Симпозиум «Физические основы прогнозирования гелиогеофизических процессов и событий» ИЗМИРАН 29-31 мая 2023

В. Костин, О. Овчаренко, Е. Трушкина

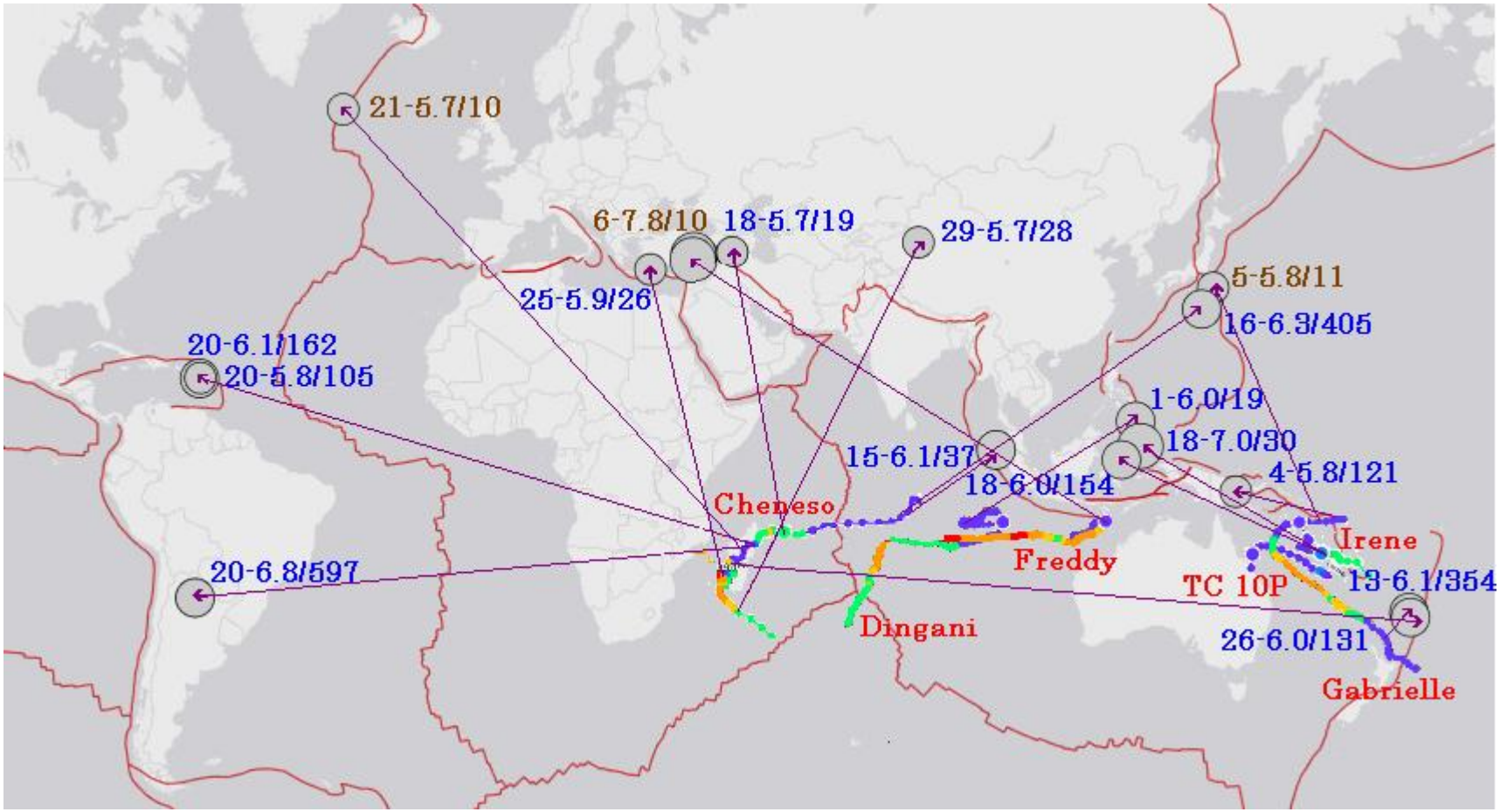
Особенности воздействия тропических циклонов на литосферные плиты в суперлуние 2023. Краткосрочный прогноз сильных землетрясений

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им Н.В. Пушкова РАН, г. Москва, г. Троицк, Россия

Аннотация

- Рассмотрено воздействие ТЦ на литосферные плиты в супер-луние 2023 (новолуние – 21 января, полнолуние – 6 февраля).
- Построены корреляционные зависимости интенсивности ТЦ с энергией сейсмических ударов.
- Сопоставлены отливы (максимальные за ~2000 лет) около очагов воздействия ТЦ с моментами сильных землетрясений.
- Предложена Гипотеза о краткосрочном прогнозе сильных землетрясений связанных с детерминированным триггером ТЦ.
- Установлены землетрясения, вызвавшие возможное усиление тропических возмущений и ослабленных ТЦ в январе-мае 2023.
- Проверена Гипотеза относительно событий в марте – мае 2023.
- Дан прогноз сильных землетрясений 29 – 31 мая 2023.

