



О ПРИМЕНЕНИИ ТЕОРИИ ТУРБУЛЕНТНОГО ВИХРЕВОГО ДИНАМО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАРОЖДЕНИЯ КВАЗИТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ И ПОЛЯРНЫХ УРАГАНОВ

Г. В. Левина

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

levina@iki.rssi.ru

04 октября 2021

СОДЕРЖАНИЕ ДОКЛАДА

1. Введение. Итоги 2020–2021 гг. :

Ранняя точная дистанционная диагностика тропического циклогенеза
на основе теории турбулентного вихревого динамо

Участие в конференциях. Международная оценка результатов.

2. Спиральный циклогенез от экватора до полюсов.

Турбулентное вихревое динамо в атмосфере Земли

- Полярные мезоциклоны – ПМЦ
- Тропические циклоны – ТЦ
- Черноморские квазитропические циклоны – КТЦ

3. Перспективы

ПРИМЕНЯЕМАЯ ДИАГНОСТИКА ТРОПИЧЕСКОГО ЦИКЛОГЕНЕЗА

На данный момент **НЕТ** точной диагностики зарождения ТЦ ни в одной из стран мира!
Поскольку не было введено точных количественных критериев для этого явления.



N H C <https://www.nhc.noaa.gov/>
National Hurricane Center Miami, Florida

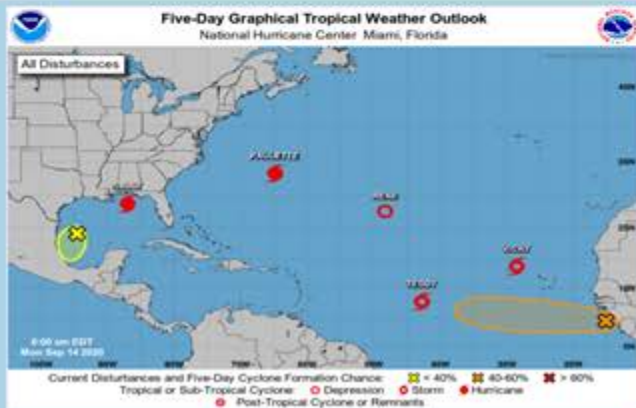


- TD – тропическая депрессия, $V \leq 17$ м/с
- TS – тропический шторм, $V = 18-32$ м/с; **получает имя**
- H – ураган, $V \geq 33$ м/с; категории 1-5 (≥ 70 м/с)

В метеорологической практике фактом формирования ТЦ считается образование вихря с теплым ядром, в котором наивысшие скорости тангенциального ветра достигаются на нижних уровнях.
Диагностика: ЗАМКНУТАЯ поверхностная ветровая циркуляция, **понижение давления.**

ALARM – ТЦ! при подтверждении формирования TD.

Однако известно достаточно много случаев, когда несмотря на все усилия не удается идентифицировать стадию TD и вихрь диагностируется уже на стадии TS. Часто в опасной близости к густонаселенным территориям, как например, это произошло с будущим ураганом Isaias (2020), идентифицированным как TS вблизи Пуэрто Рико.



2020: ЗАРОЖДЕНИЕ УРАГАНА ISAIAS



PRE-ISAIAS 23-29 июля 2020

23 июля NHC обнаружил восточную волну вблизи побережья Африки. При перемещении волны на запад над теплой поверхностью океана в ней сформировалась обширная область пониженного давления с интенсивной конвекцией.

28 июля система приближалась к Наветренным островам.

Метеоданные у поверхности уже показывали скорость ветра 15-18 м/с, т.е. почти штормовую – TS. Однако по спутниковым данным **не удалось обнаружить центр циркуляции**, чтобы подтвердить образование TD.



Более того, **центр циркуляции не удалось обнаружить** и с помощью измерений с исследовательского самолета.

28-29 июля ситуация оставалась чрезвычайно неопределенной

30 июля. Наконец, подтверждено формирование ТЦ. Скорость ветра ≈ 23 м/с., что соответствовало стадии тропического шторма. Вихрь, находившийся около Пуэрто Рико и Доминиканы, был назван TS Isaias.



Спиральный тропический циклогенез: диагностика крупномасштабной вихревой неустойчивости



Galina Levina

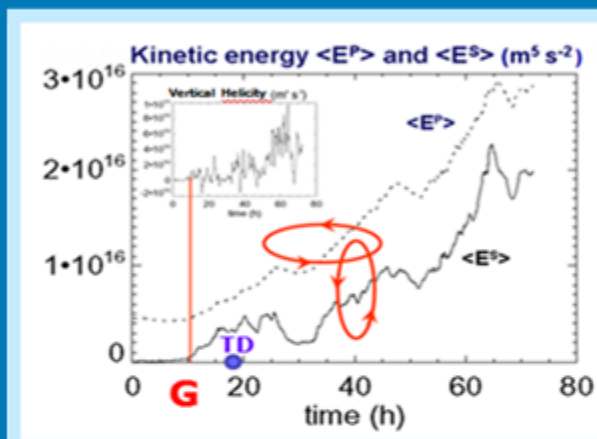
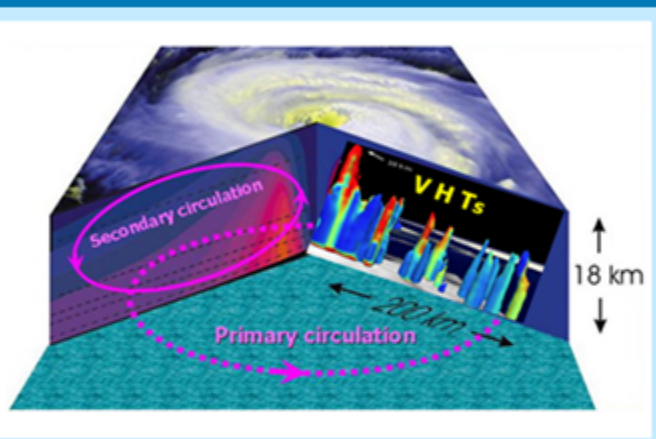
Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

