

Ветровые условия в интенсивных внетропических циклонах в северной части Тихого океана на основе спутникового микроволнового зондирования в L-диапазоне

Storm #1

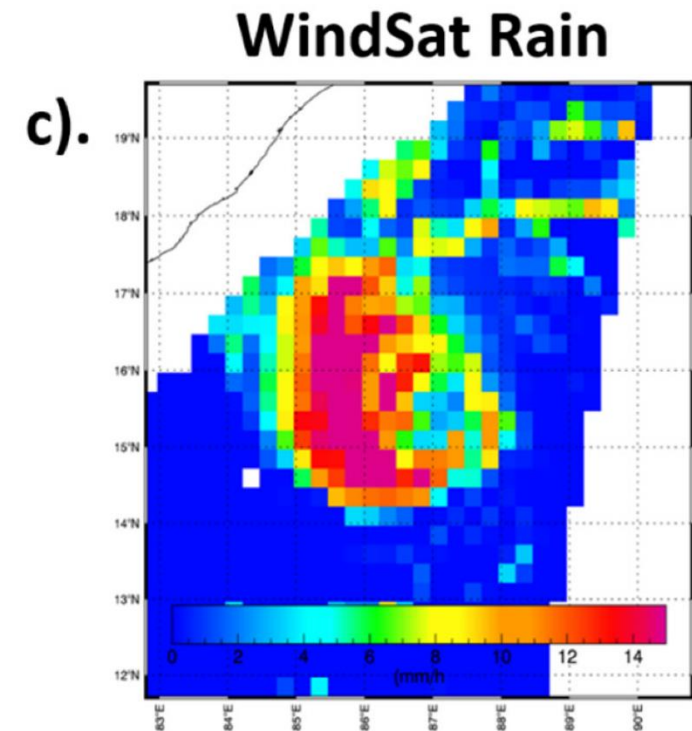
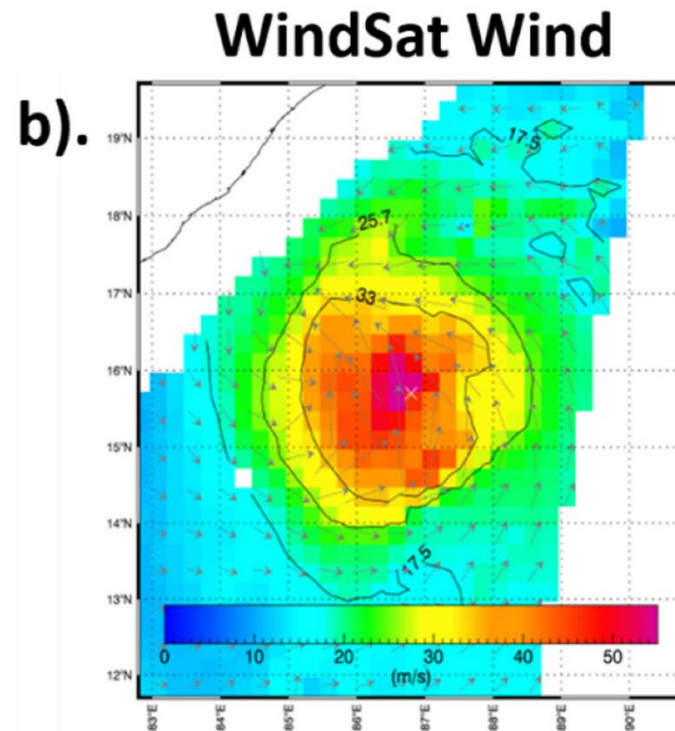
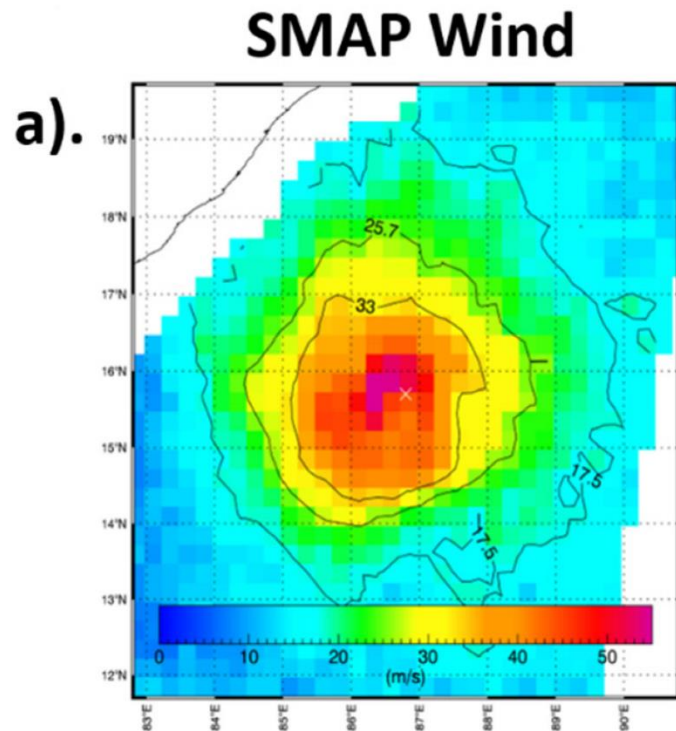
*М.К. Пичугин, Гурвич И.А., Баранюк А.В., Хазанова Е.С.
pichugin@poi.dvo.ru*

*Тихоокеанский океанологический институт
им. В.И. Ильичева ДВО РАН
Владивосток*

15-19 ноября 2021 г, ИКИ РАН, Москва



Мотивация



Тропический циклон "Амфан" у восточного побережья Индии 19 мая 2020 г.

Manaster, A.; Ricciardulli, L.; Meissner, T. Tropical Cyclone Winds from WindSat, AMSR2, and SMAP: Comparison with the HWRM Model. Remote Sens. 2021, 13, 2347. <https://doi.org/10.3390/rs13122347>

Мотивация

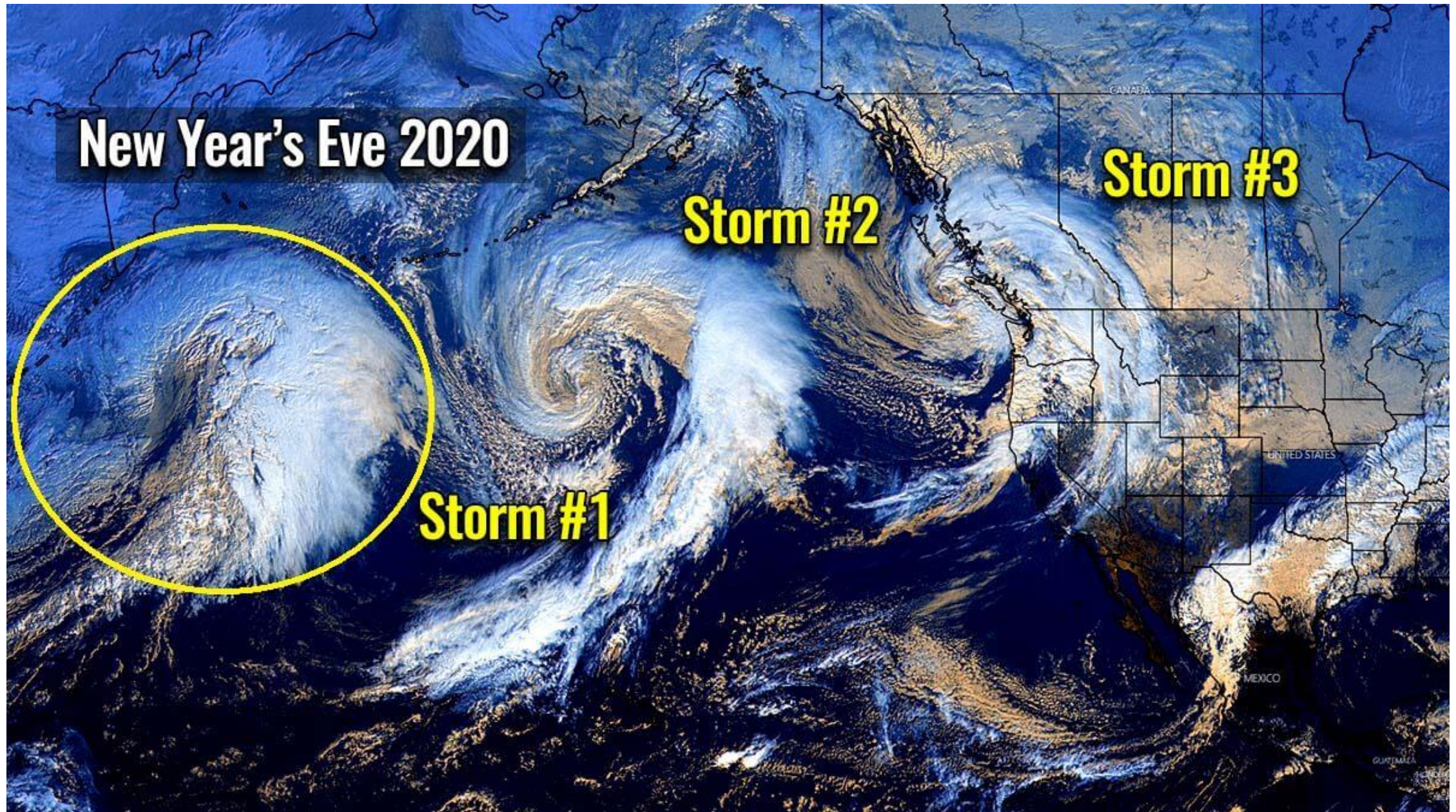
Участники восьмого совещания
Международной комиссии по научным
исследованиям слоев атмосферы,
25.07.1921 г., Бергенская школа
метеорологии

За последние 100 лет исследования
внетропических циклонов прошли
огромный путь от первых моделей
эволюции внетропических циклонов и
теории полярного фронта до
оперативных ансамблевых прогнозов,
обеспечивающих высокое разрешение
и недельную заблаговременность с
точностью прогноза более 70%



01 Martin KNUDSEN (50) (Denmark; 1871-1949)	06 Johan SANDSTRØM (47) (Sweden; 1874-1947)	11 Lewis Fry RICHARDSON (40) (Great Britain; 1881-1953)	16 Jules JAUMOTTE (34) (Belgium; 1887-1940)	21 Alfred de QUERVAIN (42) (Switzerland; 1879-1927)
02 Axel WALLÉN (44) (Sweden; 1877-1935)	07 Theodor HESSELBERG (36) (Norway; 1885-1966)	12 Paul Louis MERCANTON (45) (Switzerland; 1876-1963)	17 Jacob BJERKNES (24) (Norway; 1897-1975)	22 Geoffrey I. TAYLOR (35) (Great Britain; 1886-1975)
03 Juan CRUZ CONDE (xx) (Spain; 18xx-19xx)	08 Willem van BEMMELN (53) (Netherlands; 1868-1941)	13 Harald NORINDER (33) (Sweden; 1888-1969)	18 Ewoud van EVERDINGEN (48) (Netherlands; 1873-1955)	23 Philippe SCHERESCHEWSKY (29) (France; 1892-1980)
04 Ernst CALWAGEN (27) (Sweden; 1894-1925)	09 Vilhelm BJERKNES (60) (Norway; 1861-1952)	14 Napier SHAW (67) (Great Britain; 1854-1945)	19 Ernest GOLD (40) (Great Britain; 1881-1976)	24 Charles J.P. CAVE (50) (Great Britain; 1871-1950)
05 Oscar EDLUND (29) (Sweden; 1892-1959)	10 Hilding KÖHLER (33) (Sweden; 1888-1982)	15 Finn MALMGREN (26) (Sweden; 1895-1928)	20 Sakuhei FUJIWARA (37) (Japan; 1884-1950)	25 Rikichi SEKIGUCHI (35) (Japan; 1886-1951)
				26 Gustav GYLLSTRÖM (18) (Sweden; 1903-19xx)

Мотивация



Цель работы и задачи

Цель работы: изучение ветровых условий эволюции интенсивных внетропических циклонов в северной части Тихого океана на основе микроволнового зондирования в L-диапазоне ($\nu = 1.41$ ГГц) со спутника SMAP и данных реанализов