Землетрясения M ≥ 5.7 с 15 января по 14 февраля

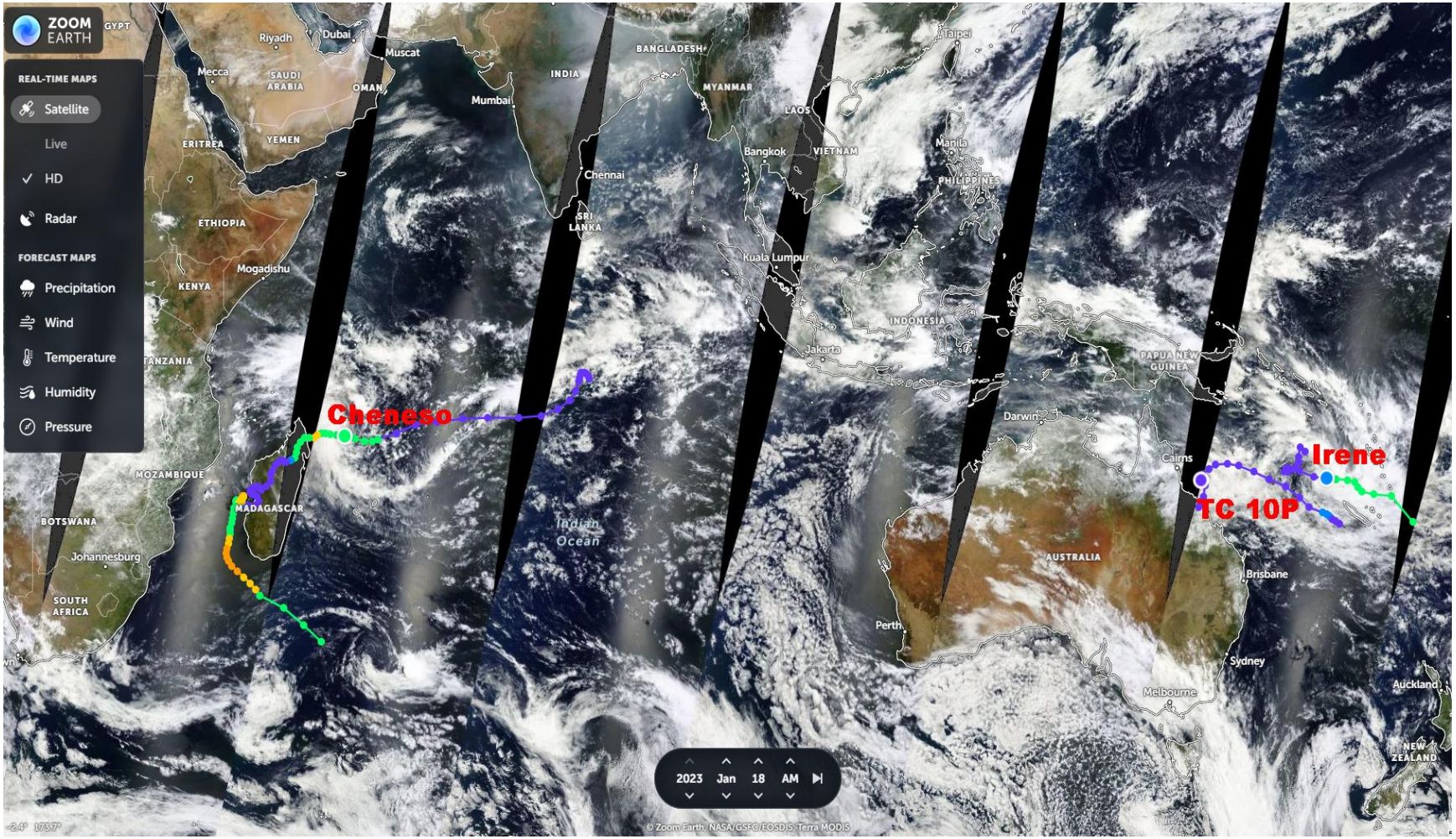


Цифры указывают: дату, магнитуду и глубину землетрясения.

Цвет: синий – литосферное, очаг глубже 19 км, коричневый – коровые.

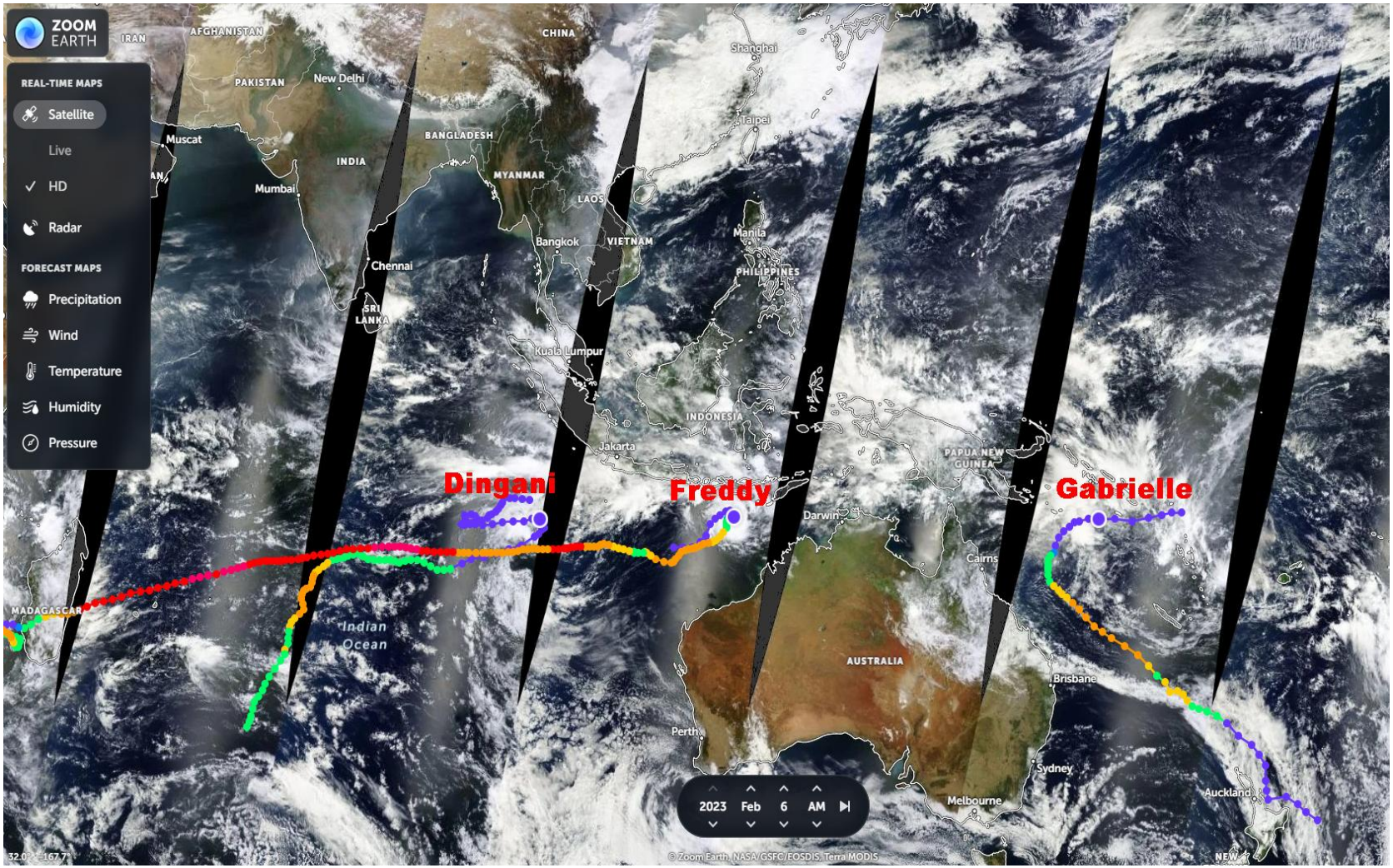
Стрелки исходят из центра ТЦ в момент удара.

Развитие ТЦ в период новолуния



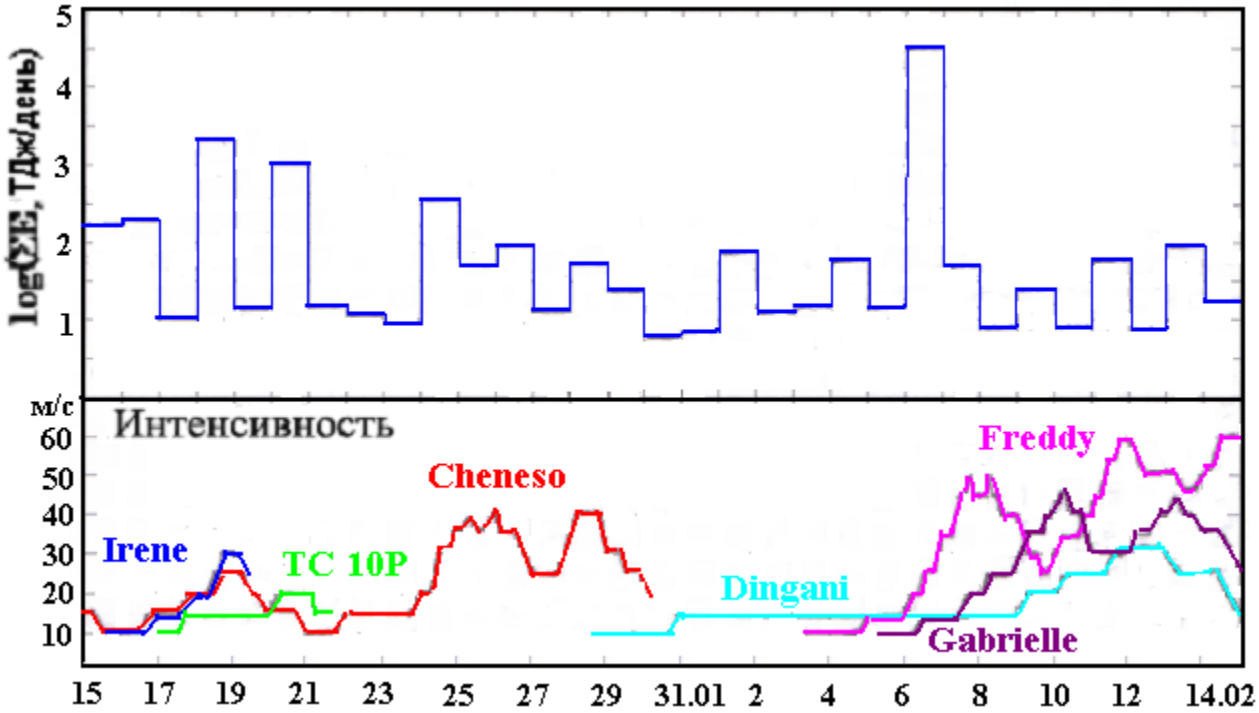
Траектории движения ТЦ и облачность 18 января по данным спутника сайт https://Zoom.earth/maps/