The 34th Conference
on Hurricanes and
Tropical Meteorology
10 – 14 May 2021
Virtual Meeting

Диагностика циклогенеза – определение момента «G»

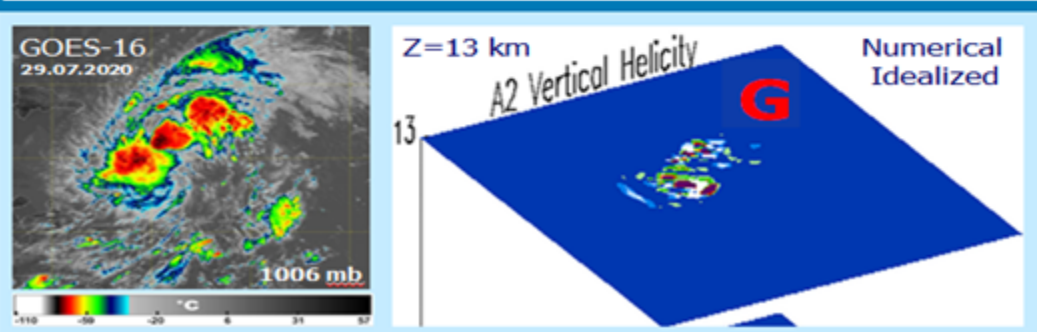
Облачно-разрешающий численный анализ эволюции кинетической энергии первичной циркуляции $EP(t)$ и вторичной циркуляции $ES(t)$ в формирующемся тропическом циклоне (ТЦ) позволяет определить момент времени **G**, когда начинается взаимное усиление циркуляций, и зарождающийся ТЦ становится энергетически самоподдерживающимся и усиливающимся – **появление неустойчивости/начало зарождения ТЦ**.

Необходимое условие для усиления вихря: мезомасштабная вихревая система должна стать спиральной – зацепление первичной и вторичной циркуляции, реализуемое вихревыми горячими башнями – vortical hot towers (**VHTs**). Дальнейшее развитие вихря приводит к **образованию тропической депрессии (TD)** в течение нескольких часов — предлагаемая интерпретация: **завершение стадии зарождения ТЦ**.

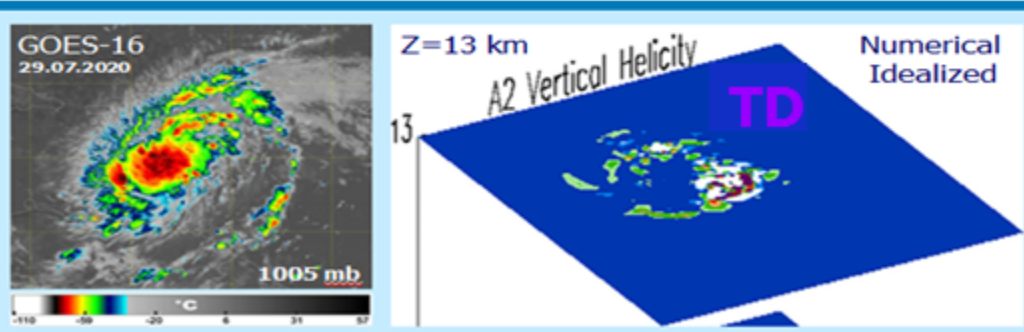


Практическая значимость: зарождение ТЦ будет определено **ТОЧНО И ЗНАЧИТЕЛЬНО РАНЬШЕ**, чем происходит в настоящее время.

Оперативная диагностика TC genesis и TD formation предлагается с помощью анализа GOES Imagery и при поддержке облачно-разрешающим численным моделированием. Подход основан на подобии конфигураций **VHTs** в поле температуры (спутниковые данные) и вертикальной спиральности (численное моделирование), типичных для начала вихревой неустойчивости (**время G**) и образования вихря депрессии (**время TD**).



**Satellite Data
29 July 2020**
Potential TC Nine,
Future Atlantic
Hurricane Isaias



МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Представлена: точная количественная дистанционная диагностика тропического циклогенеза на основе теории турбулентного вихревого динамо.

Практическое значение: позволит метеослужбам дистанционно и точно определить момент зарождения урагана значительно раньше (от нескольких до десятков часов), чем это реализуется в настоящее время.



1. Генеральная Ассамблея Европейского Геофизического Союза, 19–30 апреля 2021 г.