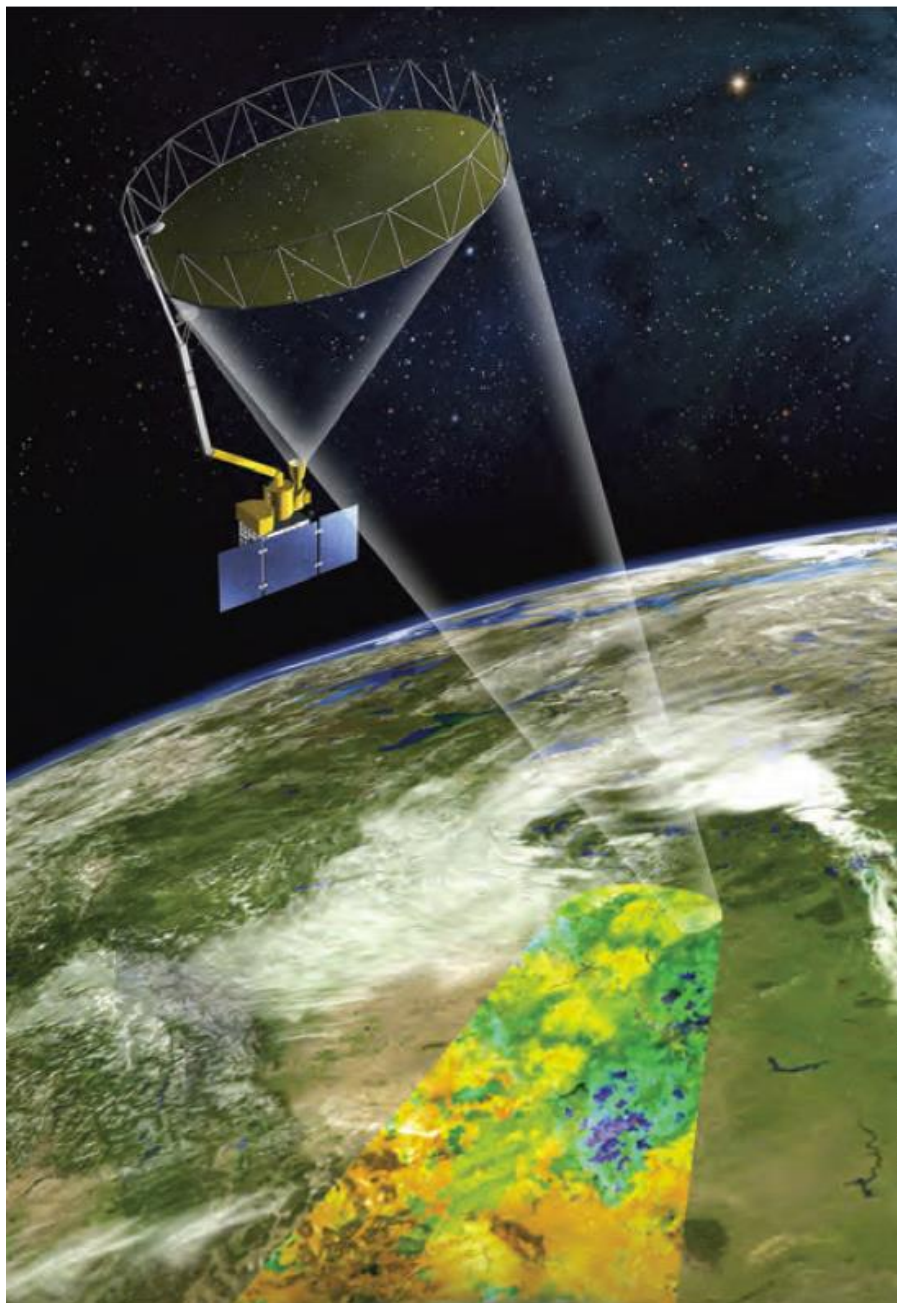
Задачи:

- идентификация внетропических циклонов с ураганным ветром в северной части Тихого океана для 6 холодных сезонов (ноябрь-март) с 2015 г. по 2021 г.

источником данных о скорости ветра являются измерения радиометра SMAP в L-диапазоне, которые, обеспечивают надежную оценку до 65 м/с и не подвержены влиянию осадков.

- анализ эволюции и интенсивности идентифицированных циклонов в значениях скорости ветра у морской поверхности и атмосферного давления в центре (*детальное рассмотрение отдельных случаев*);
- сопряженные измерения SMAP и Sentinel-1A, B;
- сравнительный анализ распределения скорости ветра в циклоне, полученной по данным спутниковых измерений и реанализов ERA5 и CFSv2;

Данные и методы - SMAP



Название миссии	SMAP
Высота орбиты	685 km
Время пересечения экватора (местный часовой пояс)	18:00 Восходящий ВИТОК / 6:00 Нисходящий ВИТОК
Размер антенны	6.0 m
Ширина полосы обзора	1000 km
Наклонение орбиты	98 град.
Угол обзора	40,0 град.
разрешение	39 x 47 км
Цикл	8 дней

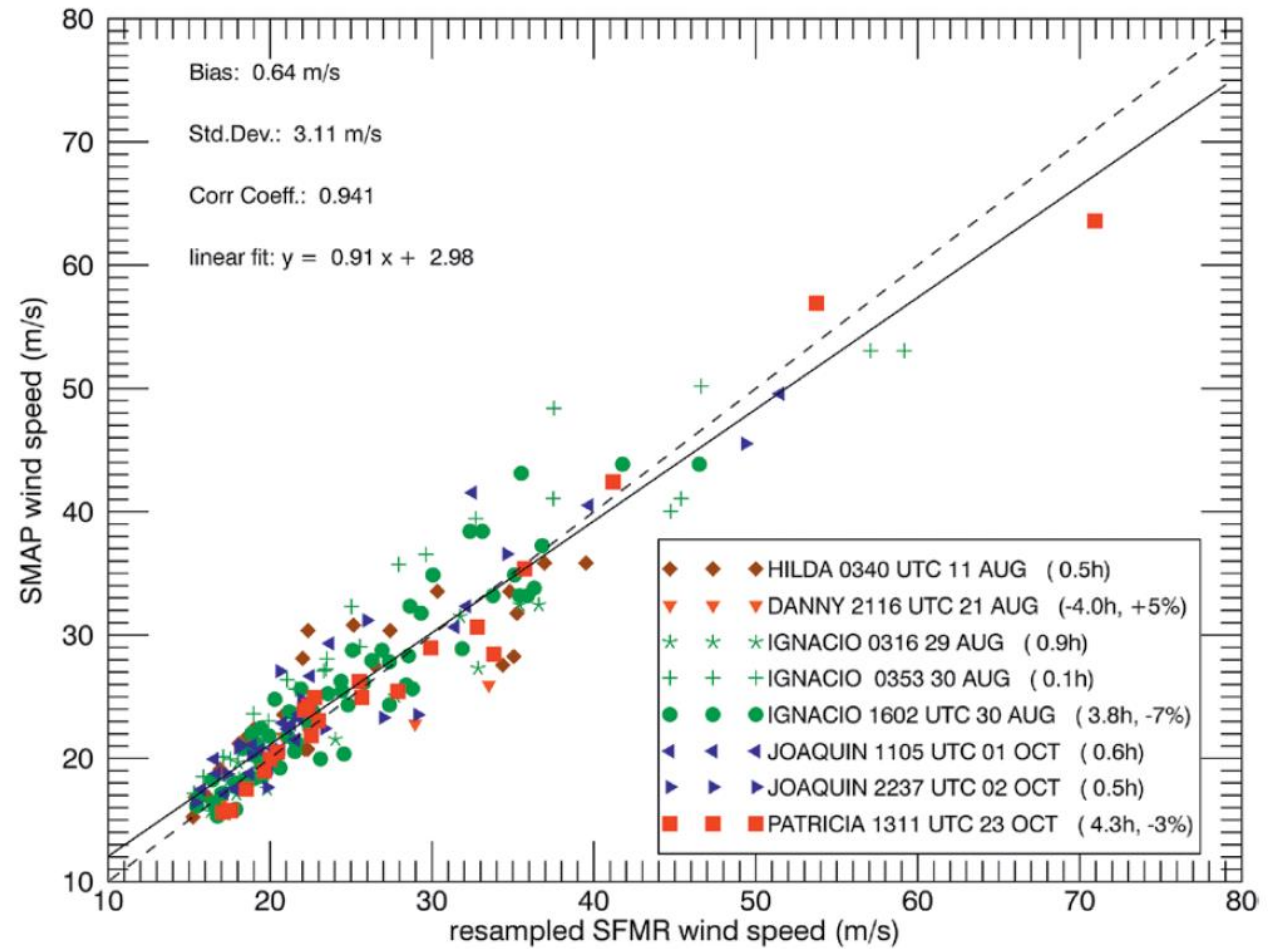
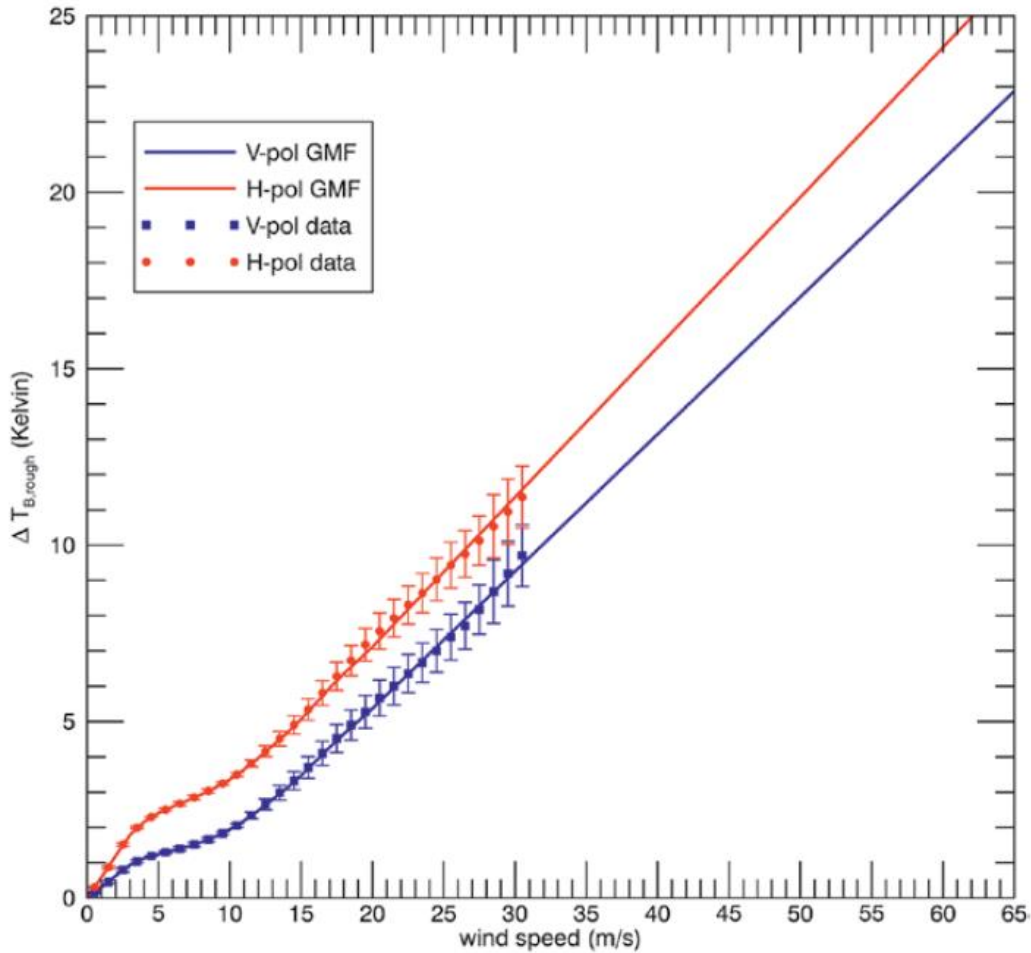
Источник: <ftp://ftp.remss.com/smap>

Версия: V.1.0, Final processing

Разрешение: 0.25°x0.25°

Период исследования ограничен временем запуска спутника и составляет 6 холодных сезонов (ноябрь-март) с 2015 г. по 2021 г.

Данные и методы - SMAP



Meissner, T., Ricciardulli, L., & Wentz, F. J. (2017). Capability of the SMAP Mission to Measure Ocean Surface Winds in Storms, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98(8), 1660-1677.