Развитие ТЦ в период полнолуния



Траектории движения ТЦ и облачность 6 февраля по данным спутника сайт https://Zoom.earth/maps/

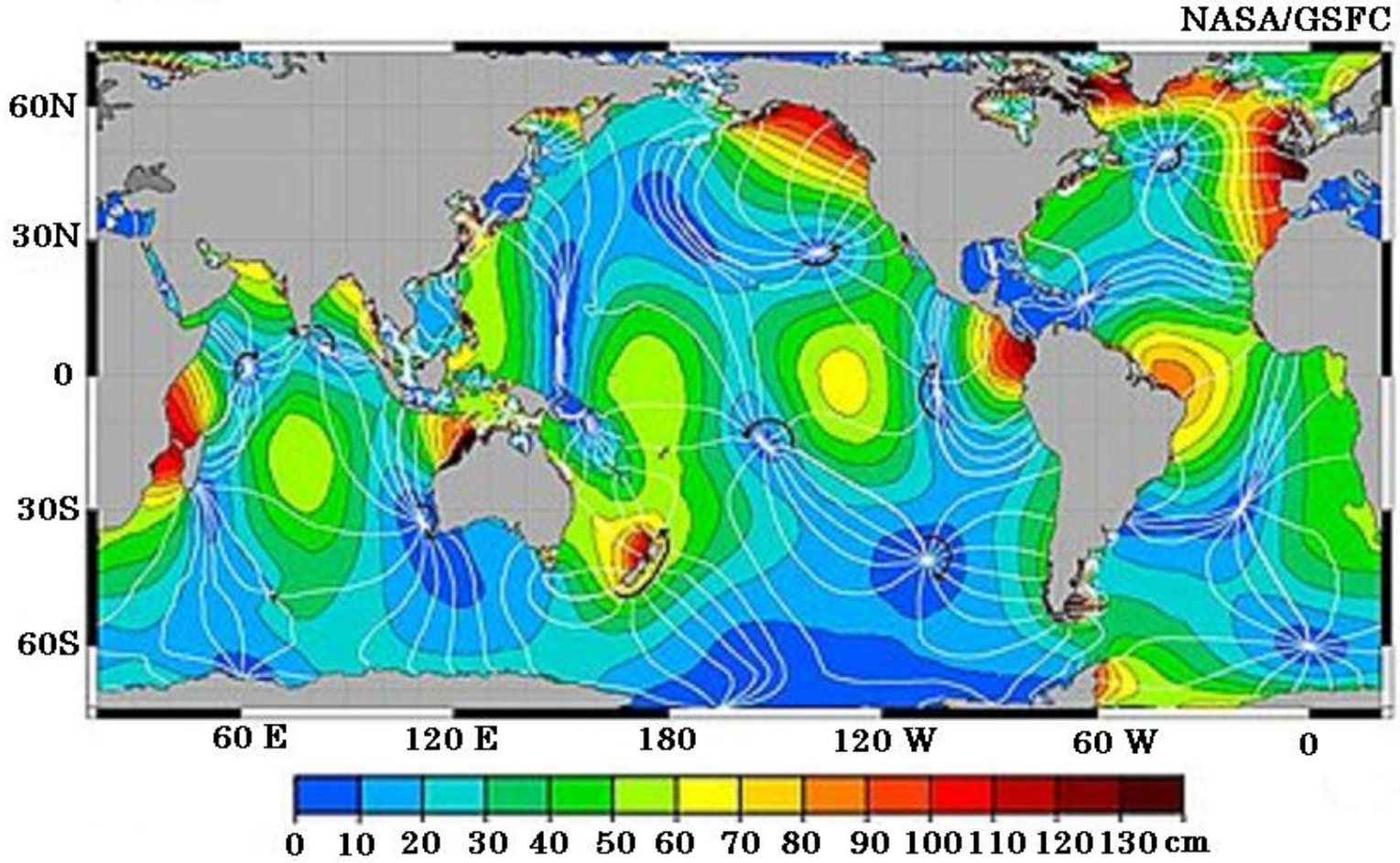
Корреляционные связи интенсивности ТЦ с энергией землетрясений



При построении гистограммы учитывались 626 землетрясений глубиной h > 19 км, а в Турции h > 14,5 км, **Mw** > 4,5, **E**-энергия отдельных землетрясений вычислялась из формулы

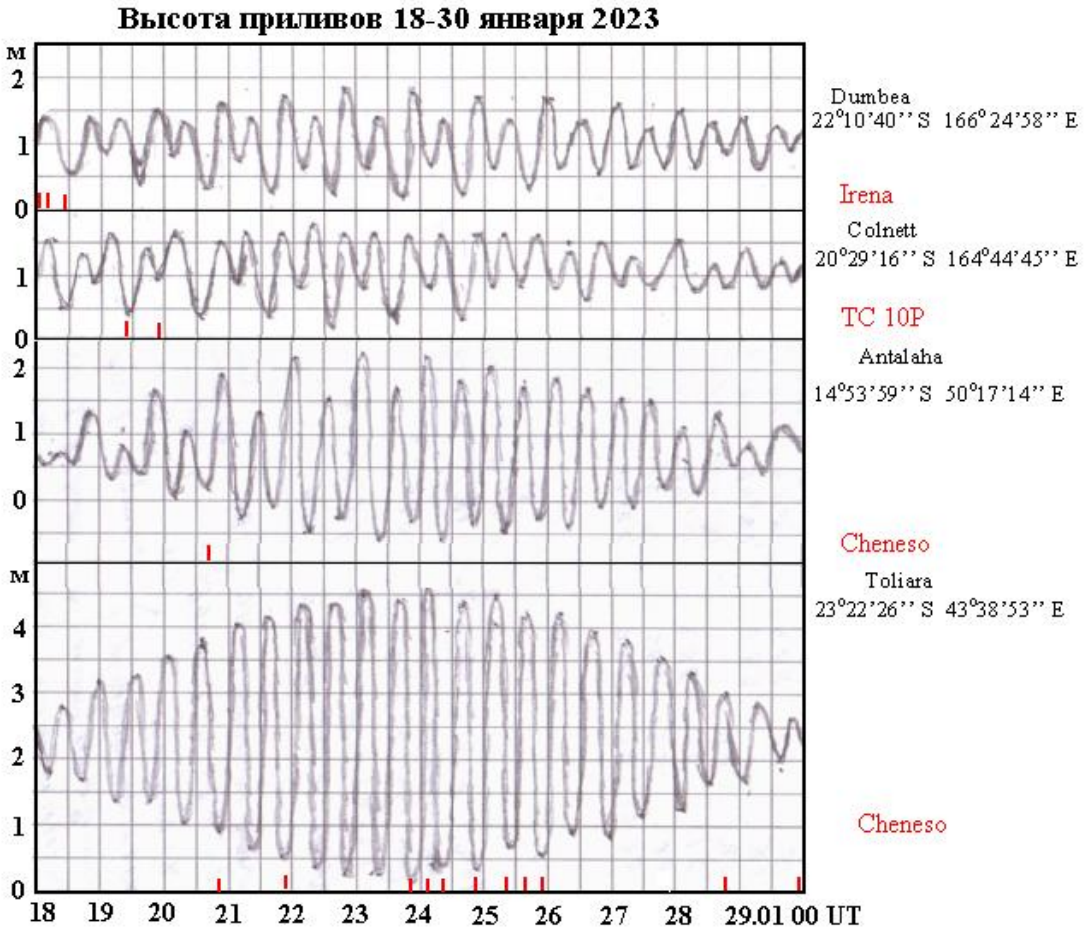
$$\mathbf{Mw} = 2/3\ (\lg \mathbf{E} - 4{,}8)$$