2. 34-я Конференция Американского метеорологического общества по ураганам и тропической метеорологии (перенесена с мая 2020 г.), 10–14 мая 2021 г.
760 участников (из многих стран), Россия – 1.



3. 4-я Международная электронная конференция по атмосферным наукам ECAS 2021, 16–31 июля 2021 г.

МЕЖДУНАРОДНОЕ ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ



vEGU21: Gather Online | 19-30 April 2021



American Meteorological Society

The 34th Conference on Hurricanes
and Tropical Meteorology
10 – 14 May 2021 Virtual Meeting



**АВТОР ПОЛУЧИЛ ПРИГЛАШЕНИЕ
ОПУБЛИКОВАТЬ РЕЗУЛЬТАТЫ:**

- **В журналах Американского метеобщества (Q1)**
Стоимость 120\$ – 1 печатная стр.
+ 1100\$ – Open Access (optional)
- **В журнале MDPI Atmosphere (Q2) – Швейцария**
Со скидкой 40%
от стоимости статьи 1800 CHF ≈ 1900 USD

ИЩУ СПОНСОРОВ !

*Универсальная крупномасштабная вихревая неустойчивость
в спиральной атмосферной турбулентности*

ТУРБУЛЕНТНОЕ ВИХРЕВОЕ ДИНАМО

СПИРАЛЬНЫЙ ЦИКЛОГЕНЕЗ ОТ ЭКВАТОРА ДО ПОЛЮСОВ

Обеспечивается интенсивной вихревой облачной конвекцией –

Vortical Hot Towers (VHTs),

открытой американскими учеными в 2004–2006 гг.

M. T. Montgomery et al., JAS – 2004; 2005; 2006.

ТУРБУЛЕНТНОЕ ВИХРЕВОЕ ДИНАМО В АТМОСФЕРЕ

Тропическая атмосфера:

диагностика зарождения ТЦ, российско-американские исследования,
Г. В. Левина, М. Т. Монтгомери, 2009–2021 гг.

Черноморский регион:

обнаружена вихревая облачная конвекция (VHTs) в черноморском квази-ТЦ 2005 г,
(облачно-разрешающее численное моделирование) – Д.А. Яровая, Г.В. Левина, 2019.

Теория:

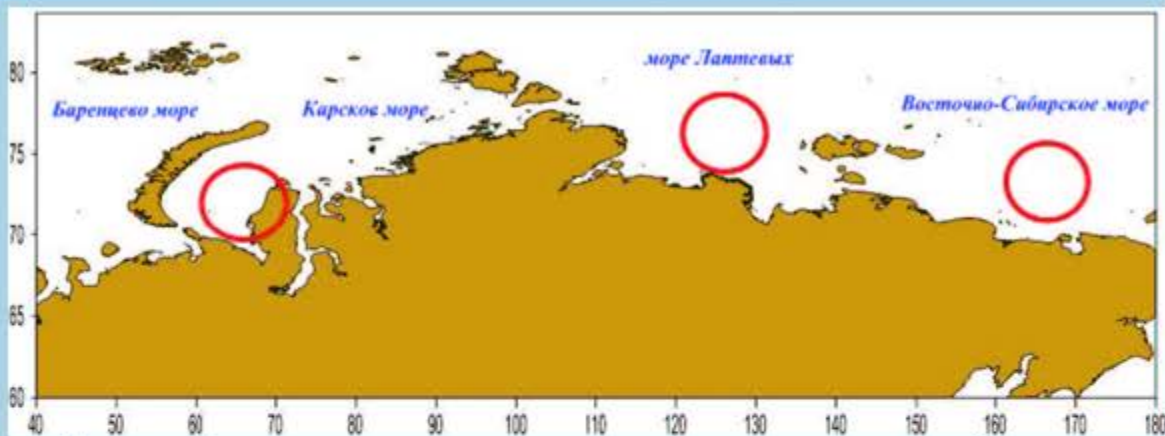
М. I. Kopp, A. V. Tur, V. V. Yanovsky, 2021

**Hydrodynamic α -effect in a rotating stratified moist atmosphere driven
by small-scale non-helical force.**

Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics (GAFD), September 2021.