Данные и методы - реанализ

Parameter \ Dataset	ERA5	ERA-Interim	CFSR / CFSv2
Vertical levels	137	60	64
Horizontal resolution	~31 km	~80 km	~38km/~25km
Upper modelling level	0.01hPa (~80 km)	0.1hPa (~60 km)	0.26 hPa (~55 km)
Temporal resolution	1-hourly	6-hourly	1-hourly
Release schedule	Monthly*	Monthly	Daily
Assimilation model	IFS Cycle 41r2	IFS Cycle 31r2	Grid-Point Statistical Interpolation, GSI
Spatial grid type	Reduced Gaussian	Reduced Gaussian	Varies
Period available (now)	2010-2016	1979-present	CFSR: 1979-2010 CFSv2: 2011-present
Period available (at completion)	1950-present	1979-present	CFSR: 1979-2010 CFSv2: 2011-present
Delay in data delivery	3 months *)	3 months	1 day

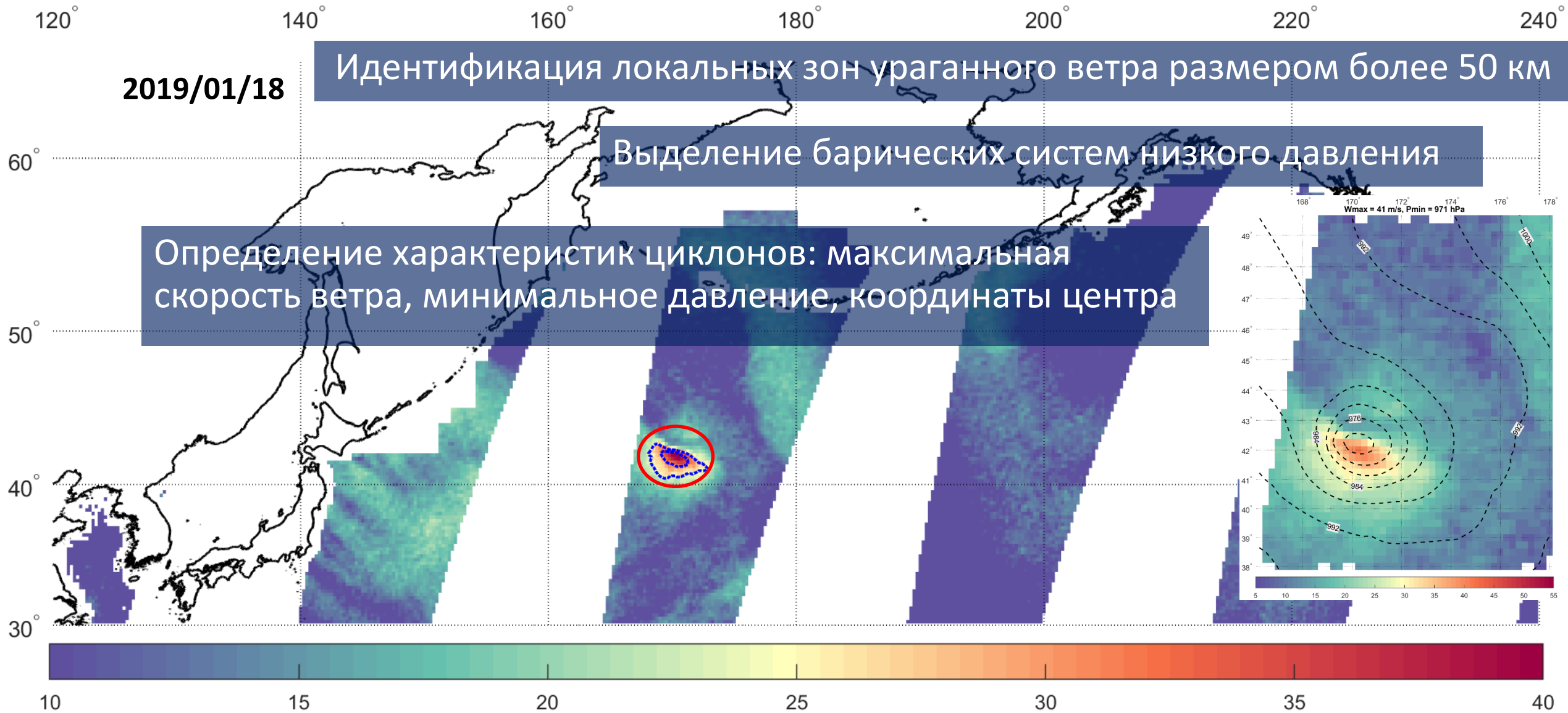
Данные и методы

2019/01/18

Идентификация локальных зон ураганного ветра размером более 50 км

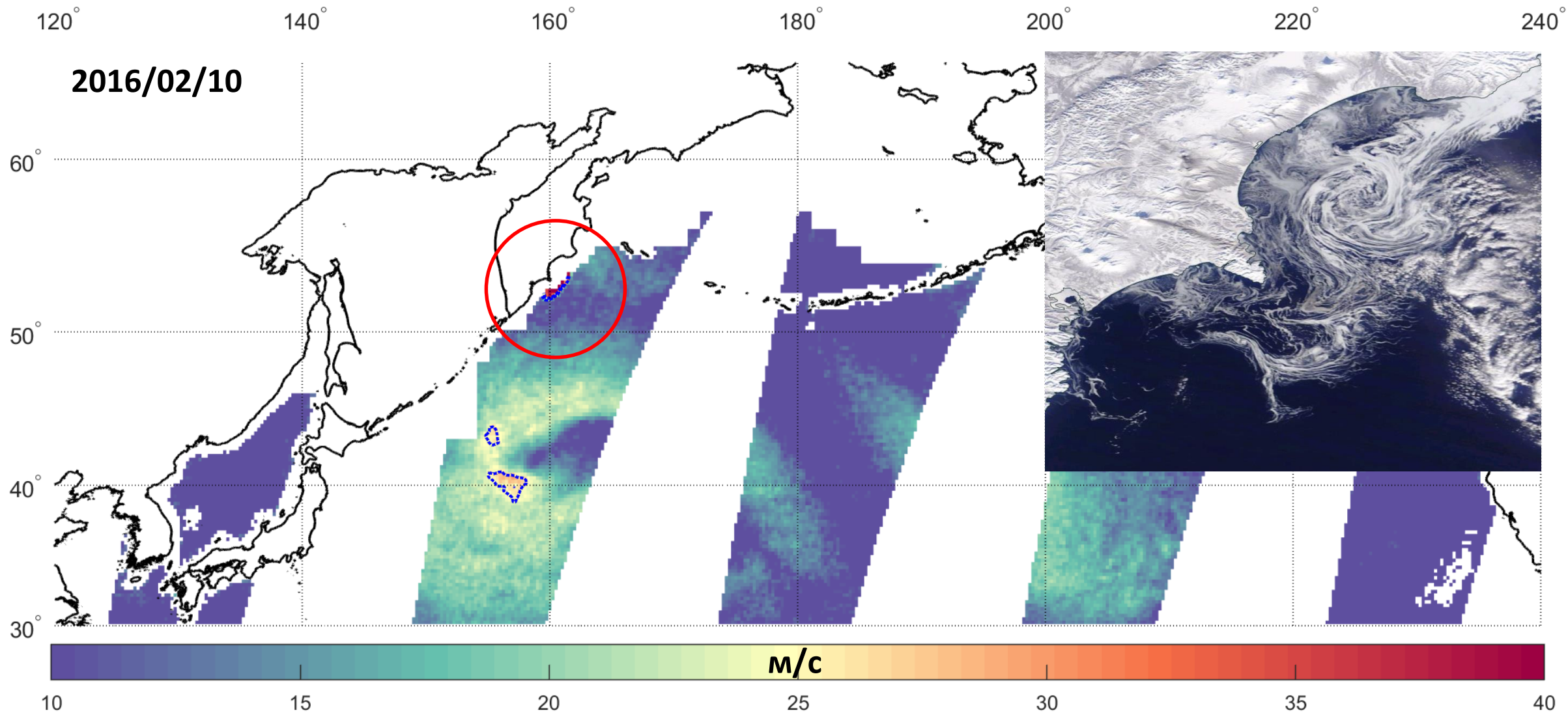
Выделение барических систем низкого давления

Определение характеристик циклонов: максимальная скорость ветра, минимальное давление, координаты центра



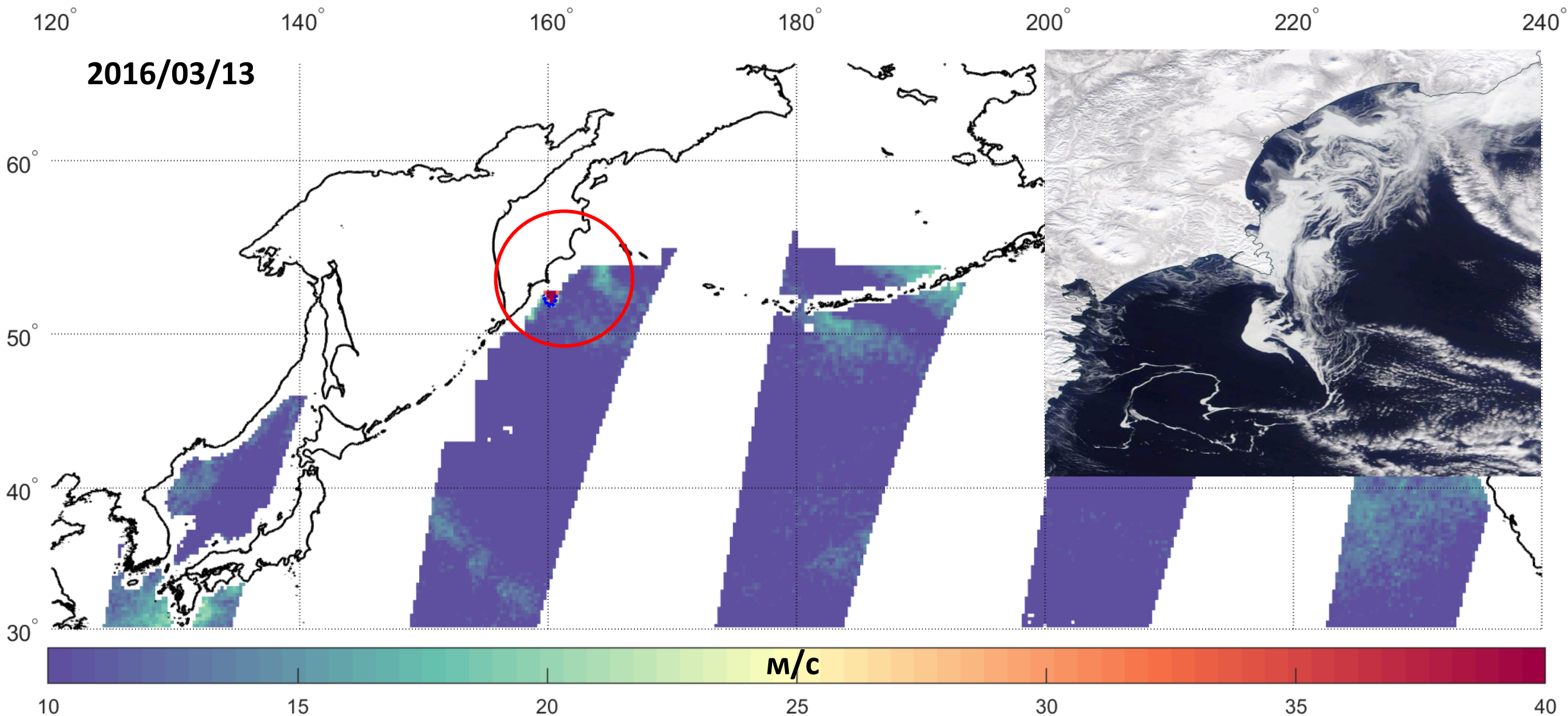
$$DR = \left(\frac{P_{t-6} - P_{t+6}}{12} \right) \times \left(\frac{\sin 45^\circ}{\sin \frac{\phi_{t-6} + \phi_{t+6}}{2}} \right)$$

Ураганный ветер?

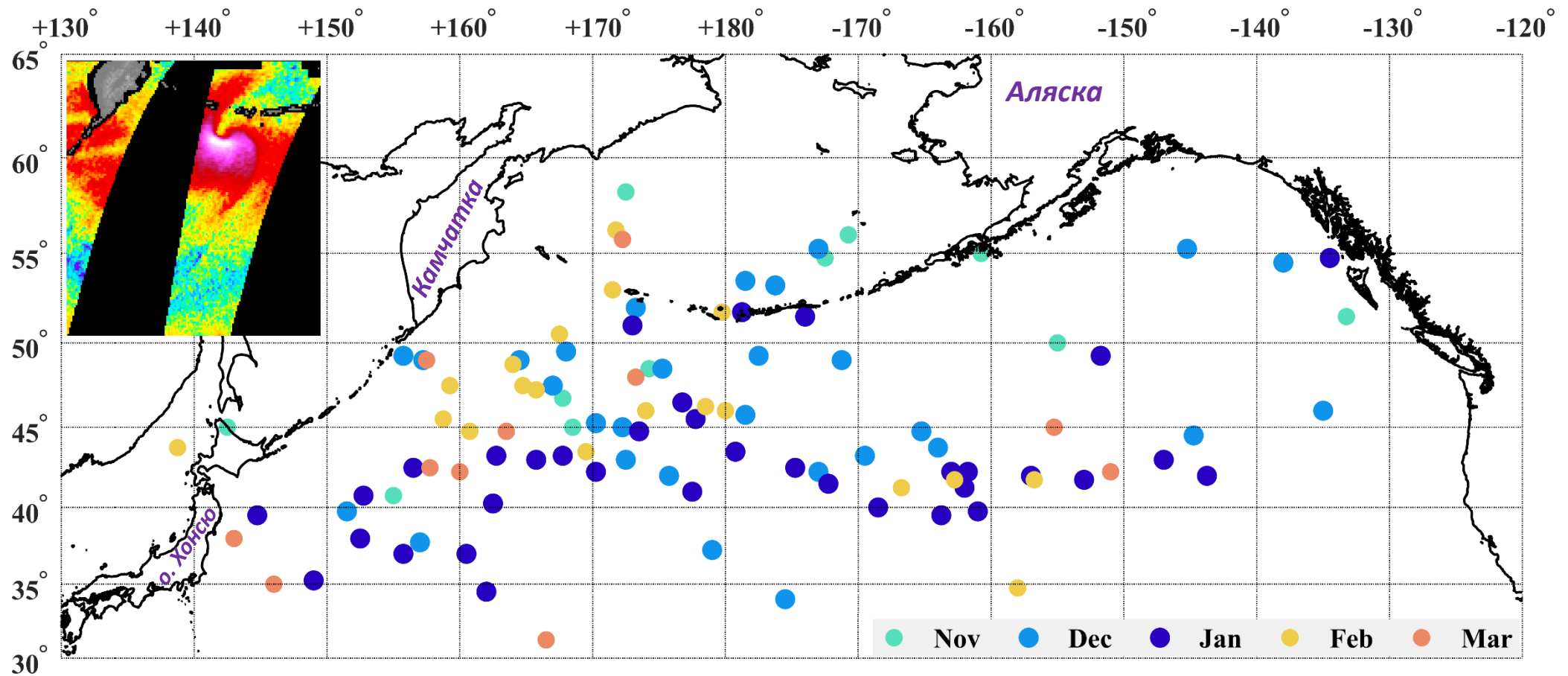


Локальные зоны с аномально высокой скоростью ветра у юго-восточного побережья Камчатки

Ураганный ветер?