Особенности океанических приливов



Высота средних приливов

Отливы около Новой Каледонии и Мадагаскара



Землетрясения

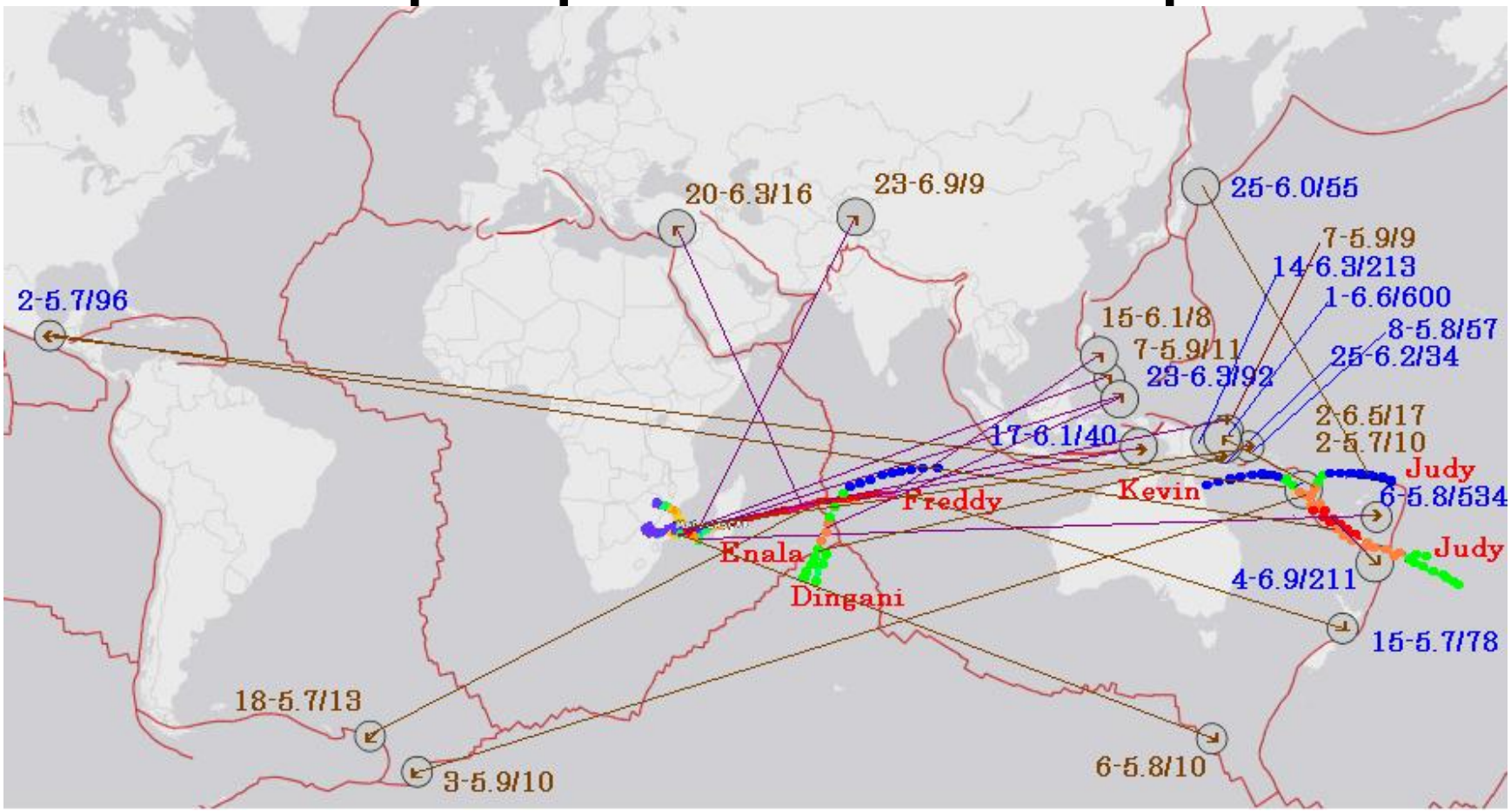
18-6.0/00:34 – 0.01 S 123.2 E
18-7.0/06:06 – 2.7 N 127.1 E
18-5.5/08:01 – 2.7 N 127 E
18-5.7/10:08 – 38.4 N 44.9 E
20-5.8/11:23 – 16.2 N 62.0 W
20-6.1/11:23 – 16.1 N 62.1 W
20-6.8/22:09 – 26.7 S 63.1 W
21-5.7/19:49 – 57.4 N 33.3 W
23-5.5/18:17 – 2.8 N 127.1 E
24-5.8/02:13 – 2.8 N 126.9 E
24-5.6/08:58 – 29.6 N 81.6 E
24-6.4/18:37 – 26.7 S 63.1 W
25-5.9/12:37 – 35.8 N 28.6 E
25-5.5/19:49 – 29.7 N 102 E
26-5.7/04:23 – 2.8 N 126.9 E
26-6.0/10:45 – 30.2 S 178.6 W
28-5.9/18:14 – 38.4 N 44.9 E
29-5.7/23:49 – 40 N 32.3 E

Красными черточками отмечены моменты землетрясений.

Можно ли было предсказать землетрясение 6 февраля в Турции?