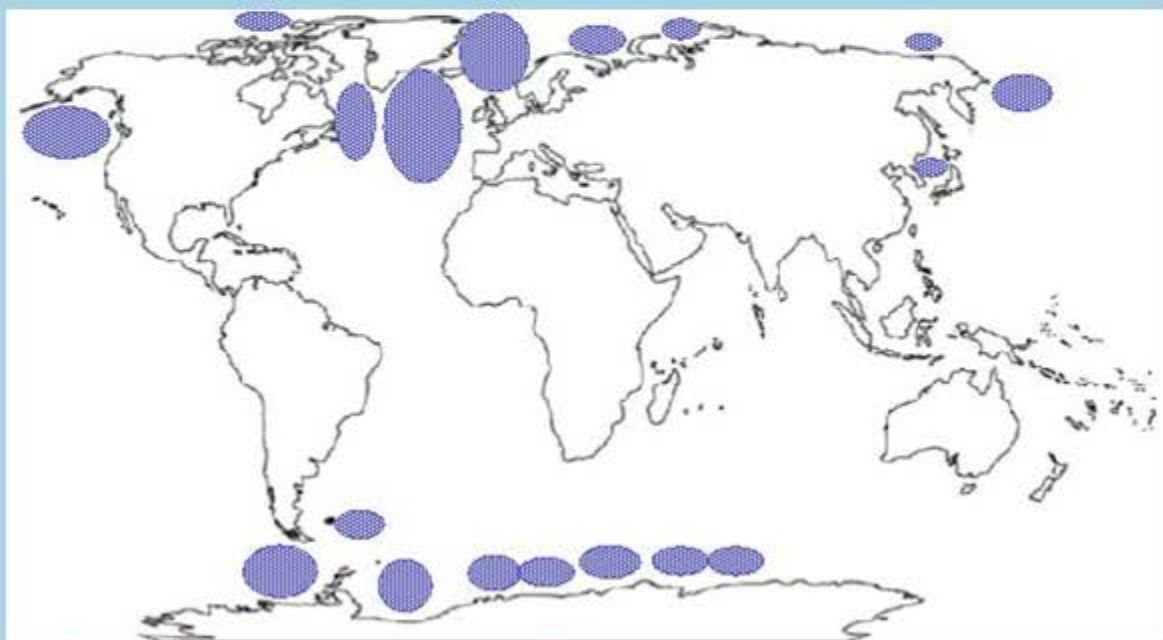
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03091929.2021.1946802?src>

ПОЛЯРНЫЕ МЕЗОЦИКЛОНЫ – ПМЦ



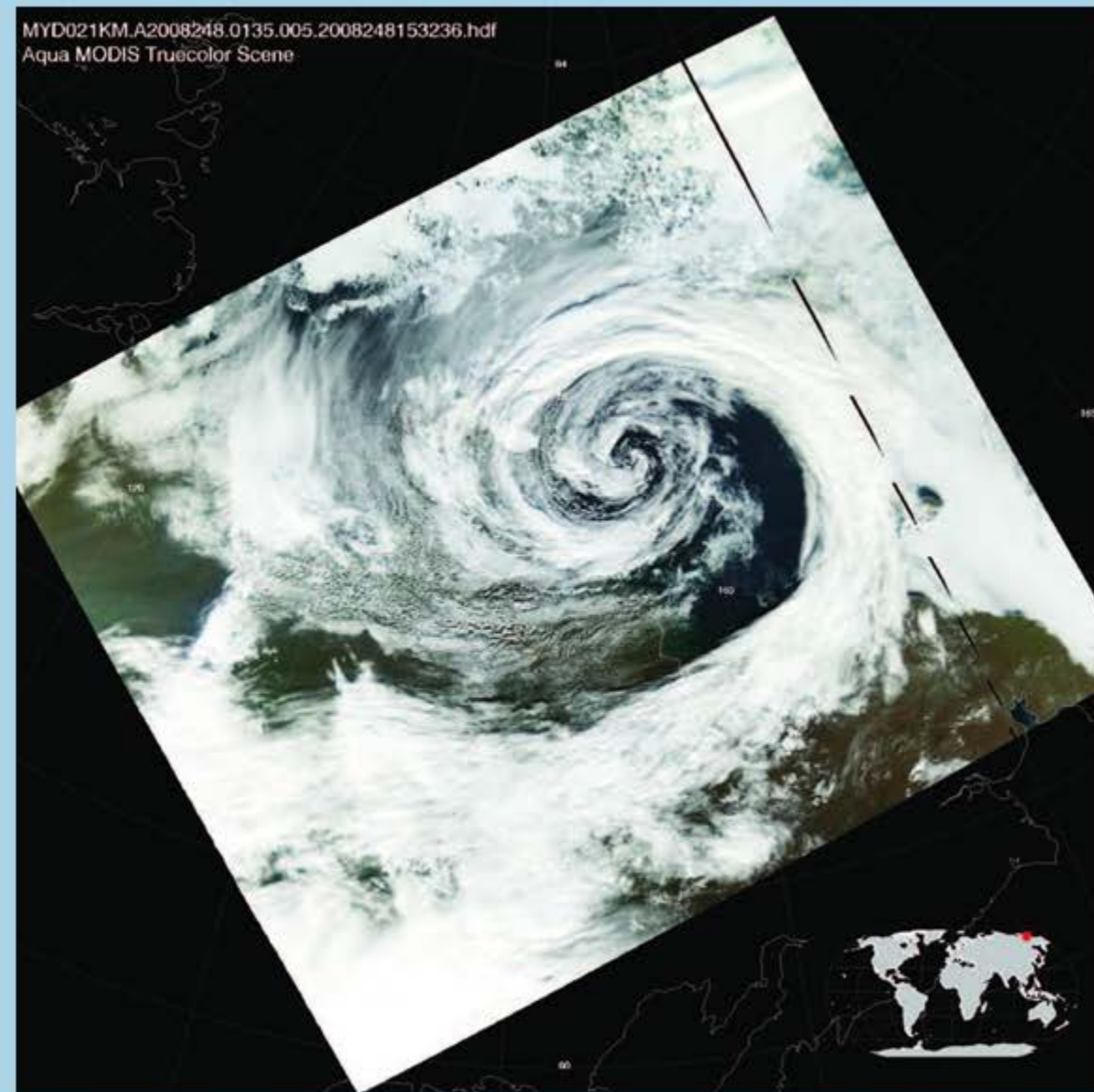
Области формирования штормовых циклонов в осенний период.