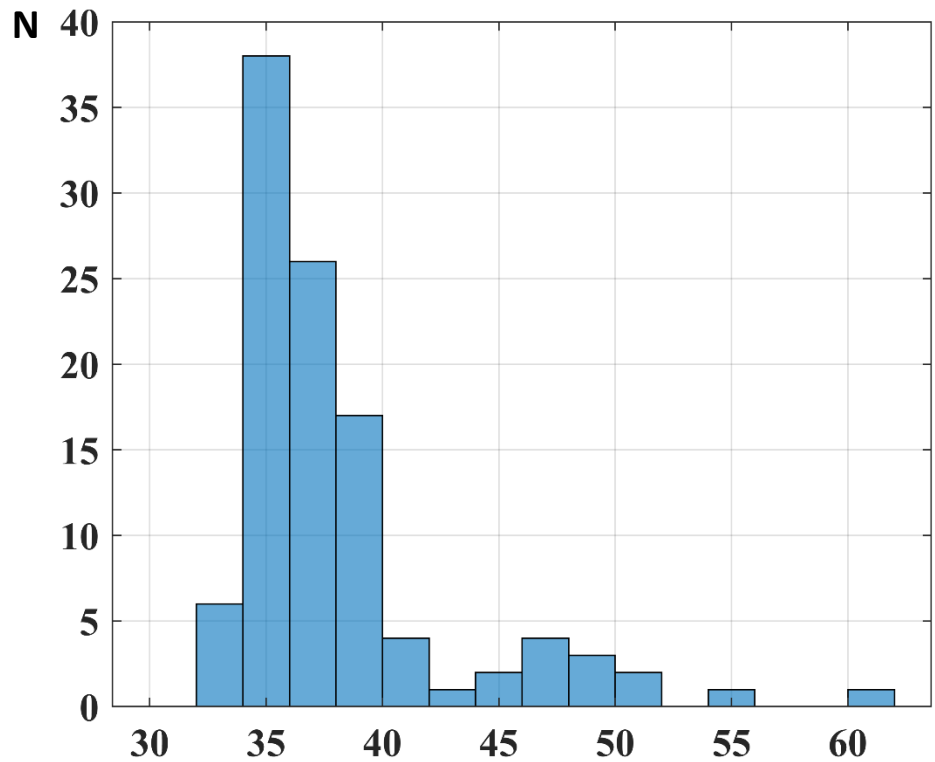


Локальные зоны с аномально высокой скоростью ветра у юго-восточного побережья Камчатки

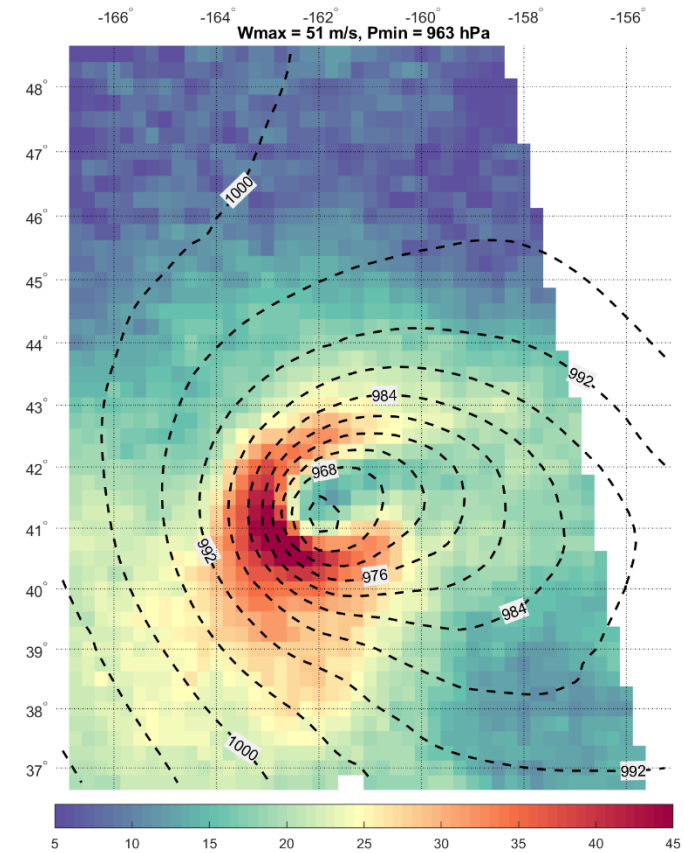
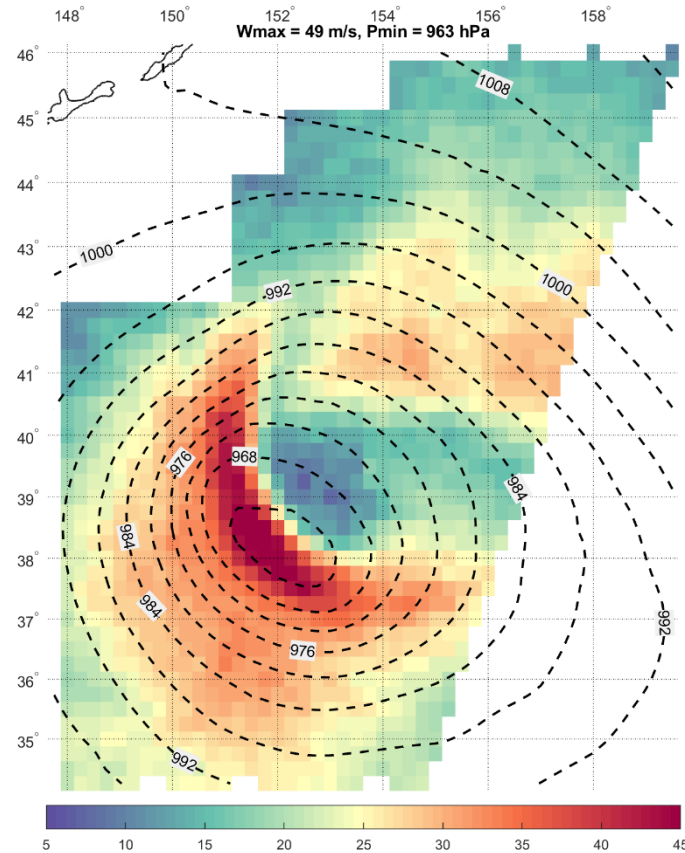


На декабрь и январь приходится большая часть (61%) зарегистрированных циклонов с ураганным ветром

Максимальная скорость ветра



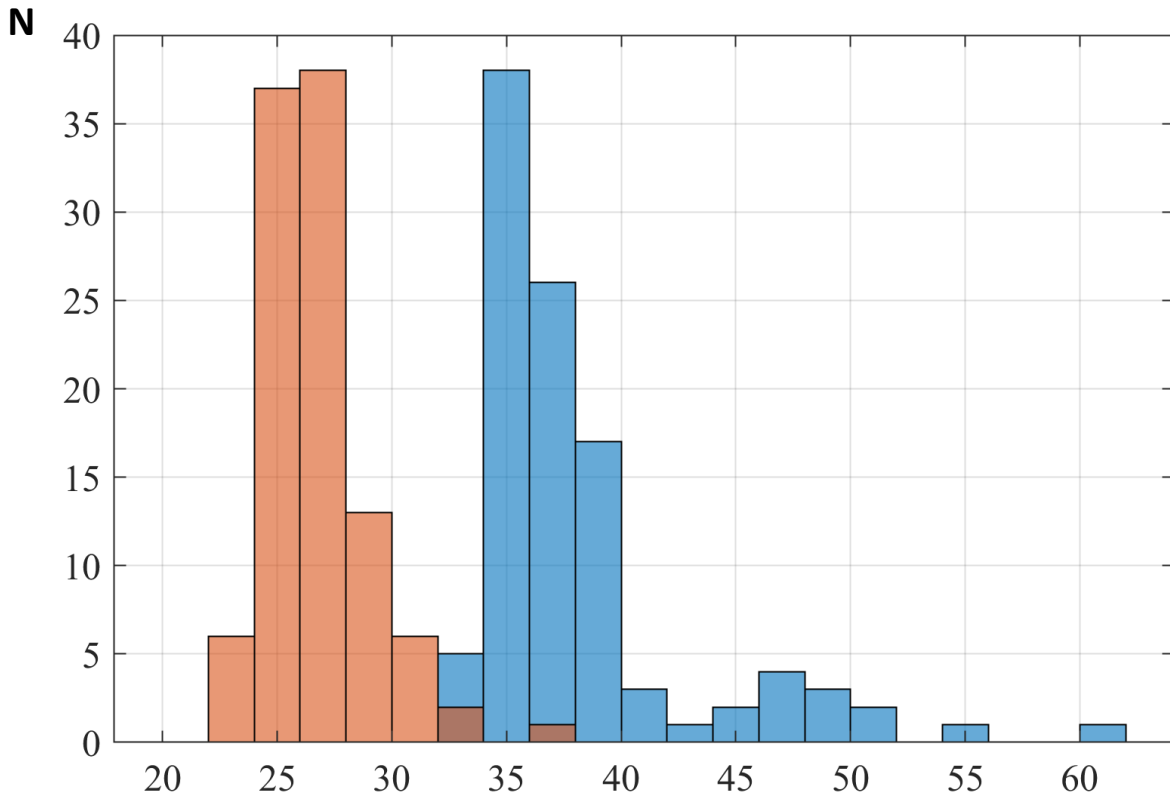
Максимальная скорость ветра в циклоне (м/с) по данным SMAP



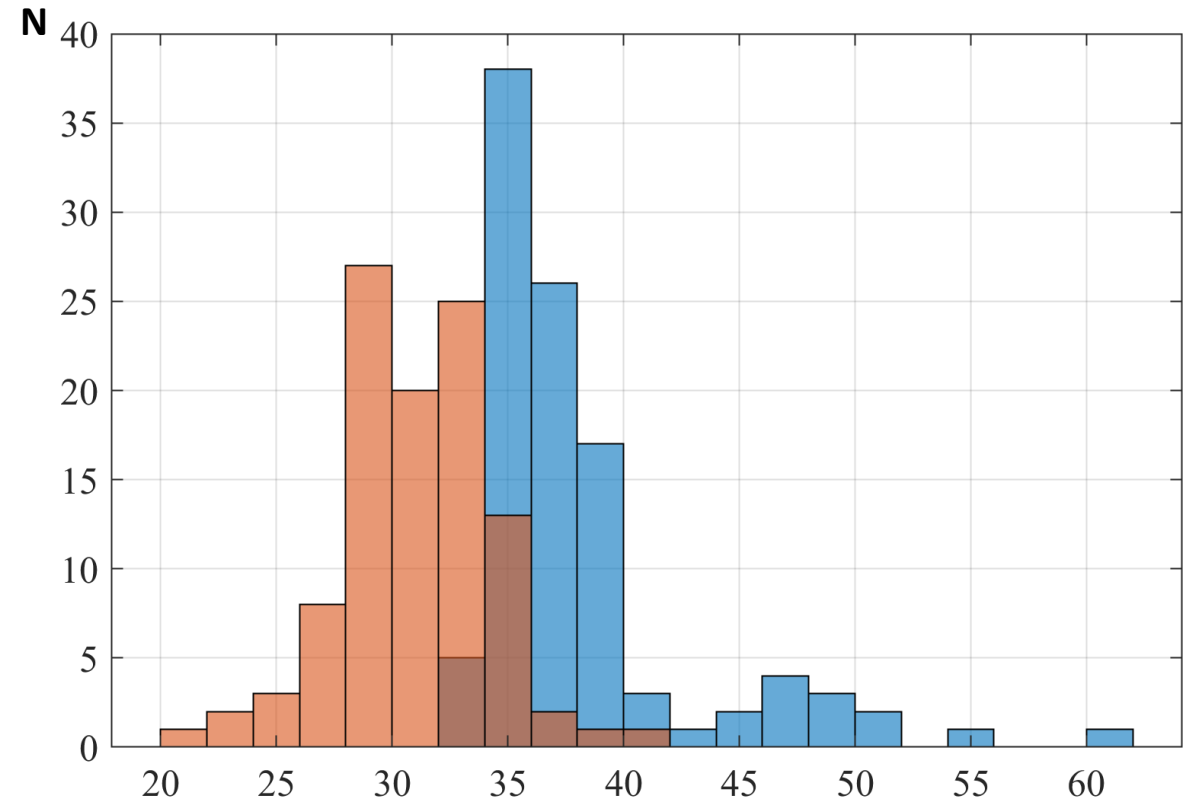
две группы циклонов;