- Среднесрочный прогноз сильных землетрясений ИТПЗ РАН [1,2] и ИФЗ РАН [3] дает для различных районов Турции высокую вероятность. Шебалин П.Н., директор ИТПЗ РАН рассказал, что в начале этого года были с ограниченным доступом опубликованы карты – на одной из них обозначен эпицентр землетрясения 6 февраля https://www.kp.ru/daily/27463/4717886/.
- За 3 дня до события сильное землетрясение в Турции было предсказано голландским исследователем Frank Hoogerbeets. Ранее, особенности связи сильных землетрясений с приливными фазами были рассмотрены в работе [4].
- Анализ циклонической активности в период суперлуния 2023 (новолуние 21 января, полнолуние 6 февраля), когда наблюдались максимальные приливы за последние ~2000 лет, показал, что ветровое воздействие ТЦ на о-ва Новая Каледония и Мадагаскар в моменты отливов вызвало ряд сильных землетрясений – эффект рычага [5].
- С 18 по 29 января в Molucca See – области схождения 4-х больших плит произошло 78 литосферных землетрясений магнитудой от 7.0 до 4.5 на глубине более 30 км. В это время на стыке Анатолийской плиты с Африкано-Аравийской плитой произошли литосферные землетрясения – 18 января в Khowy, Иран, а 25 января около о-ва Lardos, Греция. Серия из 5 коровых землетрясений 28-29 января магнитудой от 5.9 до 4.5 в Khowy показала, что блок коры на Анатолийской плите неустойчив.
- На фазе резкого роста интенсивности ТЦ Freddy, совпавшего с полнолунием, произошло безфоршоковое землетрясение Mw=7.8 в середине блока – около Kahramanmaras, Турция и последующая, большая серия коровых землетрясений вдоль неустойчивого блока. Фазы резкого изменения интенсивности ТЦ сопровождаются усилением сейсмической активности на различных разломах литосферных плит [6].
- Предлагается алгоритмы среднесрочных, вероятностных прогнозов землетрясений [2, 3] дополнить детерминированными триггерами, связанными с воздействием ТЦ на литосферные плиты. Гипотеза опирается на прогностические модели развития ТЦ: американскую – NCON и европейскую – GFS, в которых рассчитываются траектории движения, интенсивности и метеопараметры на 3-5 дней вперед.

Землетрясения M ≥ 5.7
с 15 февраля по 14 марта

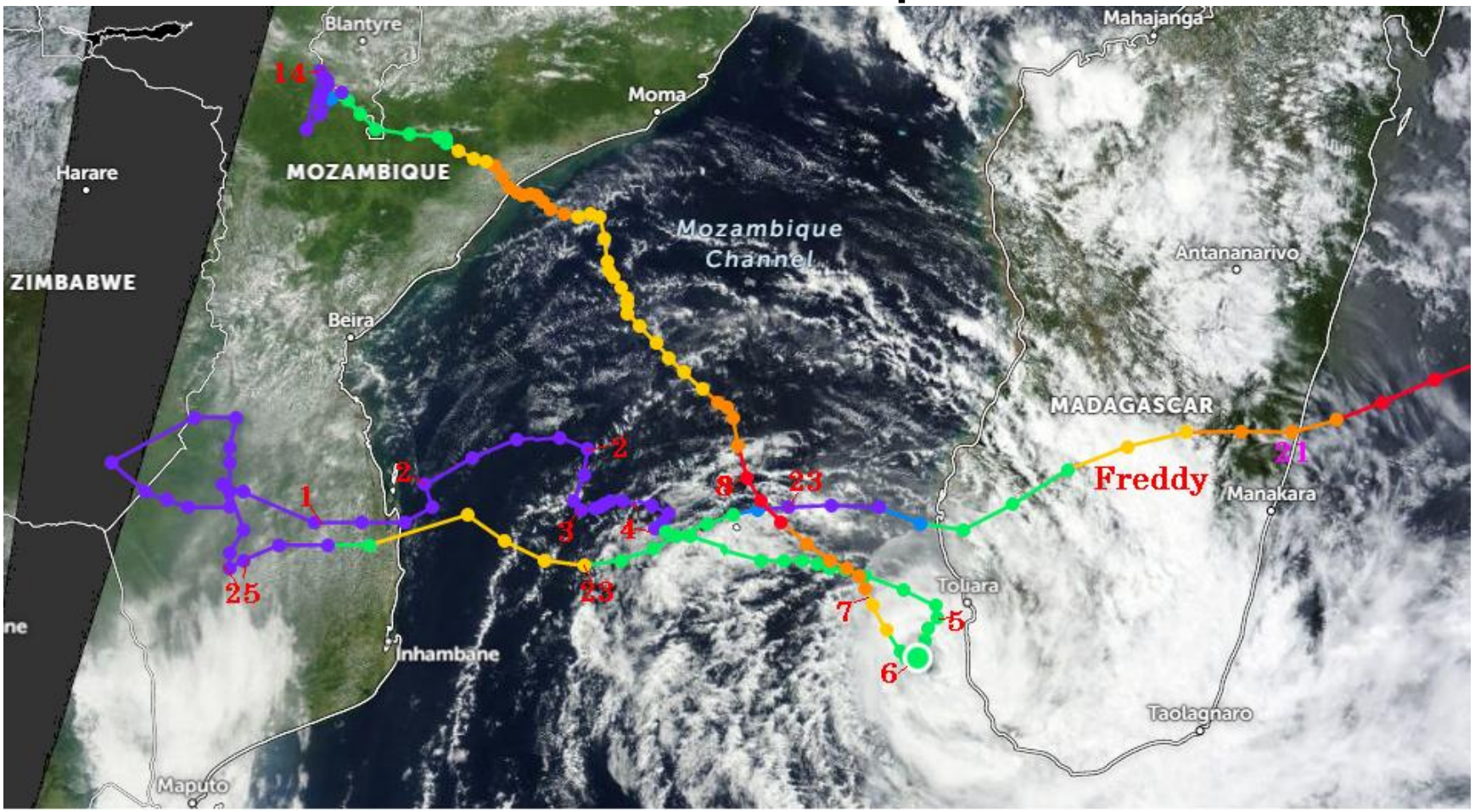


Цифры указывают: дату, магнитуду и глубину землетрясения.

Цвет: синий – литосферное, очаг глубже 19 км, коричневый – коровое.

