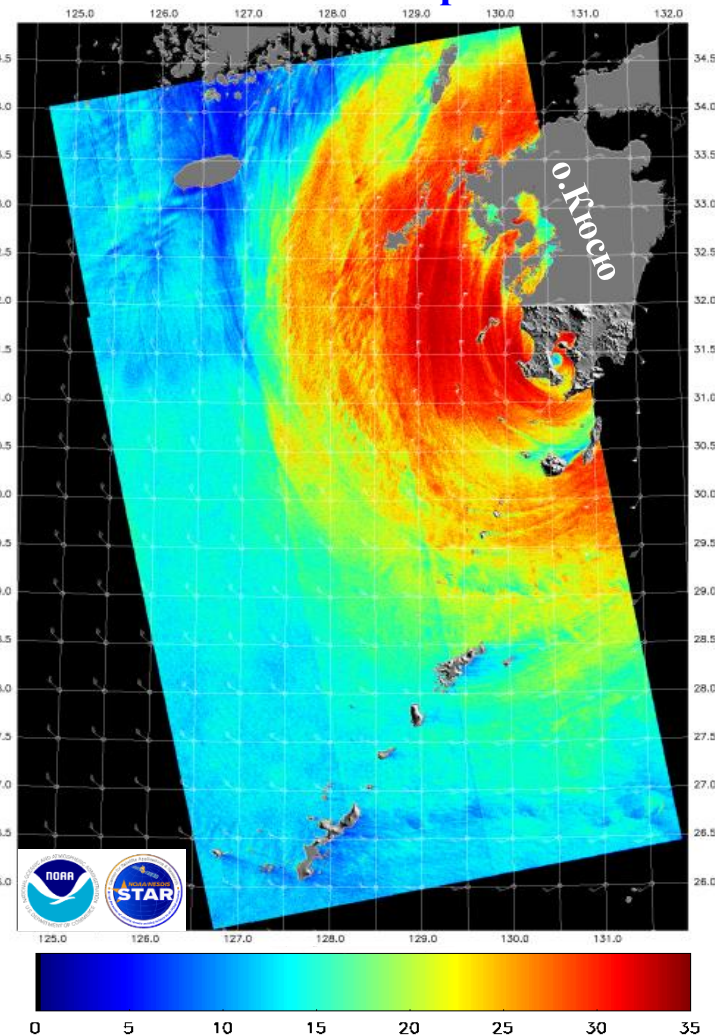
Осадки, мм/ч
DPR GPM

Тайфун Nanmadol, 18 сентября

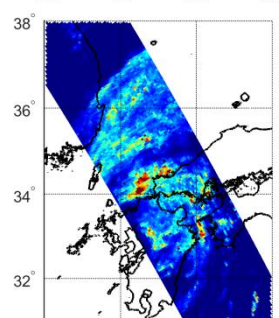
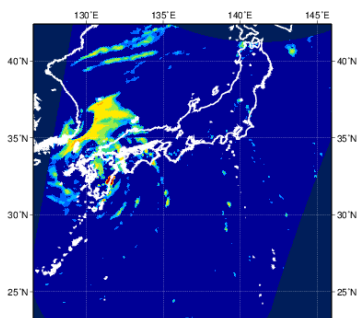
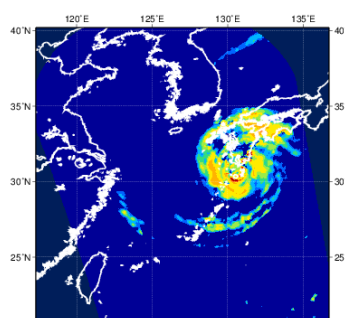
Поле ветра, Radarsat-2,
09:26 Гр.



18 сентября, 17:34 Гр.



<https://coastwatch.noaa.gov/cwn/product/s/synthetic-aperture-radar-surface-roughness-winds.html>



JAXA/EORC Tropical Cyclone Database
https://sharaku.eorc.jaxa.jp/TYP_DB/index.html

Осадки, мм/ч
DPR GPM