Вторая группа содержит 13 (около 12%) наиболее интенсивных циклонов с Wmax более 43 м/с

Максимальная скорость ветра

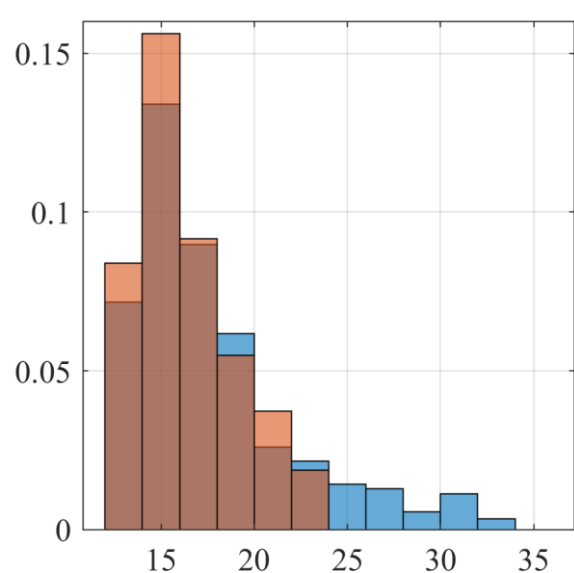
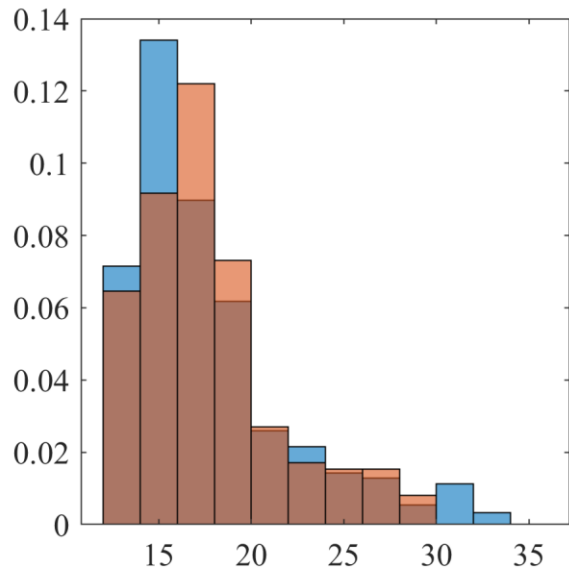
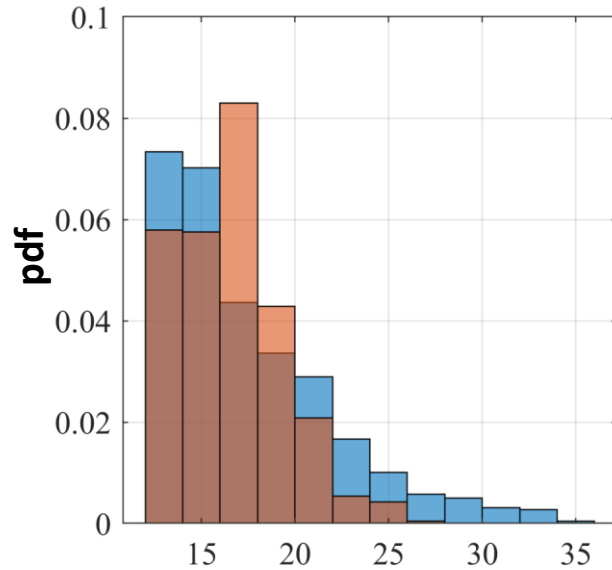
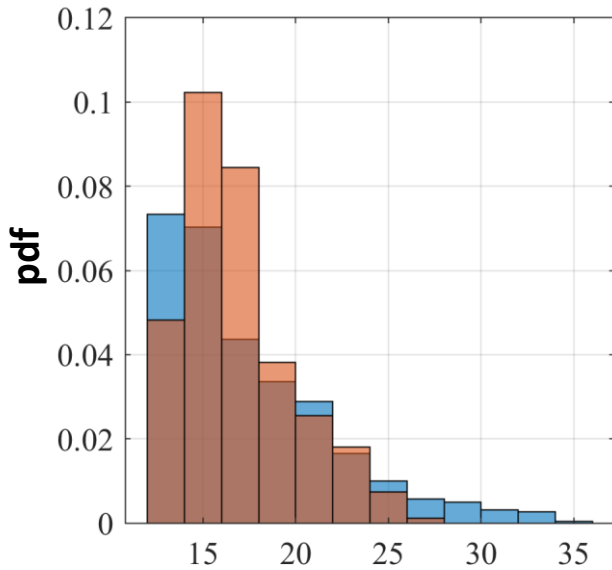


**Максимальная скорость ветра в циклоне
(м/с) по данным SMAP и ERA5**



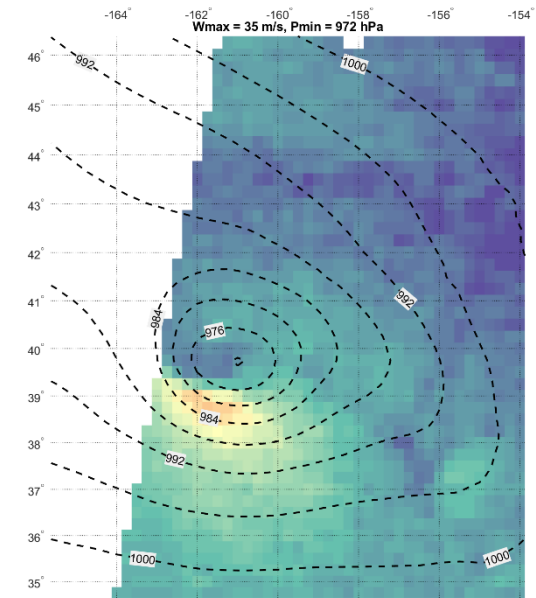
**Максимальная скорость ветра в циклоне
(м/с) по данным SMAP и NCEP CFSv.2**

Распределение скорости ветра в циклоне

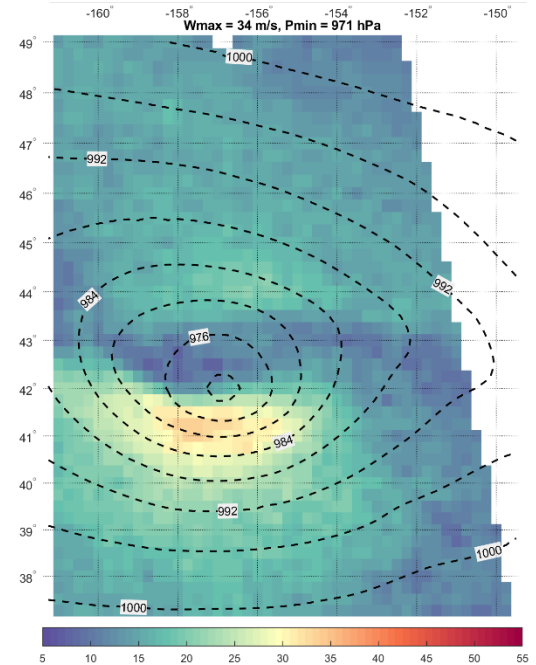


Распределение скорости ветра в циклоне (м/с) по данным SMAP (синий) и CFSv2 (красный)

Распределение скорости ветра в циклоне (м/с) по данным SMAP (синий) и ERA5 (красный)

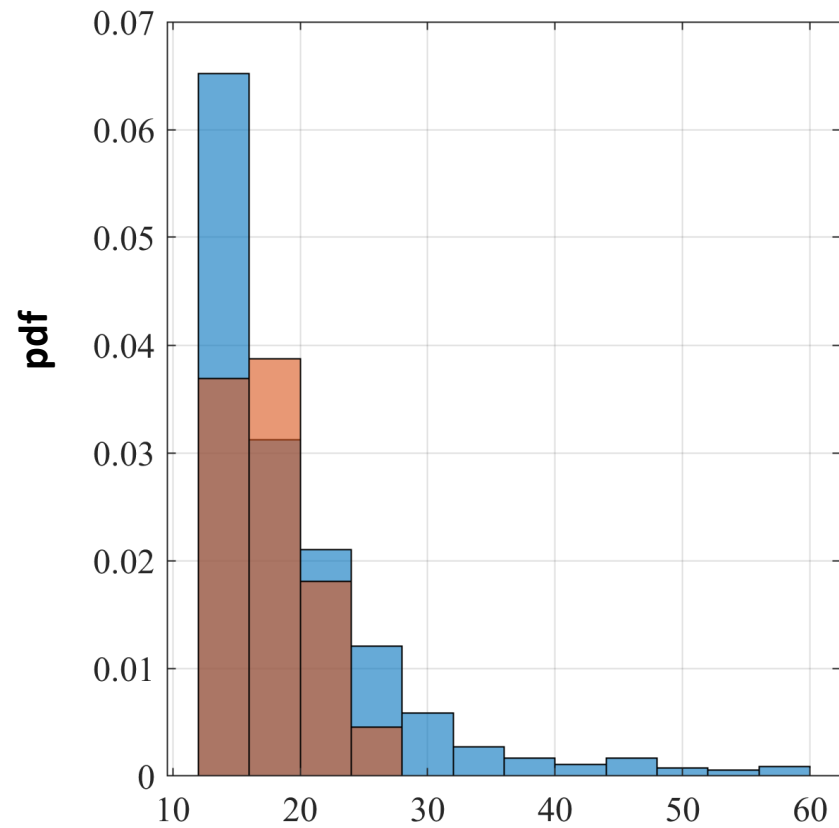


16:56 UTC
23 января 2020 г.

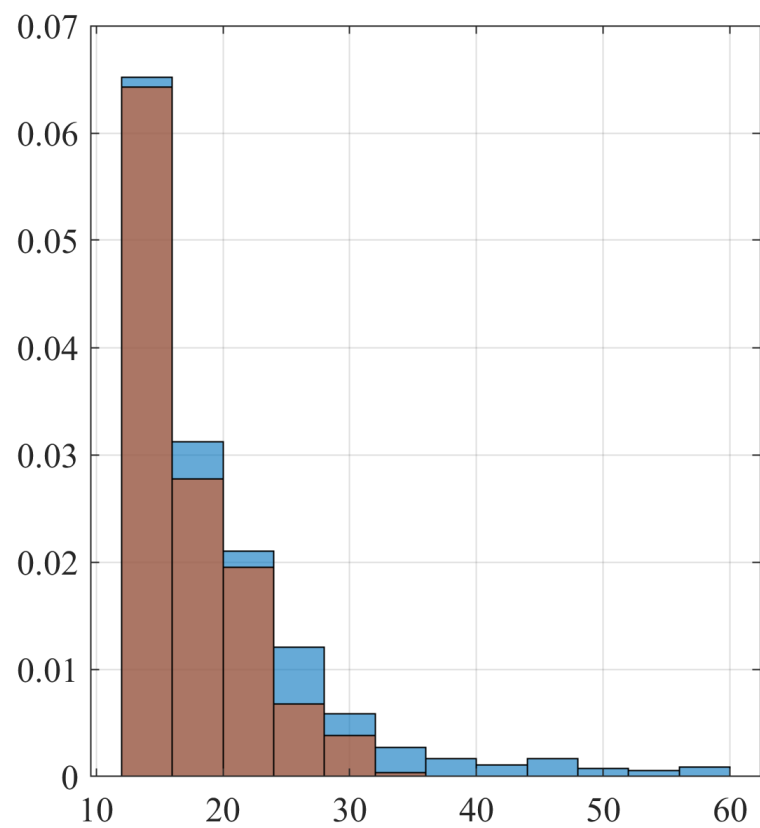


03:59 UTC
24 января 2020 г.