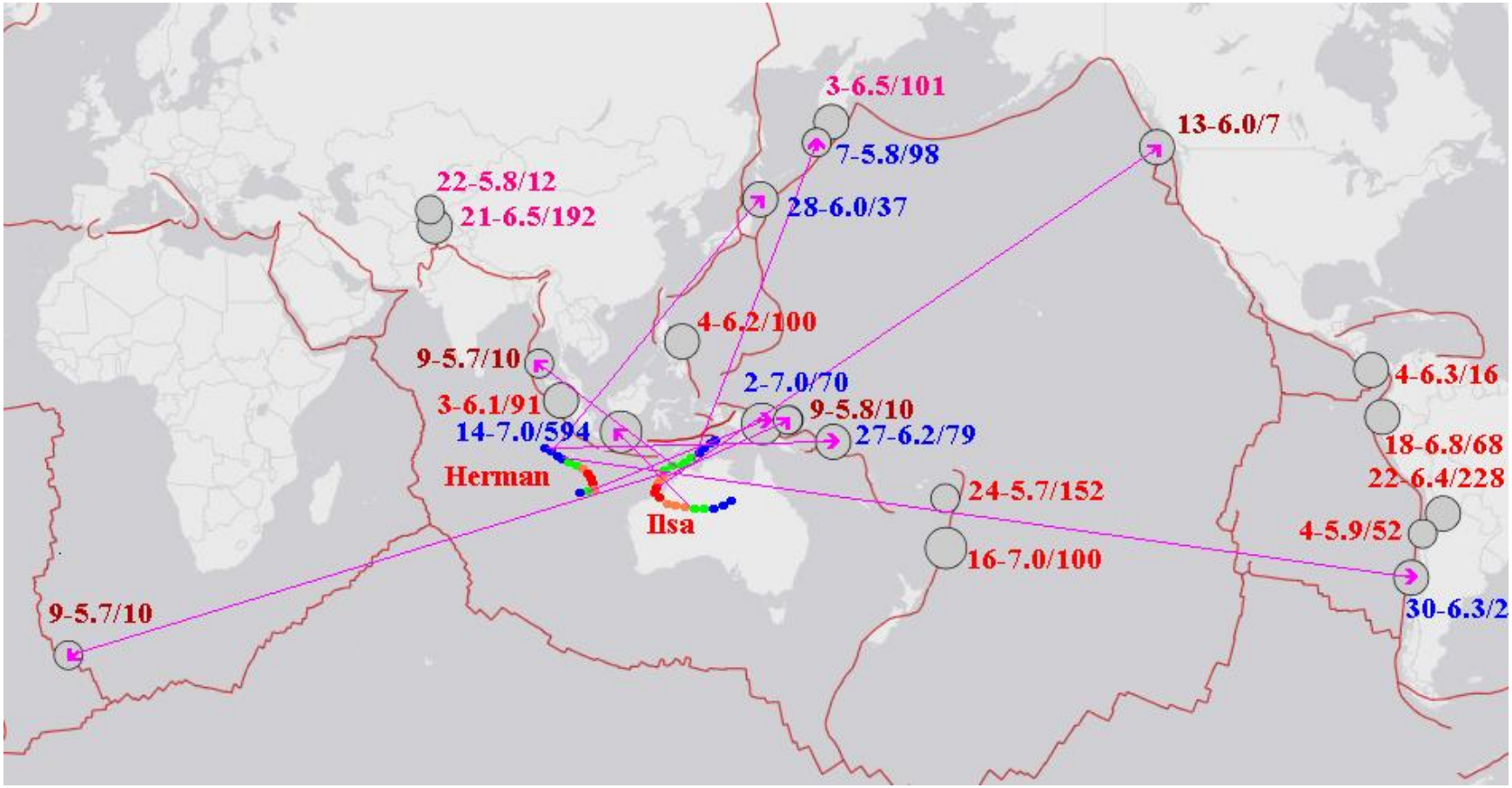
Стрелки исходят из центра ТЦ в момент удара.

Прохождение ТЦ Freddy через Мадагаскар



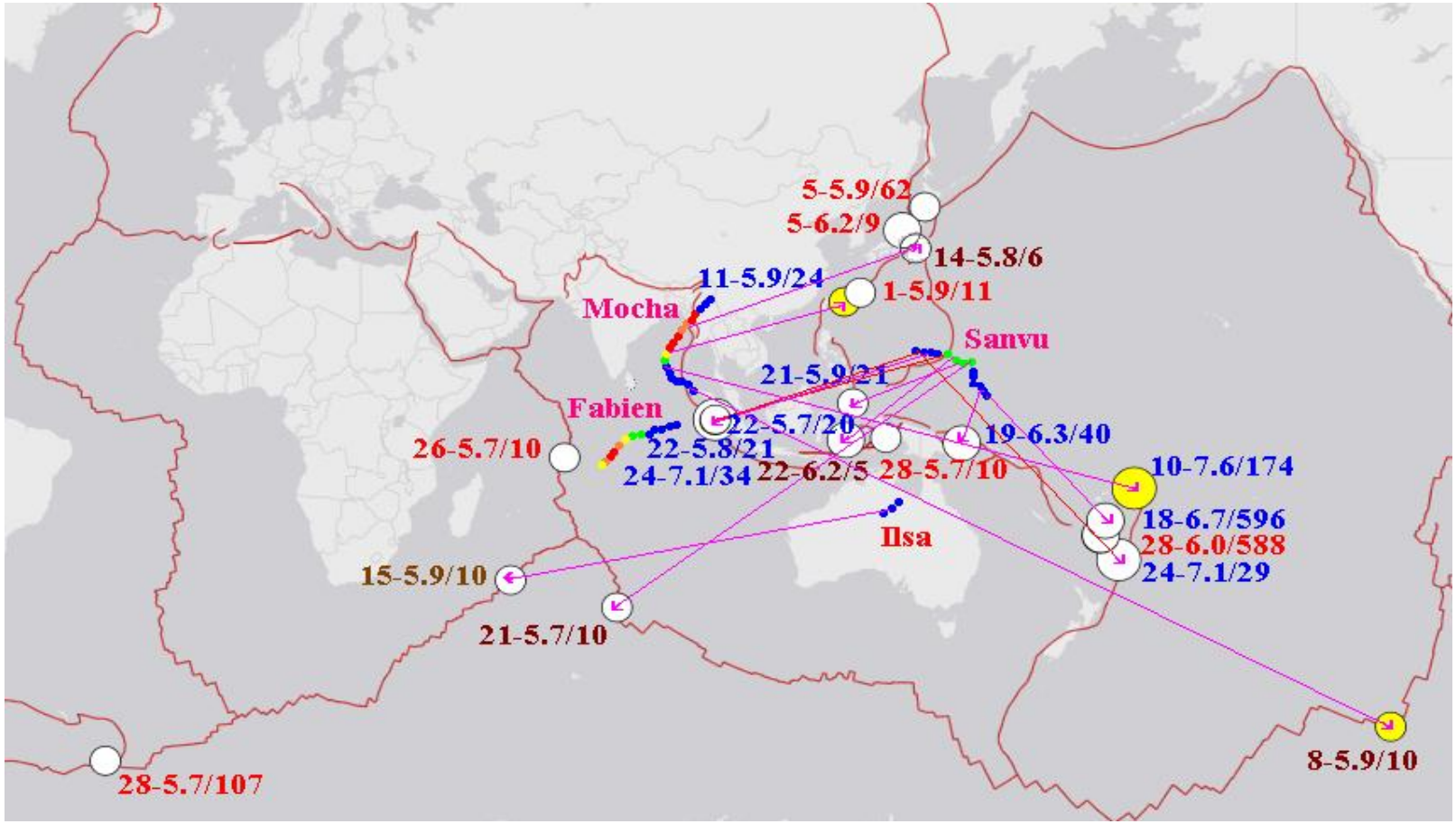
С 25 февраля наблюдались изломы траектории в моменты сильных ударов

Землетрясения M ≥ 5.7 с 15 марта по 14 апреля



Цифры указывают: дату, магнитуду и глубину землетрясения.
Цвет: синий – литосферное, очаг глубже 19 км, коричневый – коровое, красный – в этот день не было ТЦ.
Стрелки исходят из центра ТЦ в момент удара.

Землетрясения M ≥ 5.7 с 15 апреля по 14 мая



Цифры указывают: дату, магнитуду и глубину землетрясения.
Цвет: синий – литосферное, очаг глубже 19 км, коричневый – коровое, красный – в этот день не было ТЦ.
Стрелки исходят из центра ТЦ в момент удара.