Ефимова Ю.В. и др. (2018). Ученые записки РГГМУ № 52, 9–20. Рис. 1.



Глобальное распределение очагов формирования полярных мезоциклонов.

Луценко Э.И., Лагун В.Е. Полярные мезомасштабные циклонические вихри в атмосфере Арктики. Справочное пособие. Санкт-Петербург. 2010. Рис. 1.1.1.

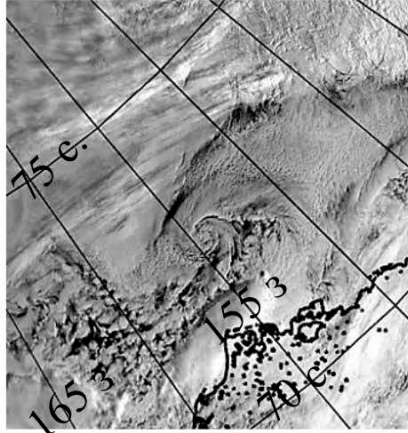


**ПМЦ у Новосибирских островов 4 сентября 2008 г., 01:35 UTC
Aqua MODIS.**

Ефимова Ю.В. и др. (2018). Ученые записки РГГМУ № 52, 9–20. Рис. 3.

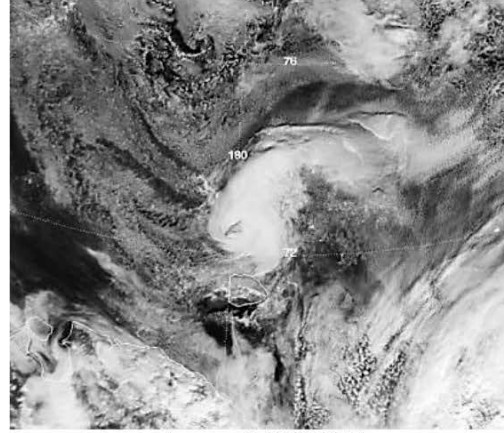
ПОЛЯРНЫЕ МЕЗОЦИКЛОНЫ – ПМЦ

Западная граница моря Бофорта



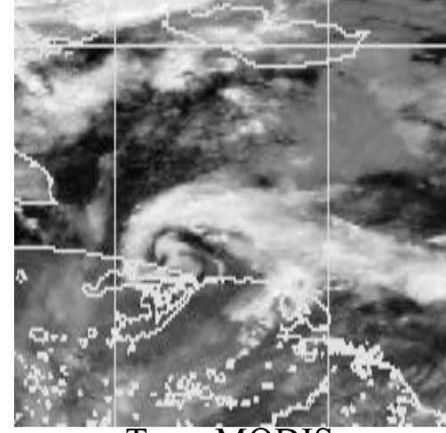
Aqua MODIS
16.09.2013 19:55 UTC

Чукотское море



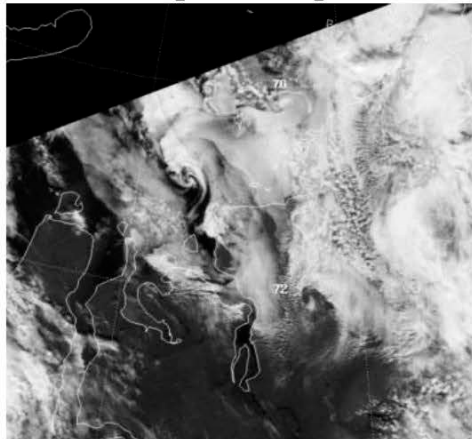
Aqua MODIS
30.08.2012 23:00 UTC

Восточно-Сибирское море



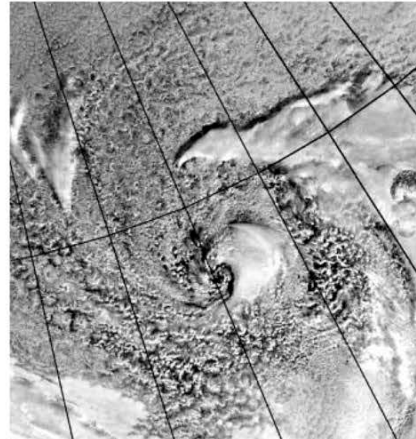
Terra MODIS
04.10.2012 11:01 UTC

Карское море



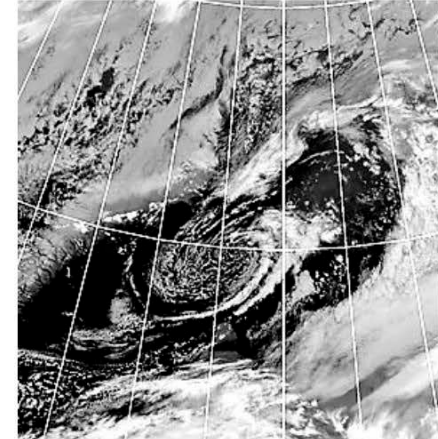
Aqua MODIS
24.08.2013 06:35 UTC

Север Восточно-Сибирского моря



Aqua MODIS
05.09.2007 00:05 UTC

Карское море



Terra MODIS
29.09.2012 08:00 UTC

Основные типы и районы распространения мезомасштабных циклонов над восточной Арктикой и Карским морем

Гурвич И.А., Заболотских Е.В. (2015). Современные проблемы ДЗЗ из космоса, т. 12, № 3, 101–112. Рис. 1.