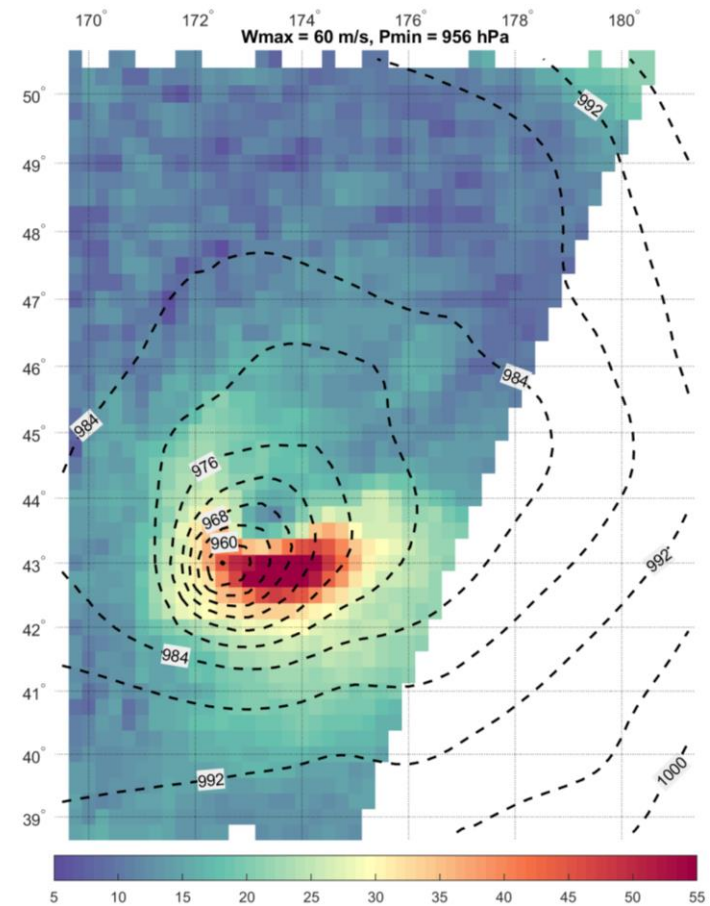
Распределение скорости ветра в циклоне



Распределение скорости ветра в циклоне (м/с) по данным SMAP (синий) и CFSv2 (красный)



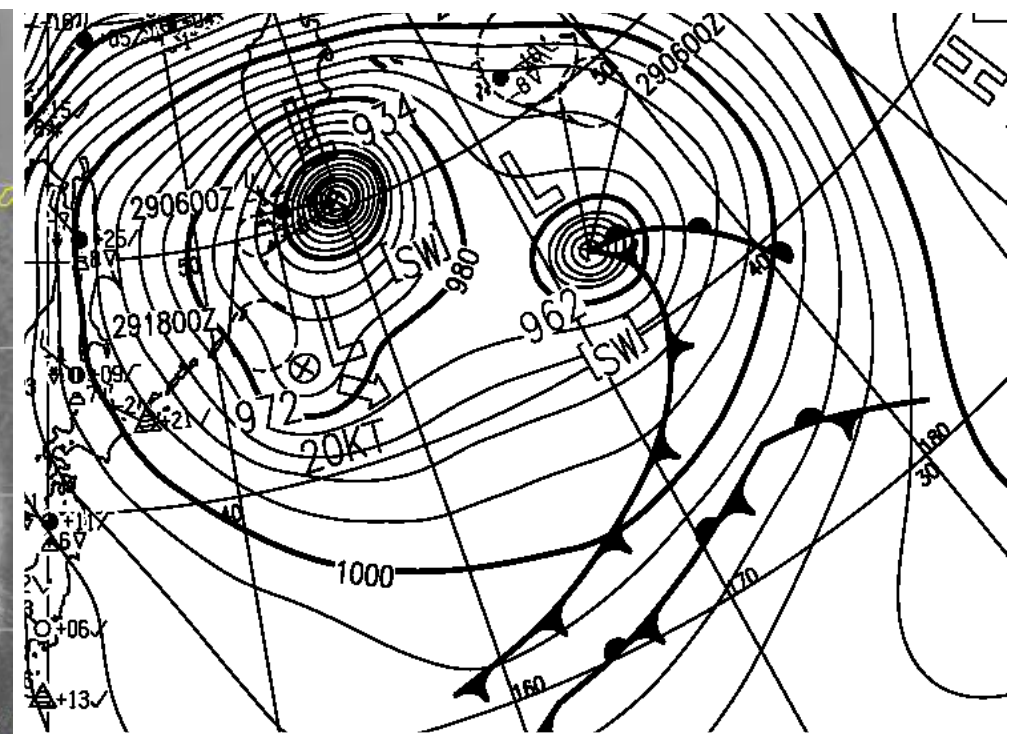
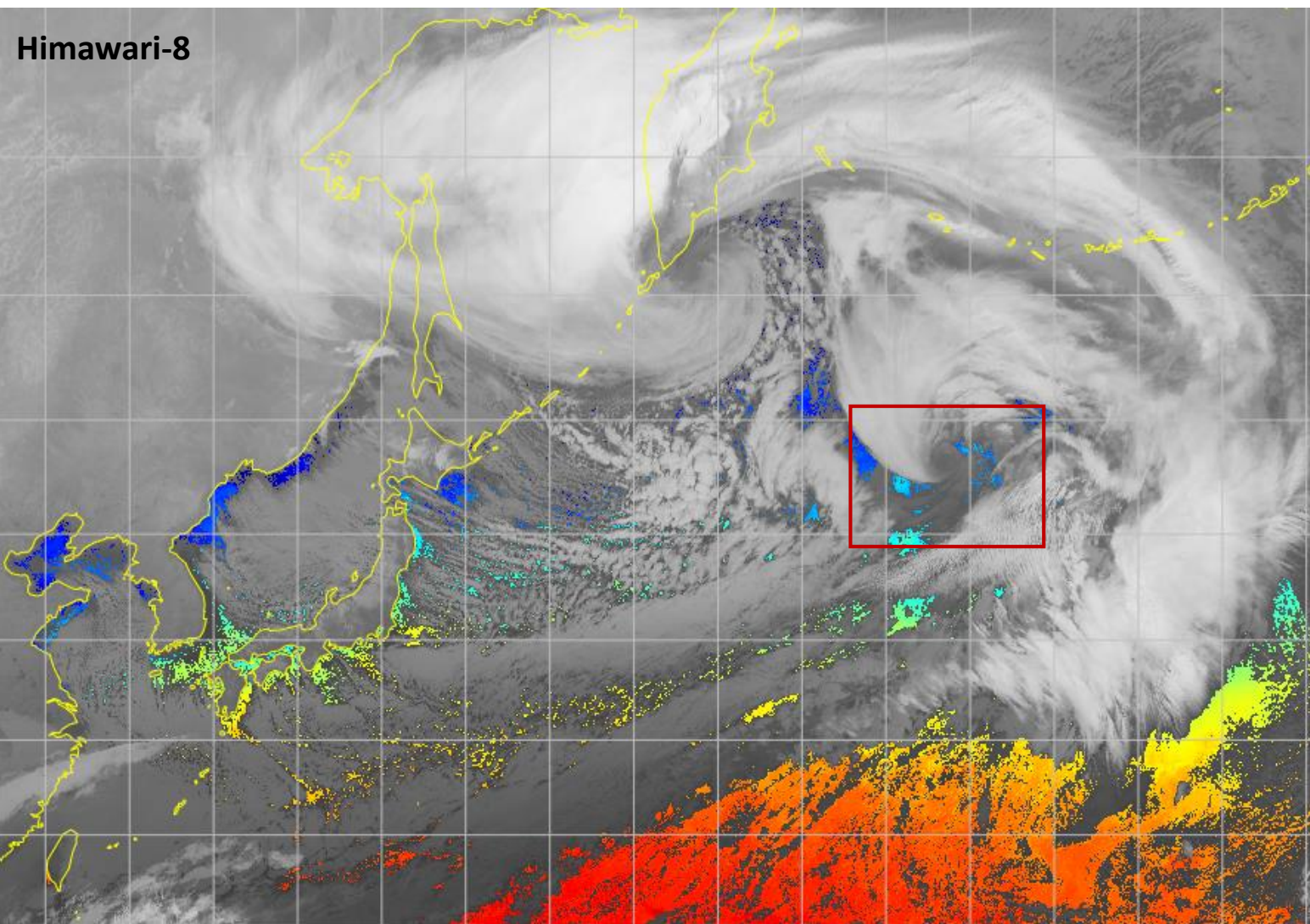
Распределение скорости ветра в циклоне (м/с) по данным SMAP (синий) и ERA5 (красный)



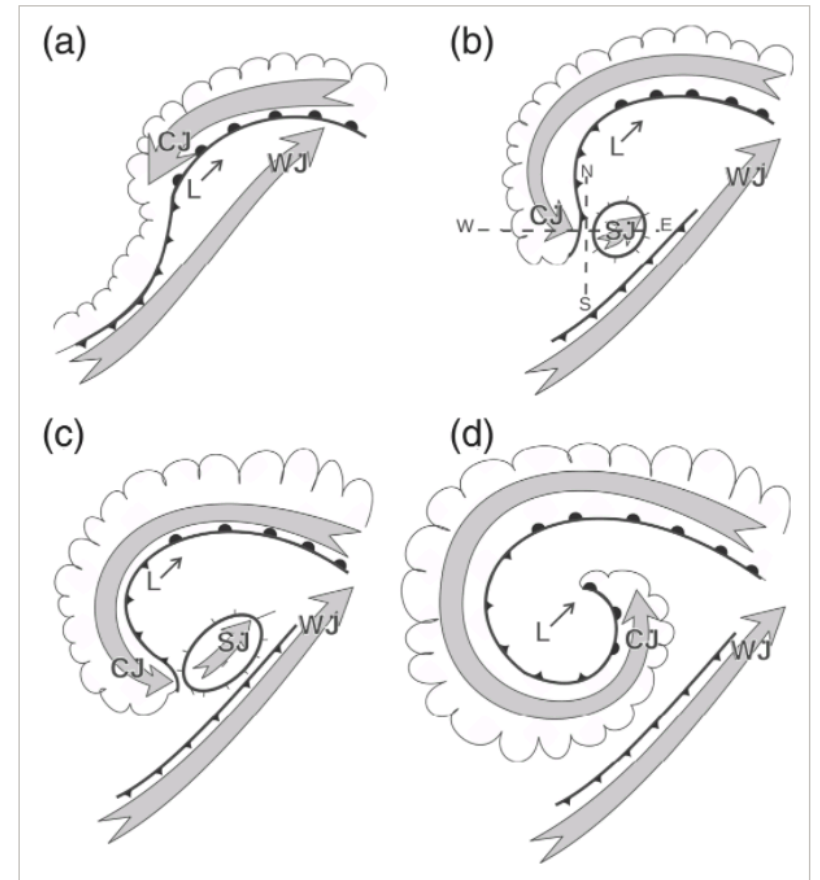
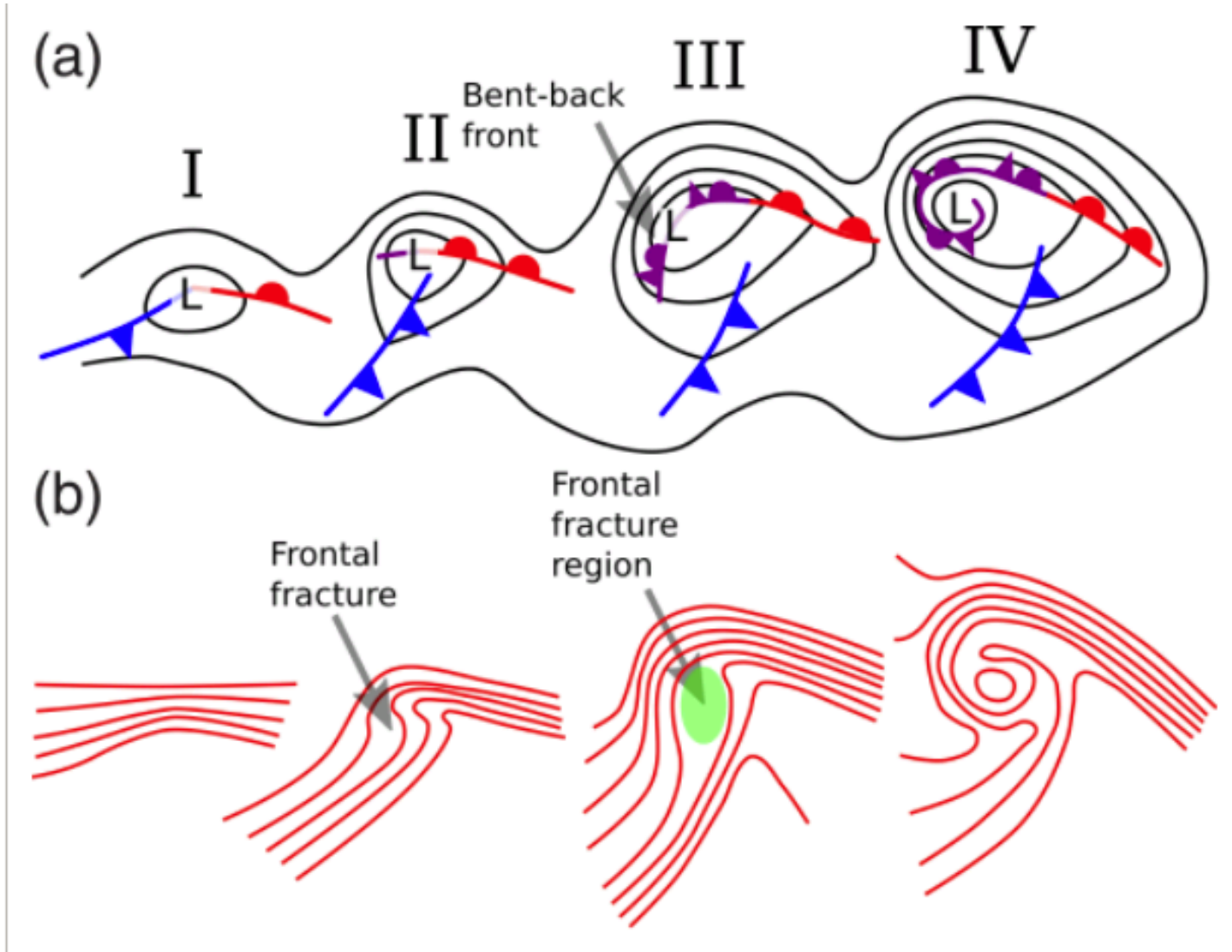
19:11 UTC