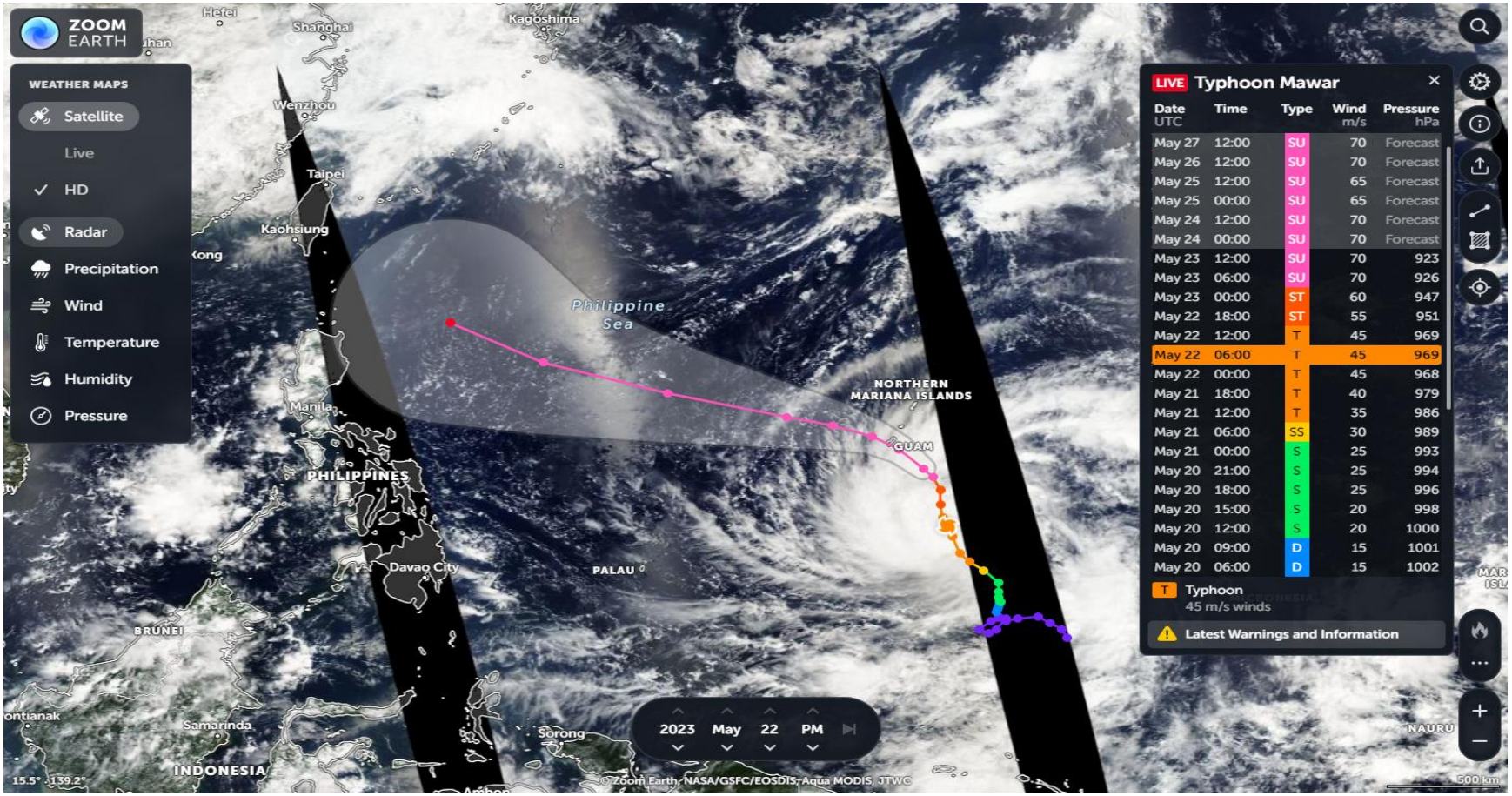
Землетрясения, которые могли вызвать усиление тропических возмущений

№	Землетрясение					Тропический циклон				
	Дата	M_w	Центр °ю.ш./°в.д.	Время (UT)	Глубина h, км	Имя (*англ.*)	Центр °ю.ш./°в.д.	Ветер м/с	Δt, час	s, км
1	13.01	5.0	0.2/129.7	1:19	10	Cheneso	8/81.3	10	5	5432
2	15.01	5.2	15.5/168.1	5:32	19.5	Inena	15.4/159.7	10	6	900
3	16.01	4.8	14.7/166.8	7:12	10	Inena	16.9/158.7	10	11	900
4	16.01	4.7	10.9/166.7	21:30	11	TC 10P	20.7/148.1	10	2.5	2266
5	20.01	4.9	15.4/187	3:11	10	TC 10P	11.2/162.2	15	3	1981
6	18.01	5.0	13.4/66.8	11:07	10	Cheneso	13.7/53.4	20	2	1449
7	24.01	4.7	27.7/63.8	23:52	10	Cheneso	20.1/43	35	3	2273
8	28.01	4.8	6.6/129.8	15:48	164	Dingani	10.4/97.5	10	2	3575
9	3.02	4.2	6.6/129.7	2:03	160	Freddy	14.9/112.9	10	4	2052
10	4.02	5.3	21.8/186.1	5:09	10	Gabrielle	11.6/167	10	7	1788
11	6.02	4.9	7.7/117.2	7:11	327	Freddy	12.7/117.3	20	5	556
12	6.02	4.6	25/183.1	23:52	90	Gabrielle	12.5/157.1	10	18	2776
13	9.02	4.9	-0.4/100.2	3:55	140	Dingani	16.4/90.3	15	2	2161
14	9.02	4.6	-0.9/92.8	13:53	10	Freddy	15.4/109.1	25	10	2548
15	9.02	5.5	1.3/67.6	21:12	10	Dingani	16.1/85.6	20	9	2567
16	9.02	5.5	1.3/67.6	21:12	10	Freddy	15.3/108.6	30	3	4759
17	23.2	5.0	19.1 /-173.7	11:43	42	Judy	13.3/-177.8	10	18	779
18	25.2	6.2	6.1/149.8	21:25	34	Kevin	14.6/146.5	10	21	1012
19	18.2	4.3	-4.3/94.4	8:12	22	Erala	10/91.3	10	16	1627
20	21.2	4.5	-0.3/96.6	3:51	10	Erala	10.5/81.7	10	8	2039
21	26.3	4.5	-5.3/94.5	2:53	51.8	Herman	10.5/95.2	10	21	1758
22	29.3	4.9	8.2/116.7	18:10	12.2	Herman	14.5/102.9	25	6	1659
23	5.4	4.1	7.2/129.5	16:53	111	Ilsa	7.6/132.7	10	7	356
24	6.4	5.2	0.5/122.2	0:32	10	Ilsa	7.6/132.7	10	12	1406
25	18.4	4.9	7.5/156.1	16:51	71	Samvu	-2.6/159.6	10	7	1188
26	19.4	6.3	5.9/149.6	9:06	40	Samvu	-4.7/159.2	10	3	1589
27	6.5	4.6	11.1/122	22:34	10	Mocha	-6.1/93.5	10	13	3688
28	9.5	5.1	-11/92	13:42	10	Mocha	-12.4/88.1	15	11	452
29	11.5	4.9	-1.2/97.1	14:36	34.6	Fabien	2.2/89.6	10	12	915

t – время, s – расстояние от удара до самоорганизации ТЦ, аналогично [7]

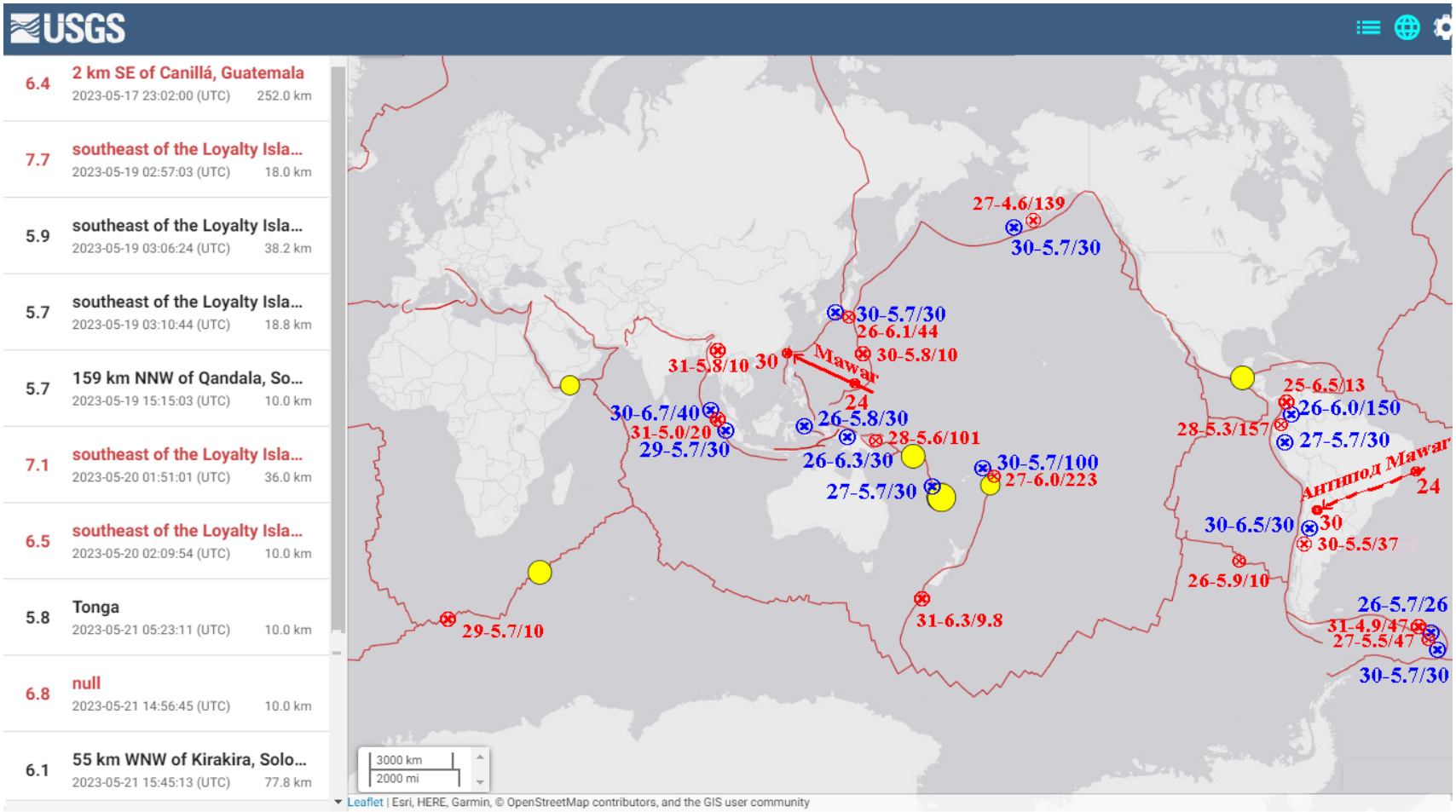
Красный цвет ветра – зарождение ТЦ

Метеопрогноз циклонической активности от 23.05.2023



24 мая ТЦ Mawar пройдет через Гуам, а 30 мая достигнет Тайвань.
29 мая скорректированный прогноз движения ТЦ дает в 300 км от Тайваня изменение траектории движения на север и прохождение через Окинаву.
Прогноз землетрясений на 30 мая надо скорректировать – слайд №16.

Землетрясения M ≥ 5.7 с 15 по 22 мая и прогноз до 31 мая



Синим цветом указаны землетрясения, наблюдавшиеся при прохождении ТЦ края Филиппинской плиты (по работам авторов) - прогноз.

Красным – реальные землетрясения.

Выводы

- Краткосрочный прогноз землетрясения 6 февраля в Турции можно физически обосновать.
- В период суперлуния и последующий лунный месяц происходили экстремальные отливы.
- Прохождения ТЦ около о-в Мадагаскар и Н. Каледония сопровождалось резким увеличением сильных землетрясений в моменты отливов около островов, что объясняется эффектом рычага – т.к. эти острова связаны с Африканской и Австралийской плитами и из-за динамического напора ветра ТЦ на возросшую поперечную поверхность островов увеличивался момент сил воздействующих на эти плиты.
- Отмечены отдельные моменты, когда одновременно наблюдалось резкое изменение траектории ТЦ и сильное землетрясение, по-видимому, триггером таких воздействий являются приливные силы.
- Почти всем сформировавшимся ТЦ можно указать землетрясение, акустическое воздействие которого на тропическое возмущение вызвало его самоорганизацию [9].
- Если среднесрочные прогнозы сильных землетрясений [2, 3] дополнить триггерами ТЦ, то можно, опираясь на существующие метеорологические модели, прогнозировать отдельные сильные землетрясения M > 5.7 за 3-5 дней. Для этого необходимо расширить экспериментальную базу, связывающую место и интенсивность ТЦ с землетрясениями на различных разломах.

Благодарю за внимание

Литература

1. *Шебалин П.Н.* Методология прогноза сильных землетрясений с периодом ожидания менее года // Алгоритмы прогноза землетрясений. М.: ГЕОСС. 2006. С. 5-180 (Вычислительная сейсмология; Вып. 37).
2. *Кособоков В.Г., Щепалина П.Д.* Времена повышенной вероятности возникновения сильнейших землетрясений мира: 30 лет проверки гипотезы в реальном времени // Физика Земли. № 1. С. 43-52. 2020.
3. *Завьялов А.Д. и др.* Метод среднесрочного прогноза землетрясений «Карта ожидаемых землетрясений» (КОЗ): Опыт использования и перспективы развития // Геофизические процессы и биосфера. Т. 21. № 2. С. 114-131. 2022.
4. *Николаев В.А.* Пространственно-временные особенности связи сильных землетрясений с приливными фазами. В кн.: Наведенная сейсмичность. М.: Наука. С. 103-114. 1994.
5. *Костин В.М., Беляев Г.Г., Овчаренко О.Я., Трушкина Е.П.* Особенности взаимосвязи тропических циклонов и землетрясений // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т. 19. № 1. С. 125-139. 2022.
6. *Kostin V., Belyaev G., Ovcharenko O., Trushkina E.* Impact of typhoon Gay on lithospheric earthquakes // II All – Russian Scientific Conference with international Participation “Modern methods of seismic hazard assessment and earthquake prediction”. ITPZ RAN. P.114-115. 2021. https://www.itpz-ran.ru/wp-content/uploads/2021/11/2021-ITPZ-Conference-Abstracts.pdf.
7. *Костин В.М., Овчаренко О.Я., Трушкина Е.П.* Взаимосвязь динамики тропических циклонов и землетрясений во время афтершоков Landers-92 // Материалы 20-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН. С. 369. 2022.
8. *Kostin V., Belyaev B., Ovcharenko O., Trushkina E.* American Continent Lithosphere Earthquakes after Nuclear Test of France in November 1990 // Intern. J. Engineering Research and Science. V. 7. No. 12. P. 30-34. 2021. DOI: 10.5281/zenodo.5809755.
9. *Абурджания Г.Д., Харшиладзе О.А., Чаргазия Х.З.* Самоорганизация ВГВ структур в неоднородной ионосфере. 2. Нелинейные вихревые структуры // Геомагнетизм и аэрономия. Т. 53. № 6. С. 797–808. 2013. DOI: 10.7868/S0016794013060023.