NOAA-15 RGB=CH(1,1,4) 08/28/2005 23:32 UTC

Texas

Louisiana

Miss.

Alabama

Georgia

New Orleans ●

Florida

Hurricane Katrina (2005)

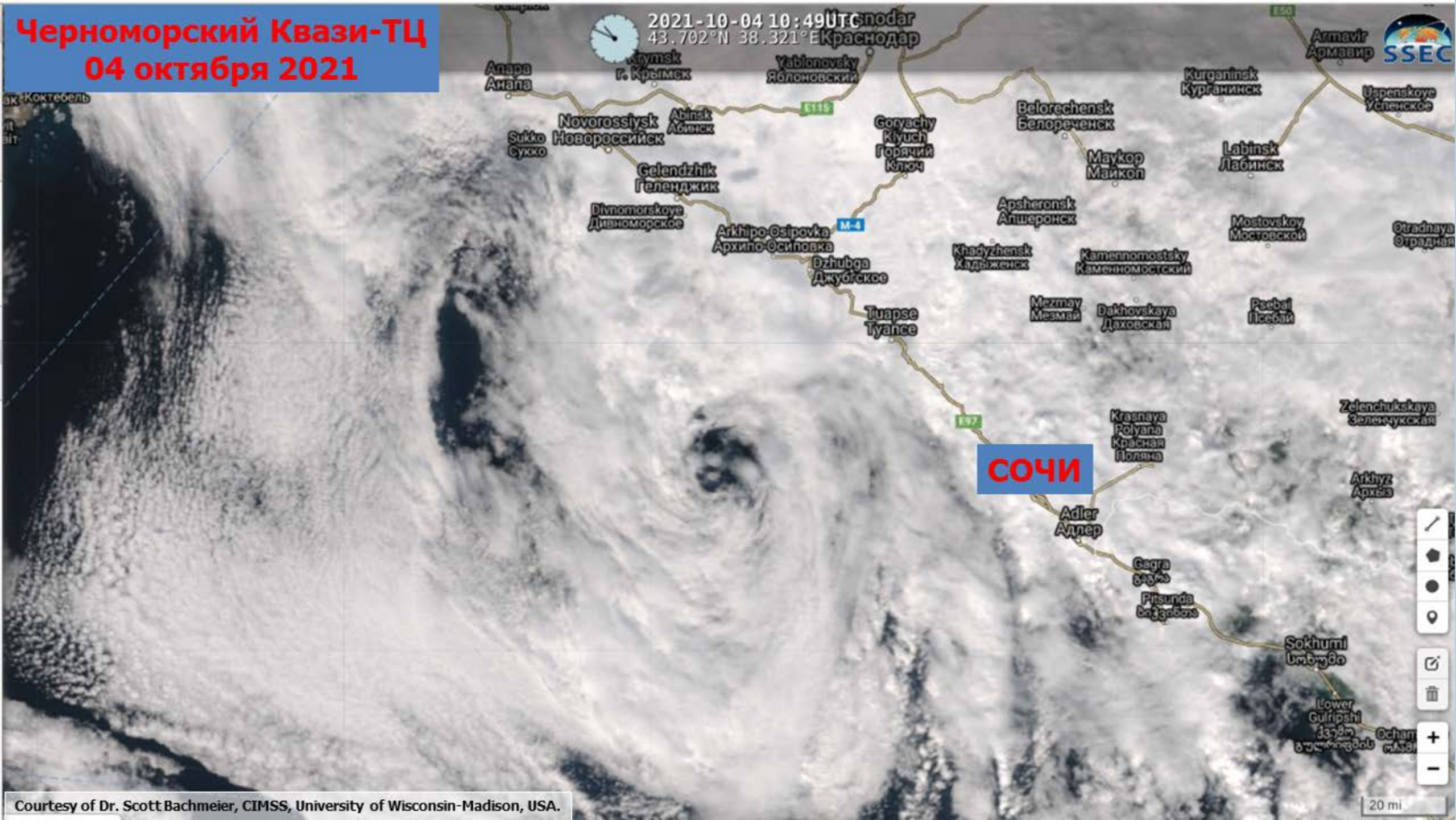
GULF OF MEXICO

CUBA

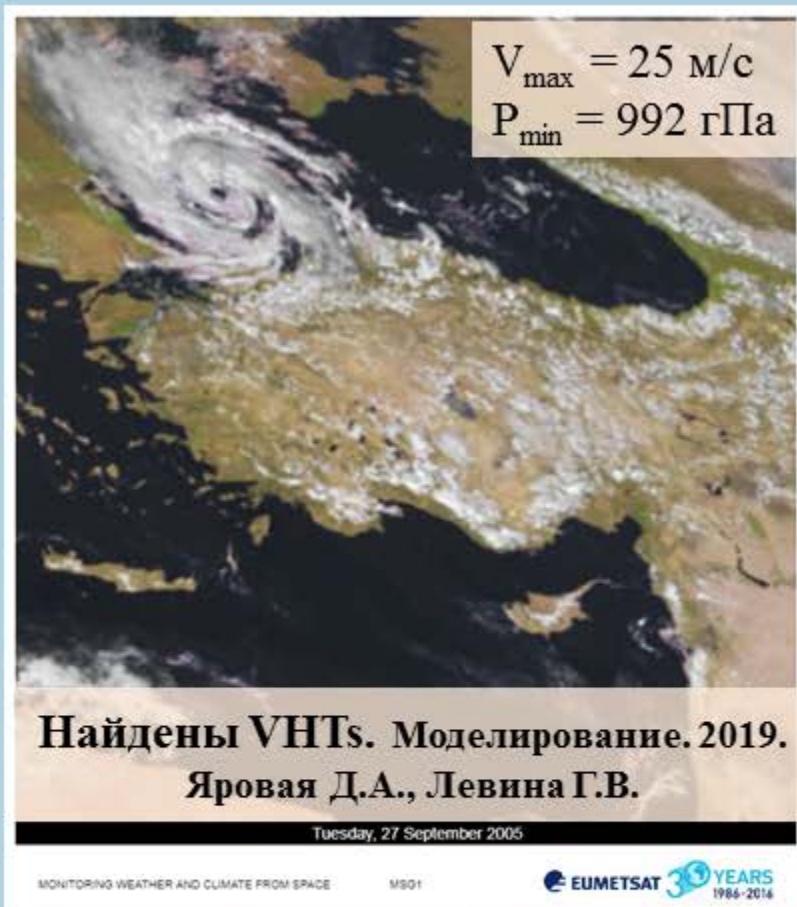


Черноморский Квази-ТЦ

04 октября 2021



ЧЕРНОМОРСКИЕ КВАЗИТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ (КТЦ)



Черноморский квази-ТЦ , наблюдавшийся 25–29 сентября 2005 г.

Публикации:

Ефимов В.В., Шокуров М.В., Яровая Д.А. 2007. Изв. АН. ФАО.
Ефимов В.В., Станичный С.В., Шокуров М.В., Яровая Д.А. 2008. МИГ.



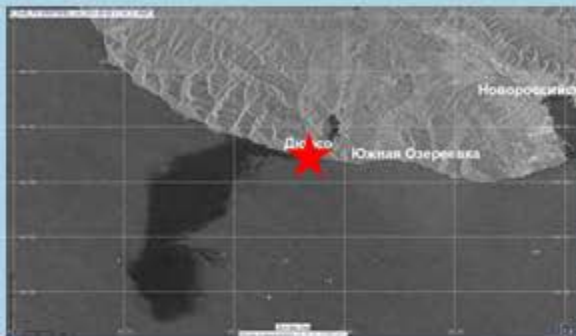
Черноморский квази-ТЦ , наблюдавшийся 11–16 августа 2021 г.

Обсуждение на профессиональном форуме tstorms.org 12–15 августа 2021 г.:

J. Heming (Met Office, UK), M. Lander (UOG, Guam, USA), D. Herndon (CIMSS UW-Madison, USA), S. Kusselson (CIRA/CSU, USA), K. Emanuel (MIT, USA), B. Trewin (BoM, Australia), P. Black (NOAA-AOML, USA), S. Dafis (NOA/IERSD, Greece), S. Hristova-Veleva (JPL NASA, USA), G. Levina (IKI, Russia).

ЧЕРНОМОРСКИЕ КВАЗИТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ (КТЦ)

Нефтяной разлив в районе Новороссийска



ПРЕСС-ЦЕНТР ИКИ РАН
10 АВГ 2021

8 августа 2021 г.,
15:20 UTC,
площадь пятна
превысила 85 кв. км.



12 августа 2021 г., 03:41 UTC

Костяной А.Г., Лаврова О.Ю., Лупян Е.А. (2021).
Современные проблемы ДЗЗ из космоса, т. 18, № 4, 304–310. Рис. 4.



Черноморский квази-ТЦ, 12 августа 2021 г. 04:00 UTC

ЧЕРНОМОРСКИЕ КВАЗИТРОПИЧЕСКИЕ ЦИКЛОНЫ (КТЦ)