28 декабря 2018 г.

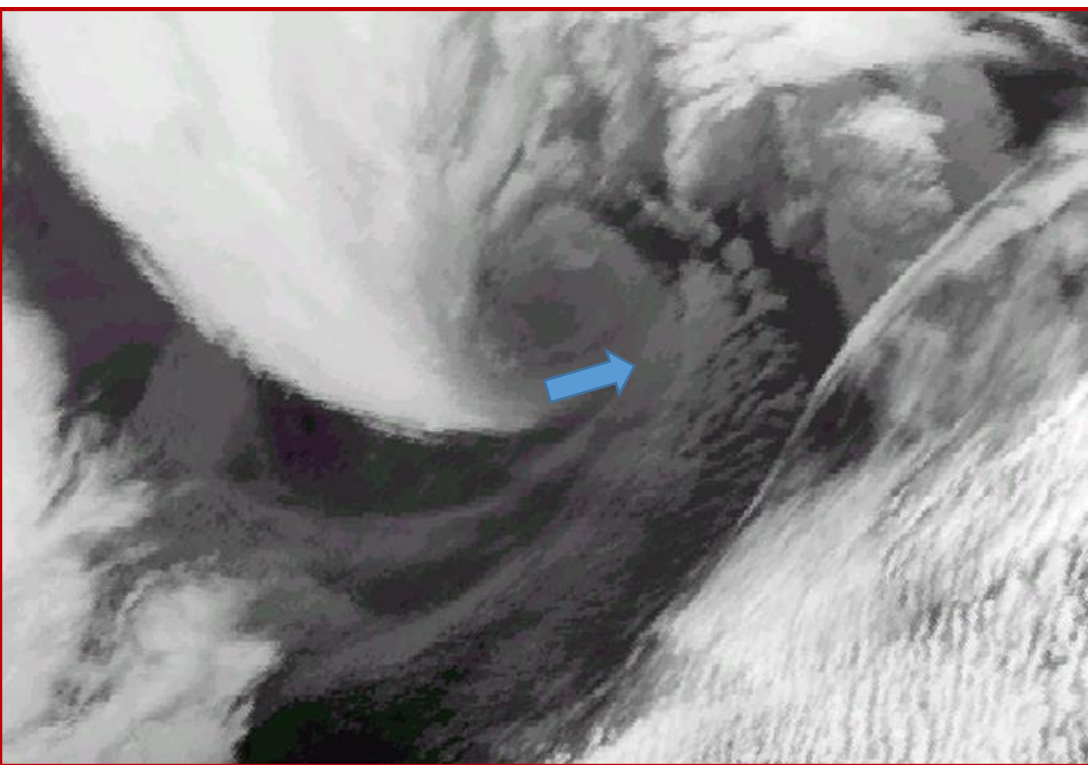
Внетропический циклон – 28 декабря 2018 г.



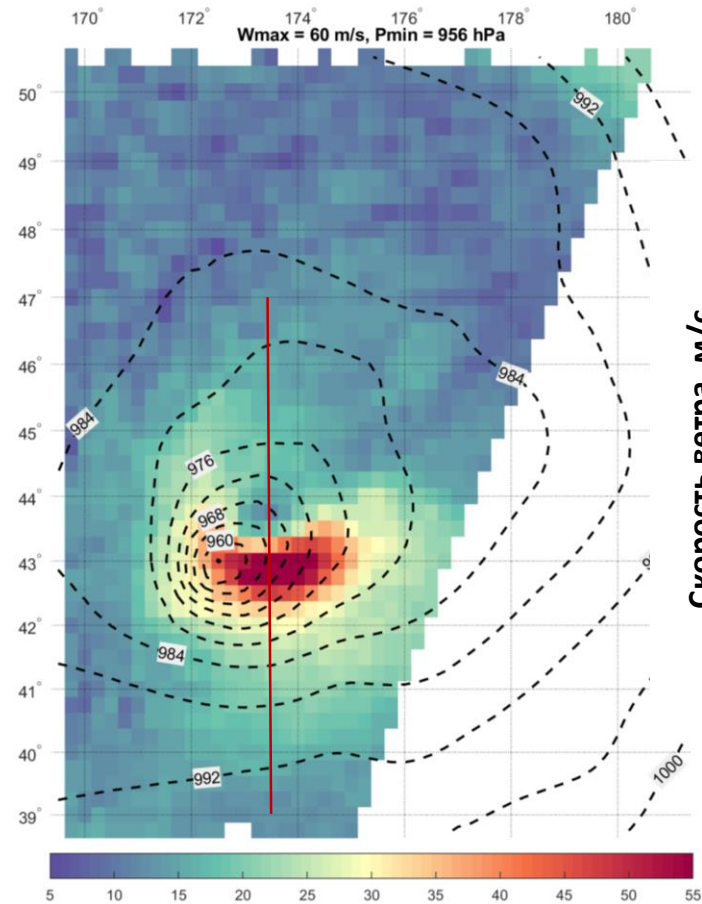
Модель структуры и эволюции внетропического циклона



Внетропический циклон – 28 декабря 2018 г.



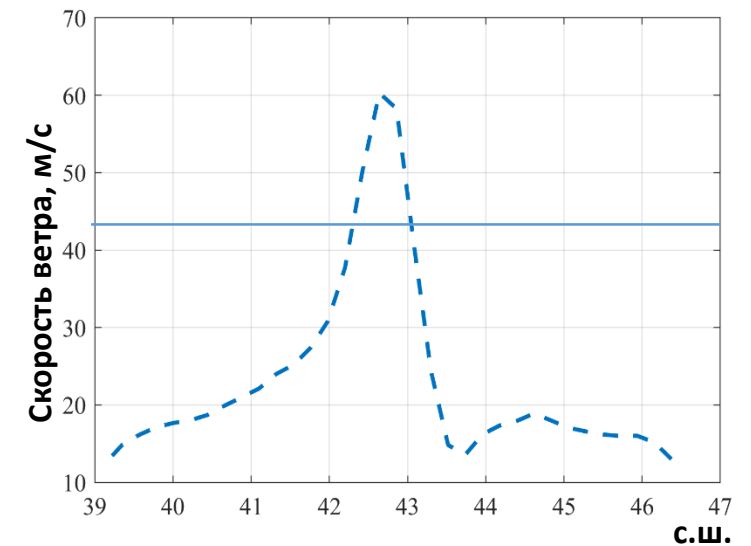
Фрагмент инфракрасного изображения с геостационарного спутника Himawari-8, 19:00 UTC, 28 декабря 2018 г.



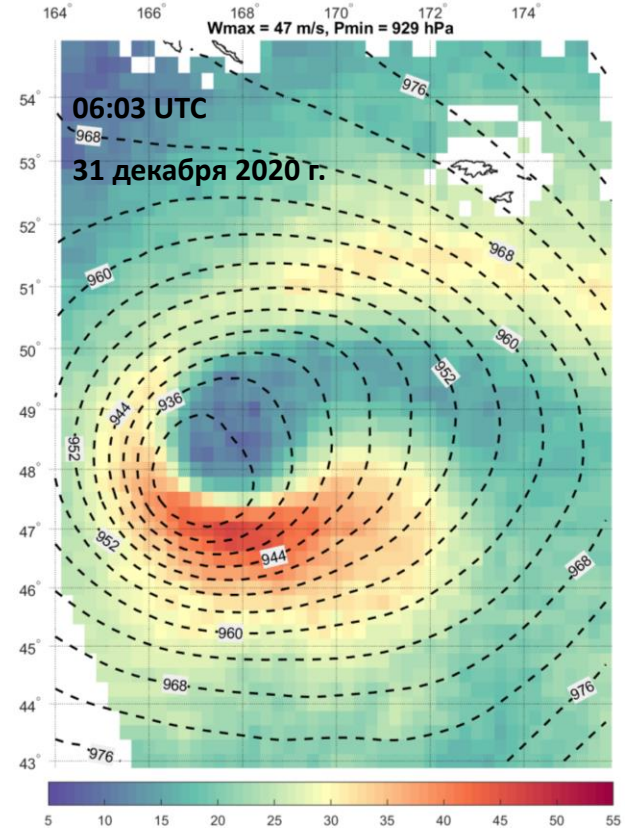
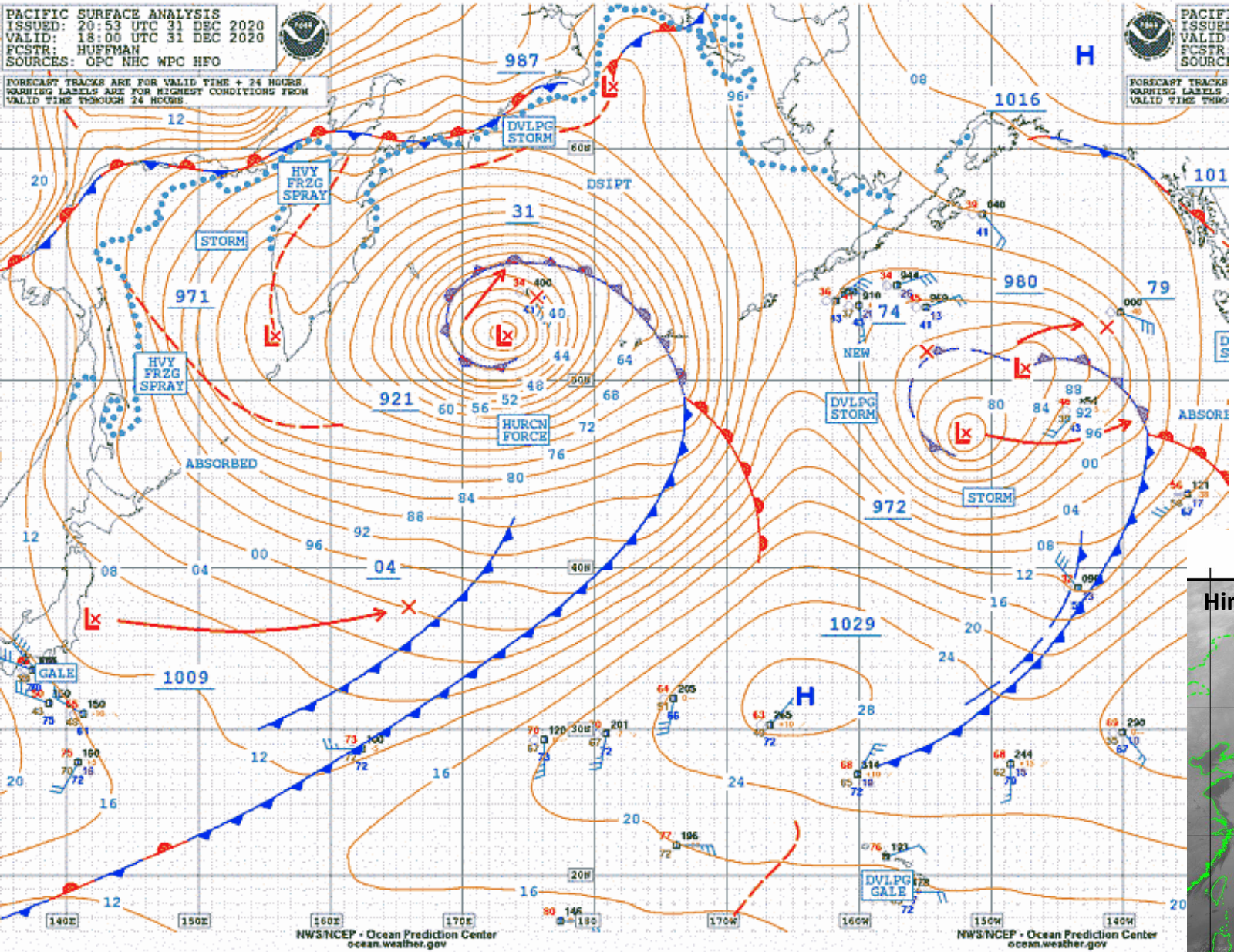
19:11 UTC

28 декабря 2018 г.

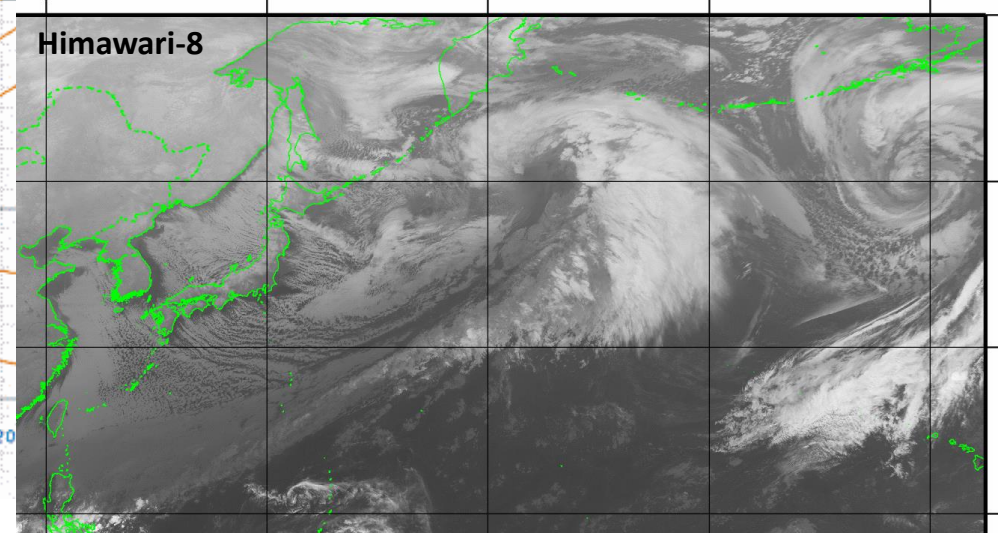
Горизонтальный разрез скорости ветра у морской поверхности вдоль 173.5° в.д.

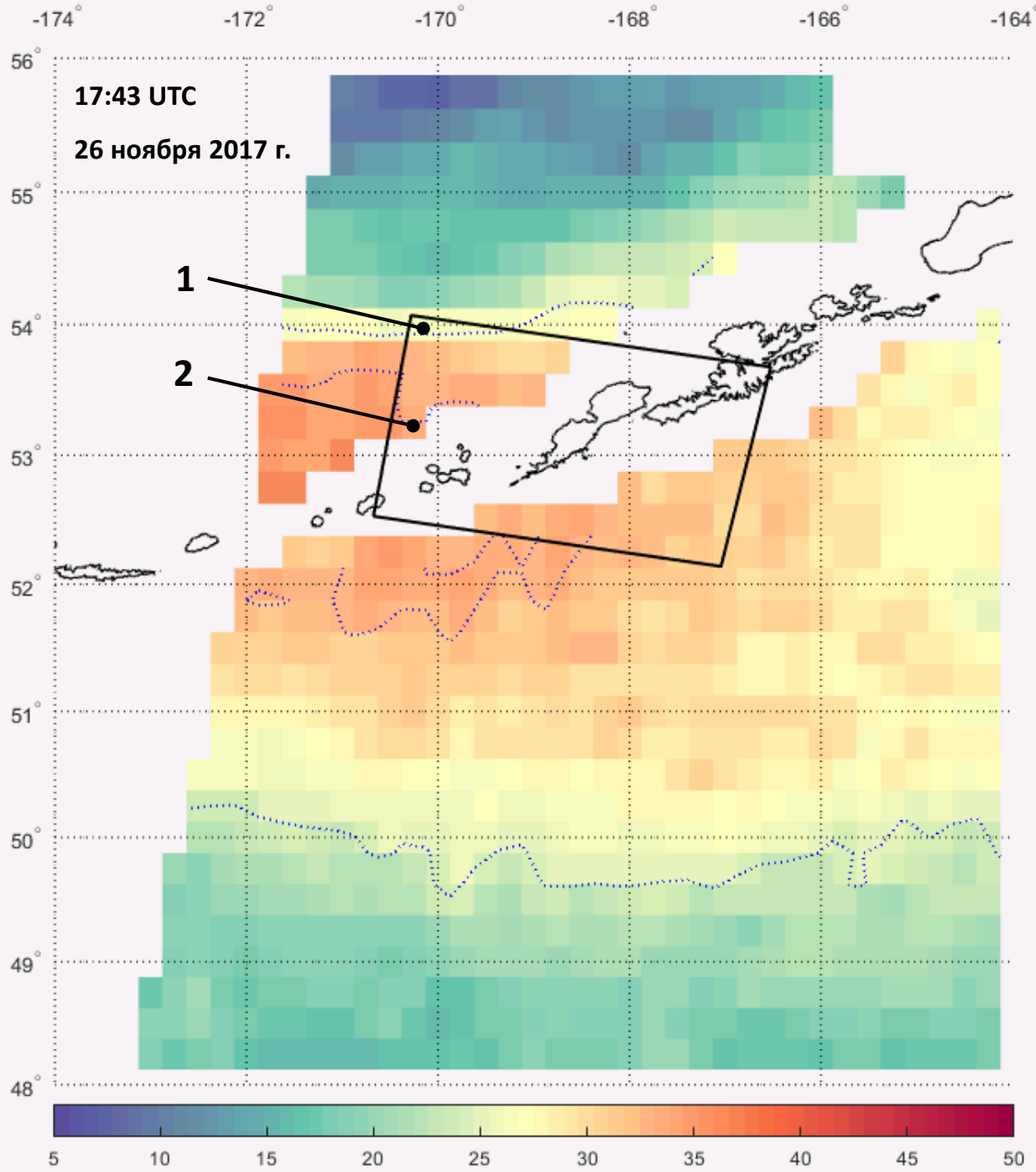


Канун Нового года 2021

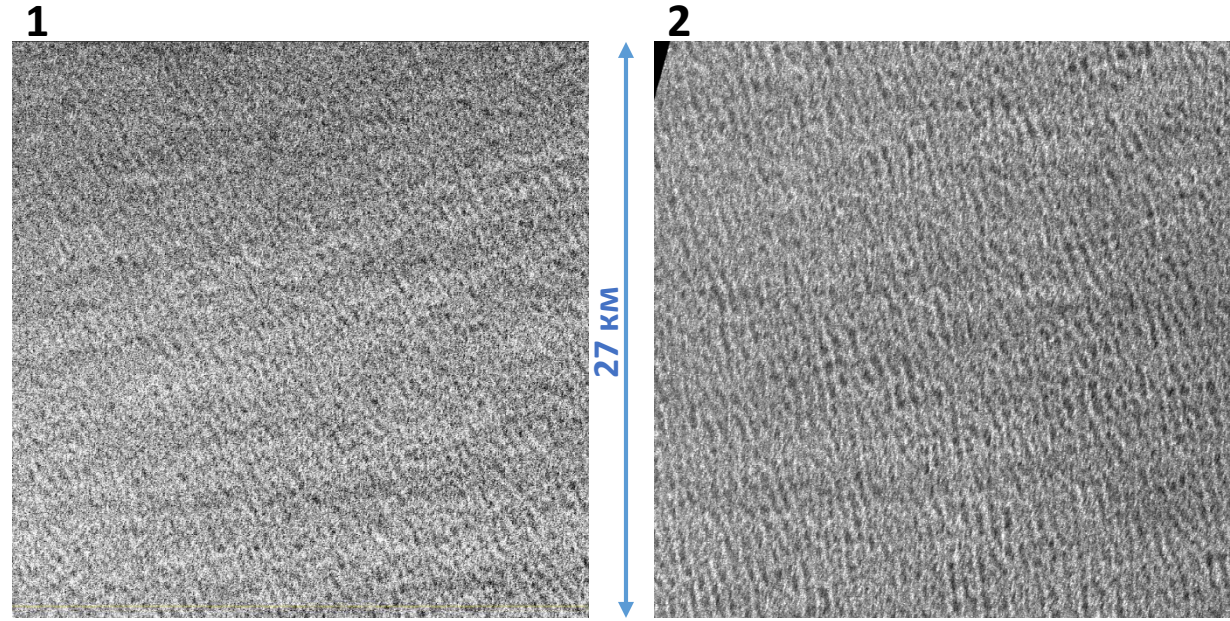


20201231 0000UTC

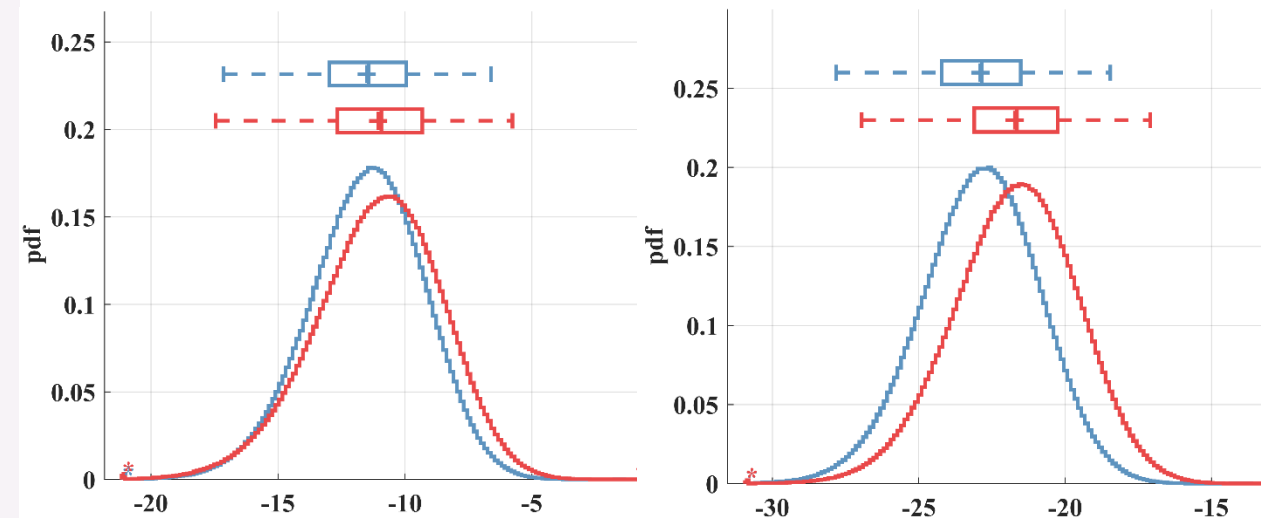




- 1) 53.875; -170.125 : $W = 26.4$ м/с
- 2) 53.125; -170.375 : $W = 33.4$ м/с



SARC, Sentinel-1A, 17:29 UTC, 26 ноября 2017 г.



Заключение

- Для 6 холодных сезонов (ноябрь-март) 2015-2021 гг. на основе микроволнового зондирования в L-диапазоне ($\nu = 1.41$ ГГц) со спутника SMAP и данных реанализов ERA5 и CFSv2 было выявлено 103 случая внетропических циклонов с ураганным (> 33 м/с) ветром, попадающих в полосу обзора радиометра.
- Большинство из них (около 60%) регистрировалось в декабре и январе южнее Алеутских островов и полуострова Камчатка. Часть случаев циклогенеза демонстрировали «взрывной» характер и наблюдались преимущественно в районе продолжения течения Куроисио. В значениях максимальной скорости ветра по данным SMAP выделяется группа наиболее интенсивных случаев циклогенеза со скоростью более 43 м/с (в отдельных случаях достигающей 55-60 м/с) и представляет интерес в контексте выделения особенностей интенсивного циклогенеза;
- Сравнительный анализ распределения ветра в области циклона по данным SMAP и реанализов, показал значительную недооценку последними в области высоких скоростей более 25 м/с. Наибольшие расхождения со спутниковым ветром показал реанализ ERA5 независимо от месяца или географического района.