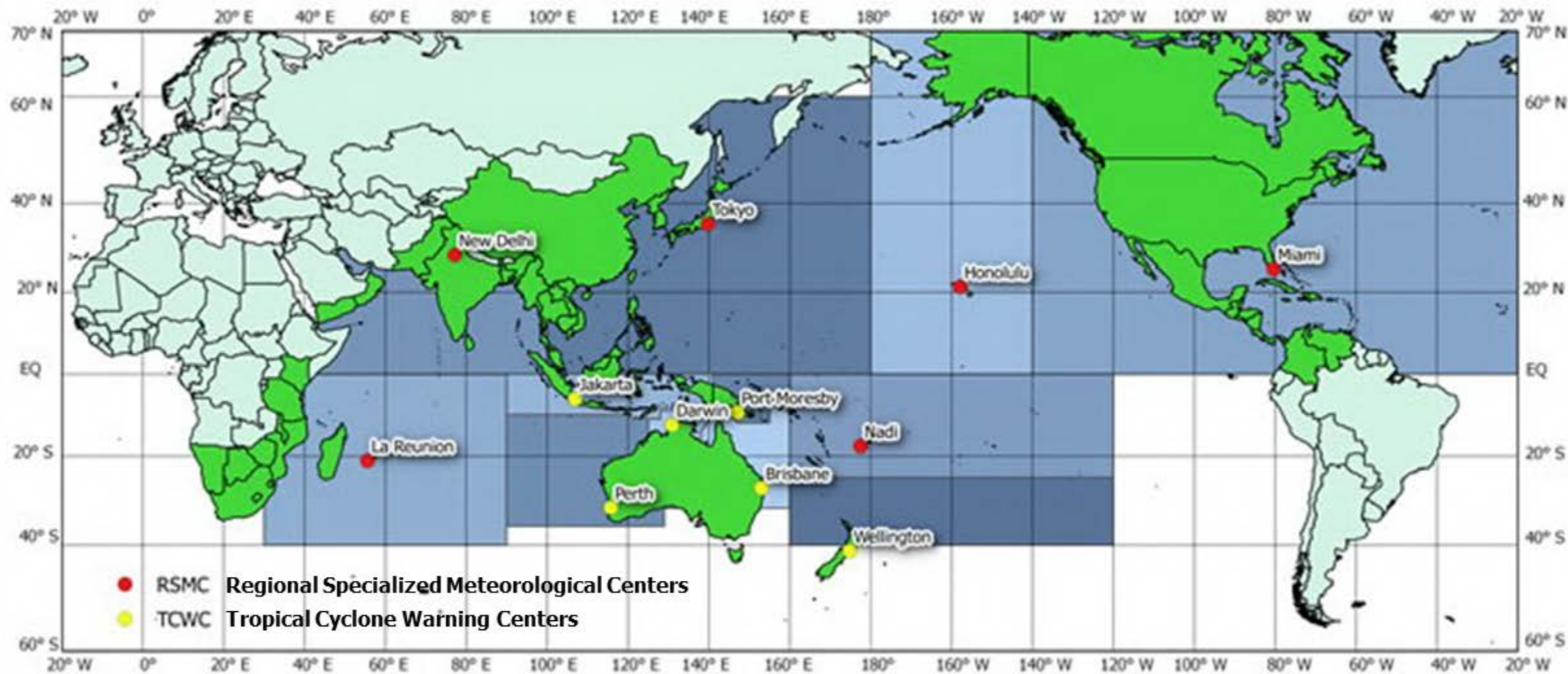


Черноморский квази-ТЦ, наблюдавшийся 03–05 октября 2021 г.

Обсуждение на профессиональном форуме tstorms.org 04–05 октября 2021 г.:

В связи с участвовавшими появлениями КТЦ в Средиземном и Черном морях прозвучало предложение от специалистов NOAA создать Regional Specialized Meteorological Center (RSMC) для этого региона.

WMO Всемирная Метеорологическая Организация



ПОСЛЕДСТВИЯ УРАГАНА КАТРИНА (2005) В США



ИЛИ
ЧТО ОЗНАЧАЕТ КРАСИВАЯ КАРТИНКА С «ГЛАЗОМ» УРАГАНА
ДЛЯ БЛИЗЛЕЖАЩИХ НАСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

По данным WMO (2020):
экономический ущерб
163.61 млрд. USD ;

Wikipedia (2021):
Число погибших – **1836** ;

Ураган инициировал
(Britannica, 2015): →

62 торнадо в 8 штатах ;
штормовой **подъем воды**
в Миссисипи – **8 м** .



Необходимо провести
научное исследование
черноморских квази-ТЦ в
августе и октябре 2021 г.

На этой основе
интерпретировать:
наблюдавшиеся
аномальные метеоявления
– рекордные осадки и
ветры штормовой силы.

ПЕРСПЕКТИВЫ

Разработанный подход применим для прогноза и точной дистанционной диагностики зарождения интенсивных мезомасштабных вихрей в разных широтах.

Необходимые требования к численной реализации:

- негидростатическая версия региональной модели атмосферы;
- горизонтальное пространственное разрешение 3 км и менее для идентификации вихревой облачной конвекции.

При появлении интереса к практической реализации диагностики в России необходимы специалисты, владеющие навыками и инструментами облачно-разрешающего атмосферного численного моделирования.

Автор готов к сотрудничеству. Требования будут соответствовать лучшему мировому уровню.

Работа выполнена в рамках госзадания № 01.20.0.2.00164 (тема «Мониторинг»). Диагностика тропического циклогенеза на основе данных облачно-разрешающего численного моделирования была разработана при частичной поддержке Национального научного фонда США по гранту ATM-0733380.

Публикации, презентации, данные:

https://www.researchgate.net/profile/Galina_Levina ; <https://iki-rssi.academia.edu/GalinaLevina>

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !