

## Сильные землетрясения 11-15 ноября 2024 по данным метеопрогноза тропических циклонов

В.М. Костин<sup>1</sup>, О.Я. Овчаренко<sup>1</sup>, Е.П. Трушкина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт Земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова  
Российской Академии наук  
Москва, Троицк, Калужское шоссе 4  
E-mail: kostin@izmiran.ru

Обсуждается прогноз землетрясений 2-5 июля 2024 в дни конференции МФТИ «Триггеры-24». Показано, что из 4-х произошедших землетрясений  $M > 5.3$  три совпали с прогнозом по месту с точностью 300 км и по времени до суток. Избыточность прогноза по числу землетрясений и их магнитуде была связана с тем, что использовались 4 события с аналогичным прохождением тропического циклона (ТЦ). Но ТЦ одновременно развивалось больше, от 4 до 6, и частично более интенсивней чем уединенный ТЦ Beryl-24. Обращено внимание на то, что более 50% сильных землетрясений  $M > 7.0$  в последние две недели каждого июня, начиная с 2000, связаны с прохождением Земли через орбиту метеорного потока Боотиды. Предполагается, что с ним связаны Бозе-астероиды темной материи размером до сотен километров из легких частиц аксионов (гипотеза сотрудников ИЯИ РАН). Рассматриваются сильные землетрясения 1-16 ноября с 1932 г., которые могут быть связаны с Бозе-астероидами при прохождении Земли через орбиту метеорного потока Леониды. Представлен метеопрогноз циклонической активности от 10 ноября 2024 в дни конференции, по которому дан прогноз землетрясений. Результат будет сопоставлен с реальными землетрясениями в итоговой презентации.

**Ключевые слова:** землетрясение, спутниковый мониторинг тропических циклонов, метеорологическая модель, Бозе-астероид темной материи

### 1. Введение

Землетрясения, как правило, происходят в областях с наибольшим развитием деформационных процессов. Среднесрочный прогноз дается в ИТПЗ РАН [Шебалин, 2006; Кособоков, Щепалина, 2020] и ИФЗ РАН [Завьялов и др., 2022]. Один из основных учебников по геомеханике разломов является [Кочарян, 2016]. Автор сотрудник ИДГ РАН, возглавляет кафедру МФТИ. Взаимосвязи литосферы-атмосферы-ионосферы и магнитосферы исследуются в ИКИ РАН и ИЗМИРАН [Пулинец и др., 2015; Хегай и др., 2022; Костин и др., 2022]. Сотрудники ИЯИ РАН после моделирования на суперкомпьютере выдвинули гипотезу, что темная материя состоит из легких частиц аксионов массой  $\sim 10^{-5}$  эВ, которые могут образовывать Бозе-астероиды размером в сотни километров [Levkov et al., 2018] и при взаимодействии с Землей вызывать сильные землетрясения [<https://weekend.rambler.ru>].

В рамках исследования взаимосвязи землетрясений и тропических циклонов [Kostin et al., 2019; 2020; 2021; Костин и др., 2022, 2023, 2024] на большом статистическом материале было показано, что триггерами многих литосферных землетрясений являются ТЦ. После катастрофического землетрясения 2023 в Турции авторами проводится ежедневный мониторинг землетрясений  $M > 5.7$  и ТЦ по данным [<https://earthquake.usgs.gov/>; [//zoom.earth](https://zoom.earth)]. Строятся совместные карты, что позволяет давать прогноз землетрясений с глубиной до 5 суток. Фрагменты прогноза были представлены в презентациях на конференциях в ИЗМИРАН «Прогноз-23», ИТПЗ РАН и ИКИ РАН. Такой прогноз нарушался в случаях,

когда происходили резкие изменения траекторий движения ТЦ (не предсказанные метеопрогнозами), землетрясения с “одновременным” зарождением ТЦ и землетрясения без ТЦ. Предварительный анализ показал, что они хорошо коррелируют с прохождением Земли через орбиты максимумов метеорных потоков. Об этом было доложено на конференциях в ИЗМИРАН «Прогноз-24» и МФТИ «Триггеры-24».

## 2. Землетрясения и тропические циклоны 16 июня — 5 июля с 2000 г.

В рассматриваемый период произошло 10 землетрясений  $M \geq 5.7$ . Наиболее сильные 28-29 июня  $M=7.2$  в Перу, 24 июня  $M=6.3$  около о-ва Вануату и 23 июня  $M=6.0$  в Венесуэле. В Атлантическом океане 28 июня - 11 июля развивался сильнейший ураган Beryl, который достиг 5 категории 2 июля, а 5-го ослабел до тропического шторма (TS). В мексиканском заливе развивались 19-20 июня TS Alberto, а с 30 июня по 1 июля – TS Chris. У западного побережья Мексики 4-6 июля - TS Aletta.

### 2.1. Прогноз землетрясений в дни конференции «Триггерные эффекты в геосистемах»

#### Метод и материалы для краткосрочного предсказания землетрясений.

1. Метод основан на предположении, что локализация и интенсивность ТЦ - триггер землетрясений, которые произошли ранее при аналогичном развитии ТЦ.
2. Материалами служат метеорологические модели развития ТЦ, такие как американская NCON или немецкая GFS, с глубиной прогноза 5 дней.
3. Совместные карты сильных землетрясений и траекторий движения ТЦ, которые сопоставляются с землетрясениями с 2000, локализованными на удалении до 100 км.
4. Ежедневный мониторинг землетрясений  $M_w \geq 4.5$  на удалении до 3500 км от центров тропических возмущений и слабых ТЦ, которые могут их усилить.
5. Дополнительно, при приближении ТЦ к зонам экстремальных приливов, рассматриваются моменты максимальных и минимальных приливов.
6. Для отдельных событий, когда происходили землетрясения при резком изменении траекторий движения ТЦ и интенсивности (не предсказанные метеопрогнозами), и землетрясения без ТЦ, анализируются дополнительные метеопараметры и прохождение Земли через орбиты метеорных потоков.

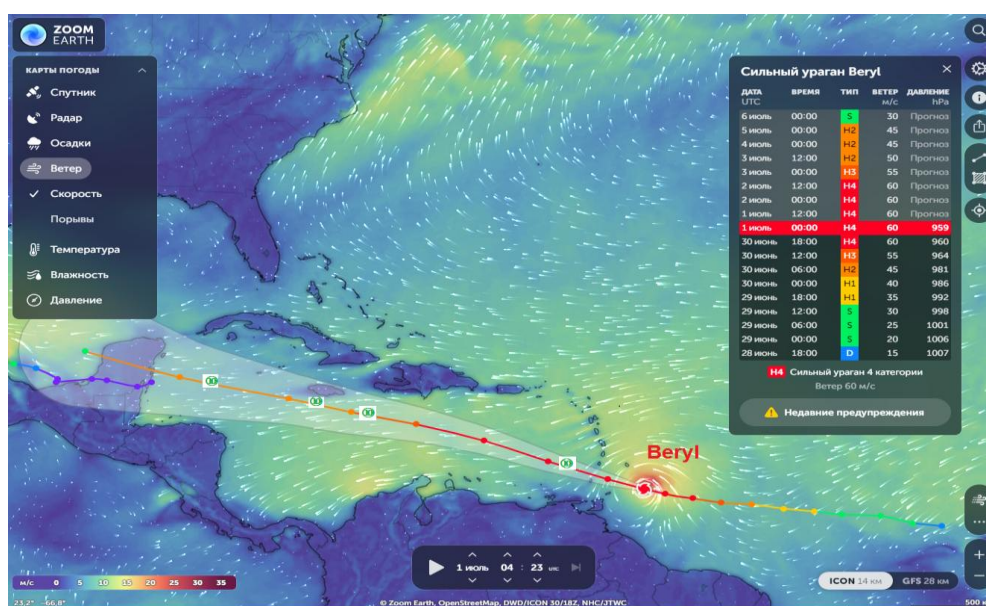


Рис. 1. Метеопрогноз циклонической активности от 1 июля 2024 в дни конференции МФТИ

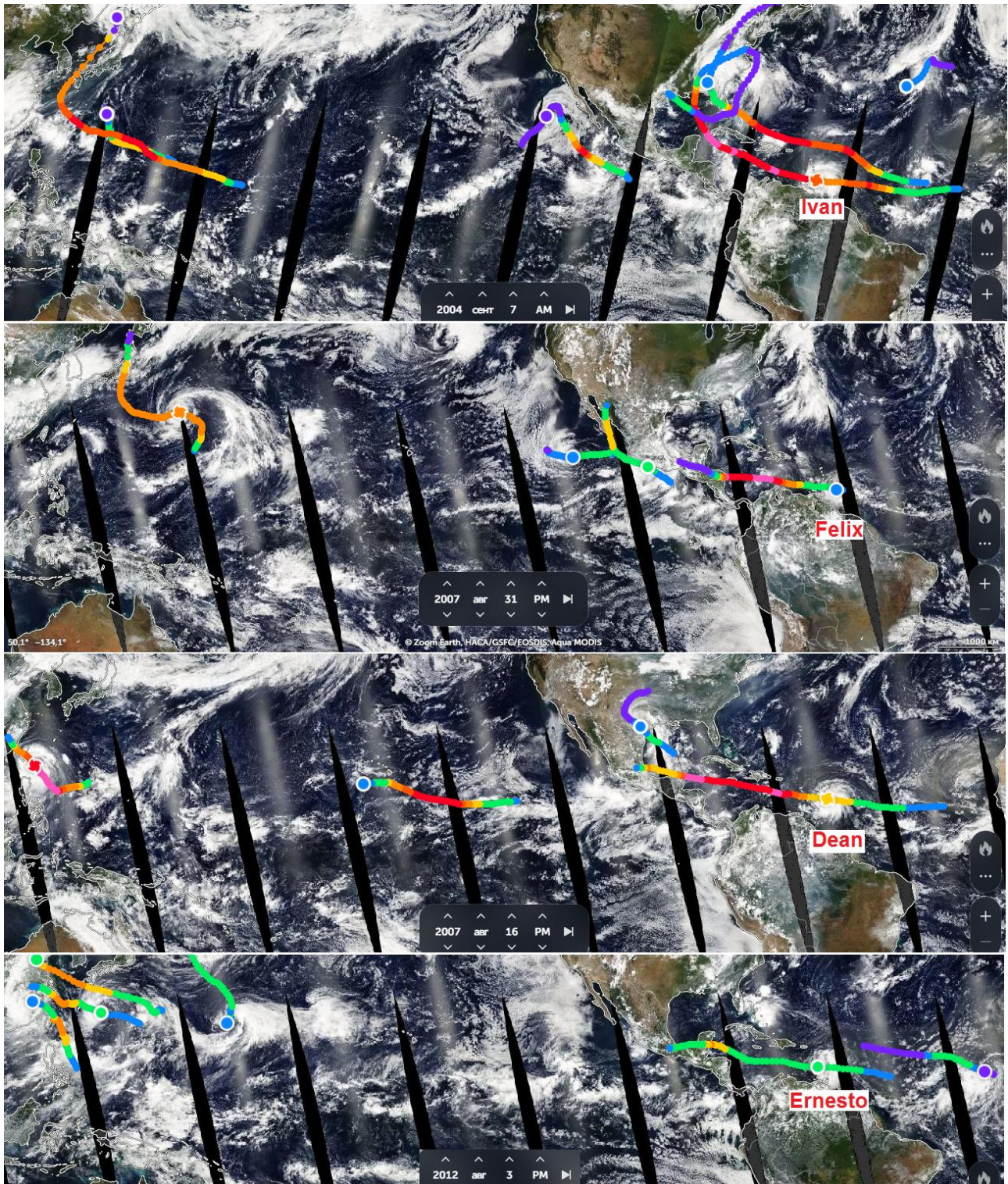


Рис. 2. Аналоги ТЦ Beryl-2024: Ivan-2004, Felix-2007, Dean-2007, Ernesto-2012

Цвет траектории соответствует следующим градациям: синий – тропическое возмущение, зеленый – шторм, желтый – ураган 1-й категории, оранжевый - ураган 2-й категории, светло красный - ураган 3-й категории, красный - ураган 4-й категории и бардовый - ураган 5-й категории.

Так как не удалось выделить событие с уединенным аналогом ТЦ Beryl, то приведены аналоги с 4 - 6 дополнительными ТЦ (рис.2) и приведены землетрясения  $M > 5.7$  за 5 дней после прохождения ТЦ широты прогноза (рис.3), где реальные землетрясения  $M \geq 5.3$  на дни

конференции 2- 4 июля указаны желтыми цифрами. На траектории Beryl (*рис. 1*) они указаны – зелеными крестиками в кружочке.

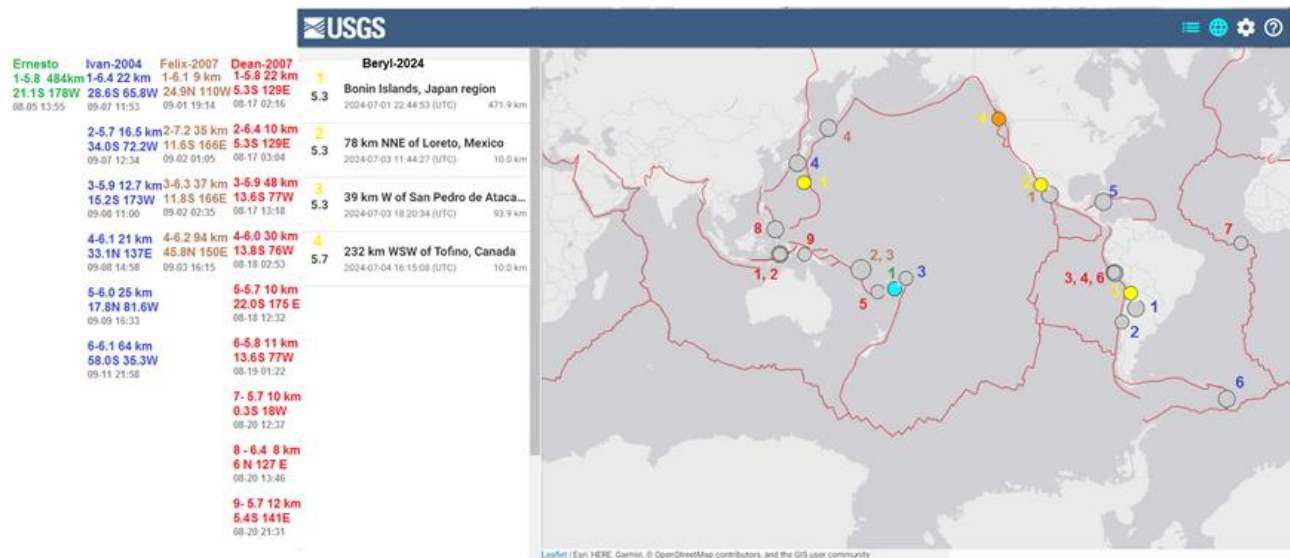


Рис. 3. Прогноз землетрясений на 2-5 июля 2024 по данным аналогов ТС Beryl

## 2.2. Землетрясения во время прохождения Земли через метеорный поток Боотиды

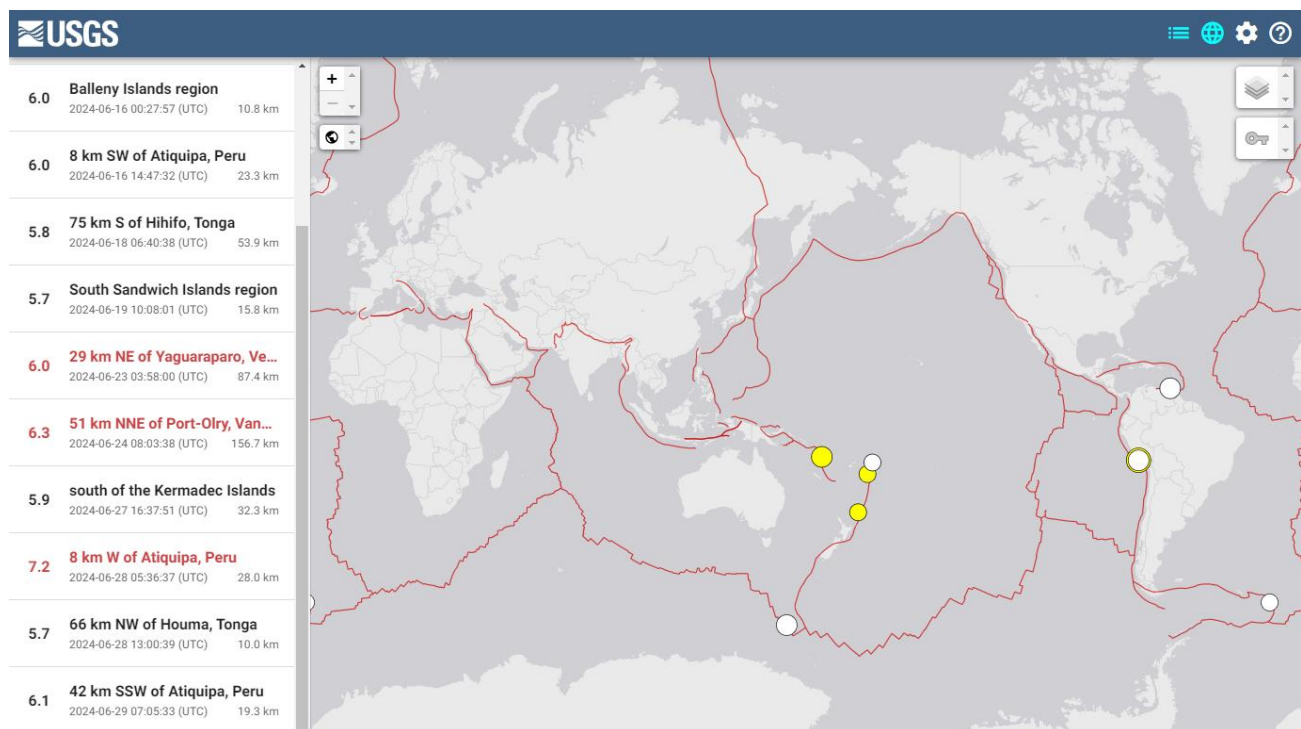


Рис. 4. Землетрясения за 2 недели до конференции «Триггер-24»

Удар 16 июня в районе о. Balleny совпадает по месту и времени с возникновением тропического возмущения. Сильнейшее  $M=7.2$  землетрясение 28 июня приходится на пик звездопада Боотиды. Земля с 15 июня до 2 июля проходила сквозь орбиту распавшейся короткопериодической кометы 7P/Понса-Виннеке. Этот метеорный поток непредсказуем. Всплески его активности были отмечены в 1998 году (50-100 метеоров в час) и в 2004 году (20-50 метеоров в час). Следующий всплеск ожидался в 2010 году, но тогда активность

потока не превысила даже 10 метеоров в час. Чаще всего Июньские Боотиды не особо активны: редко можно увидеть больше 1-2 метеоров в час.

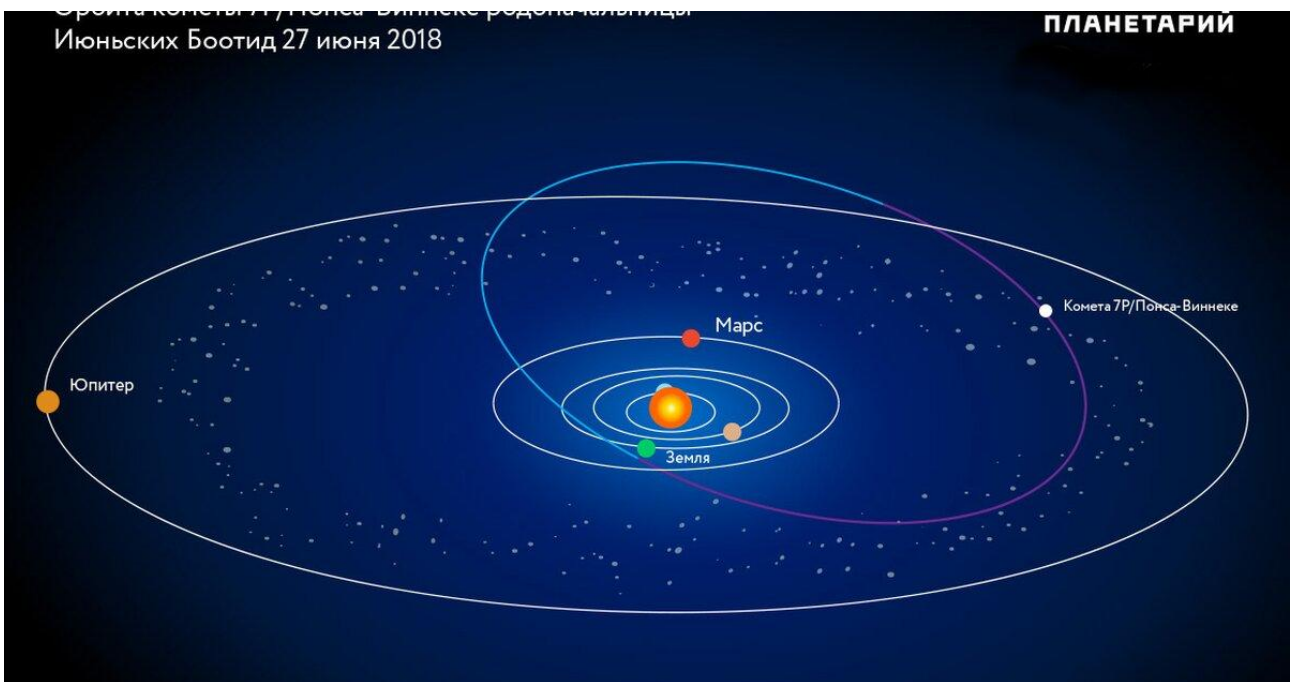


Рис. 5. Схема орбиты кометы 7P/Понса-Виннеке родоначальницы Июньских Боотид

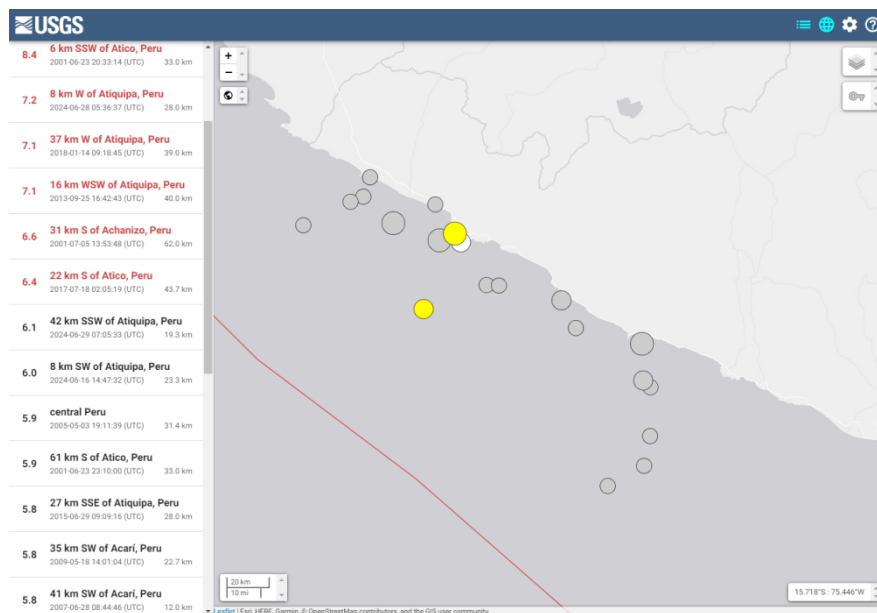


Рис. 6. Сильнейшие землетрясения  $M \geq 5.7$  в Перу с 2000 по 2024 в квадрате со стороной ~200 км и центром над ударом  $M=7.2$  28.06.2024 (маленький желтый кружок)

Свыше 50% землетрясений (рис.6) совпадают по времени с прохождением потока Боотид. Анализ распределения сильных  $M \geq 7.0$  землетрясений 15-30 июня с 2000 по 2024 г. показал, что произошло всего 18 событий из них по 3-5 землетрясений 15-16 июня, 16-17 июня, 23-24 июня и 27-28 июня, а в остальные дни сильных землетрясений не было. Причем сильнейшее  $M=8.4$  землетрясение в Перу произошло 23 июня 2001 г. (большой желтый кружок). В этот же день 2014 г. с разницей в 20 минут на Алеутской дуге произошло землетрясение  $M=7.9$ . Ранее в 2011 г. на дуге восточнее на ~640 км было землетрясение  $M=7.3$  с разницей в 7 часов.

### 3. Землетрясения и тропические циклоны 1 - 16 ноября

В данный период развиваются ТЦ Yinxing (3-12 ноября), Toraji, Man-yi, TD 27W с 9 ноября и TS Lane (1-3 ноября) в Тихом океане. В Атлантическом океане субтропический шторм Patty (2-4 ноября) ослабел вблизи Испании. В Карибском море 4 ноября сформировался ТЦ Rafael, 6-7 ноября прошел Кубу, а 10 ноября резко ослабел в 2,5 раза и изменил траекторию. 11 ноября сформировались ТЦ Usagi и Sara, а 13 ноября ТЦ Bheki.

Таблица 1. Основные ТЦ в дни землетрясений магнитудой  $M > 5.7$  и их аналоги с 2000

№	M	День/ UT	ТЦ	$\phi(N) / \lambda(E)$	Дата	ТЦ-аналог	$\phi(N) / \lambda(E)$	M	Примечания
1	5.8	03/10:56	Yinxing Patty	10.8/136.0 37.5/-25.5	2010-09-03 2013-08-30 2013-09-04 2013-09-15 2019-11-24	Malou Kong-rey Toraji Man-yi Fung-wong	23.8/129.7 31.5/126.5 32.7/132.6 32.1/135.3 25.9/125.9	6.5 7.0 6.5 6.1 6.3	18 событий
2	5.7	05/19:40	Yinxing Rafael	17.9/125.0 19.0/-79.5	2010-09-22 2007-10-24 2008-05-28 2009-08-01	Malakas Noel Nakri Goni	19.5/142.1 15.7/-71.2 16.0/136.4 17.7/117.3	5.7 5.0 5.2 5.2	12 землетрясений
3	5.9	06/14:36	Yinxing Rafael	18.1/124 21.4/-81.8	2005-09-09 2000-10-29 2022-10-13	Khanun Ophelia Xangsane Sonca Karl	20.9/129.1 29.1/-79.2 15.9/118.1 13.9/112.3 21.1/-93.3	7.6 7.0 6.4	92 событий
4	5.9	06/15:55	Yinxing Rafael	18.2/123.8 21.5/-81.9	2003-10-11 2018-08-19 2020-10-06	TD 19W Mindy Soulik Lane Chan-hom Marie	29.9/129.7 23.2/-71.7 25.0 /139.1 12.6 /-140 24.3 /137.6 21.9 /-135	5.7 8.2 5.9	57 событий изгиб
5	5.8	06/22:55	Yinxing Rafael	18.6/123.1 23.0/-83.0	2015-11-20 2016-08-04 2020-11-07 2020-11-11	In-fa Risk Omais Earl Atsani Eta Vamco Eta	10.4/147.5 15.7/-109 19.4/147.6 17.5/-89.9 22.6/119.4 17.5/-86.4 14.5/123.5 24.5/-84.2	5.8 6.3 5.8 5.7	4 события
6	6.2	08/11:38	Rafael Yinxing	24.5/-88.5 18.4/116.9	2018-06-14 2002-03-03	Bud Mitag	20.7/-116 9.4/136.8	5.7 5.9	2 события
7	5.8	09/19:30	Yinxing Toraji	19.1/113.3 15.0/128.4	2014-12-08 2024-08-26	Hagupit Shanshan	13.7/121.6 17.6/112.1	6.6 5.8	21 событие
8	5.9	10/15:50	Rafael Toraji Yinxing	26.2/-91.8 15.7/123.9 18.5/112.4	2017-01-17	TD 01W	9.1/107.5	5.8	1 удар
9	6.8	10/16:50	Rafael	26.2/-91.5	2024-11-10	Rafael	26.2/-91.8	5.9	2 события
10	6.6	15/05.28	Man-yi Bheki Sara	10.2/130.4 -12.2/76.7 15.8/-84.8	2005-10-13	Kirogi 01S 23L	22.6 /131.4 -9.6 / 83.2 38.0 /-73.2	5.7	поворот 83 события петля, излом

С 1 по 16 ноября 2024 г. произошло 10 землетрясений  $M \geq 5.7$ . Наиболее сильные: 10 ноября  $M=6.8$  на Кубе, 15 ноября  $M=6.6$  в Папуа Новая Гвинея, 8 ноября  $M=6.2$  в Чили и  $M=5.9$  на Кубе, в Фидже и Папуа Новая Гвинея.

Таблица 2. Сильные землетрясения 1-16 ноября 2024 с числом - n форшоков и афтершоков

№	Основной удар				Форшоки за день				Афтершоки за день			
	M	День / UT	$\phi(N) / \lambda(E)$	h (km)	n	M	День / UT	h(km)	n	M	День / UT	h(km)
1	5.8	03 / 10:56	51.49 / -175.63	33.0	0				1	4.1	03 / 11:01	35.5
2	5.7	05 / 19:40	-12.93 / -75.2	79.4	0				0			
3	5.9	06 / 14:36	-4.79 / 153.3	52.2	0				0			
4	5.9	06 / 15:55	-18.06 / -177.8	434.2	0				0			
5	5.8	06 / 22:55	25.46 / 142.85	8.0	0				11	5.2 4.7	07 / 01:12 07 / 15:54	10.3 37.8
6	6.2	08 / 11:38	-46.79 / -76.17	10.0	0				0			
7	5.8	09 / 19:30	7.5 / -82.4	10.0	2	5.6 4.5	09 / 10:04 09 / 11:04	10.0 10.0	0			
8	5.9	10 / 15:50	19.85 / -76.89	14.2	0				4			
9	6.8	10 / 16:50	19.81 / -77.04	14.0	1	5.9	10 / 15:50	14.2	3	4.2 4.6 4.0	10 / 18:37 10 / 18:46 10 / 21:28	16.1 15.3 10.0
10	6.6	15 / 05.28	-4.7 / 153.32	51.9	0				2	4.5 4.6	15 / 17:27 15 / 18:04	120.3 119.0

В табл.2  $\phi(N)$  - широта,  $\lambda(E)$  - долгота очага землетрясения, а в табл.1 центр ТЦ. n – число ударов  $M \geq 4.0$  в квадрате со стороной ~200 км за сутки. В 5-й строке приведены два сильнейших удара из 11.

### 3.1. Особенности сильных $M \geq 7.0$ землетрясений 1-16 ноября с 1952 при прохождении Земли через орбиты метеорных потоков

Чтобы улучшить прогноз сильных землетрясений в дни конференции, необходимо было расширить экспериментальную базу. Предварительный анализ показал, что число этих землетрясений возрастает на северо-западной оконечности Тихоокеанской плиты. За отправную точку был принят год катастрофического землетрясения  $M=9.0$  вблизи Петропавловск-Камчатского 4 ноября 1952.

На рис. 7 представлена гистограмма числа землетрясений  $M \geq 7.0$  в данный день года с 1952. В каждом квадратике гистограммы представлен год, когда произошло событие. Каждое землетрясение проверяется, имело ли оно предвестник: более слабое землетрясение  $M > 4.5$  в этот день вблизи очага. Если имело, то в дальнейшем оно будет исключено.

Следующий шаг – сопоставление с максимумами метеоров. Известно, что легкие пылинки из-за солнечного давления тормозятся сильнее, чем более тяжелые астероиды. Но их много, они полностью сгорают в атмосфере. Поэтому прохождение Бозе-астероидов, связанных с метеорными потоками, следует ожидать раньше наблюдаемых максимумов потоков.

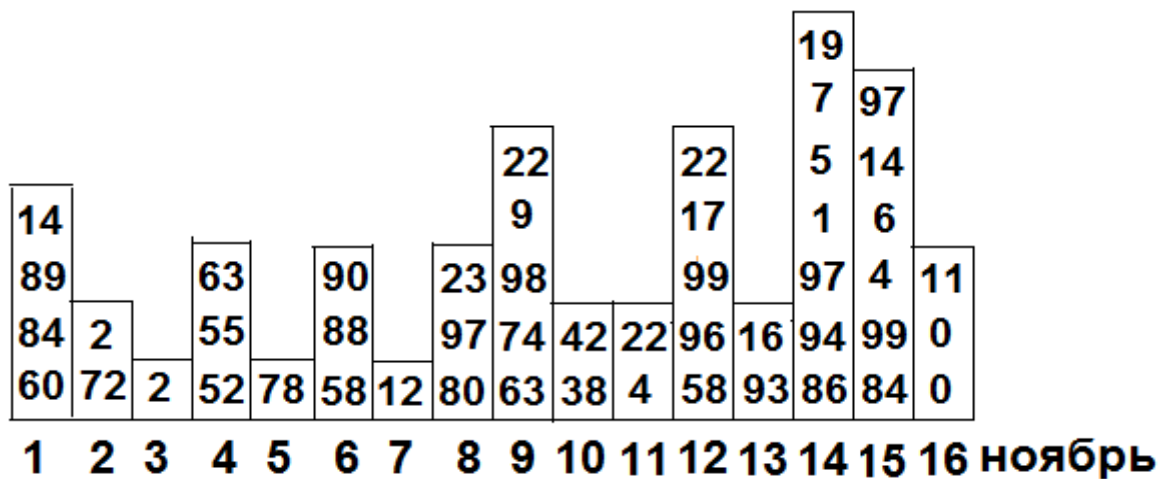


Рис.7. Гистограмма числа землетрясений  $M \geq 7.0$  в данный день с 1952 года

В первые две недели ноября Земля проходит через орбиты нескольких метеорных потоков [<https://en.wikipedia.org>]:

1. В начале ноября через хвосты интенсивных потоков Ориониды и Южные Тауриды.
2. Delta Eridanids (6 – 29 ноября) с максимумом 10 ноября.
3. Северные Тауриды (20 октября -10 декабря) с максимумом 12 ноября.
4. Zeta Puppids (2 ноября – 20 декабря) с максимумом 13 ноября.
5. Наиболее обильный поток Леониды (6 - 30 ноября) с максимумом 17 ноября.

Если 14-15 ноября будет наблюдаться безфоршоковое землетрясение и резкое изменение в динамике ТЦ, то можно предположить, что это Бозе-астероид в потоке Леониды. Аномальные характеристики землетрясения 10 ноября вблизи Кубы, возможно, связаны с Бозе-астероидом в метеорном потоке Северные Тауриды.

### 3.2. Прогноз землетрясений 11-15 ноября 2024 по данным метеопрогноза ТЦ

Исходными данными будут метеопрогноз ТЦ и сильные землетрясения 9-10 ноября, чтобы привязать и проверить ранние аналоги ТЦ. Землетрясение 10 ноября было исключено.

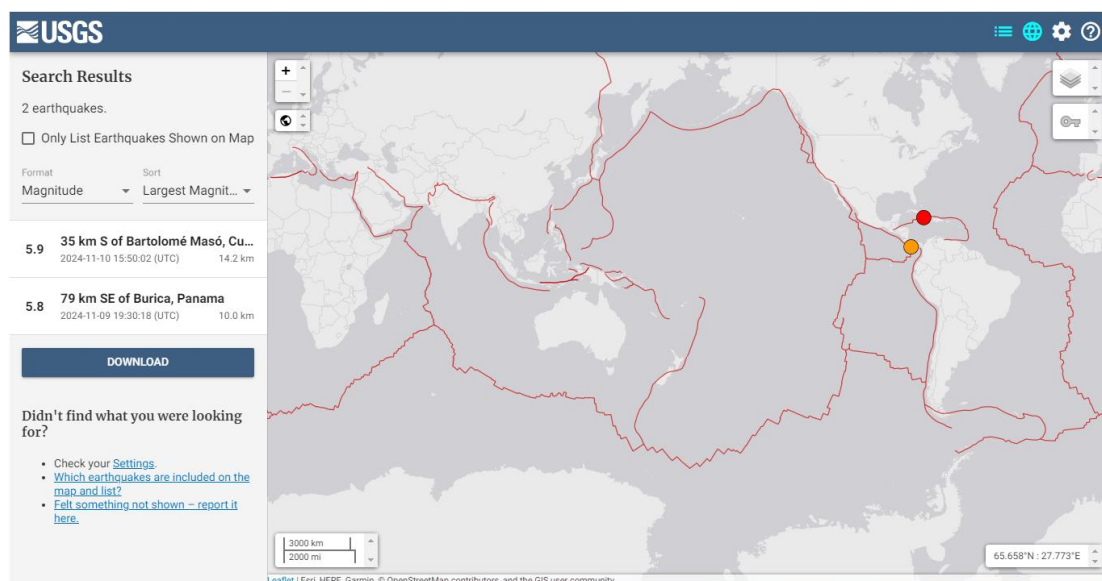


Рис. 8. Землетрясения  $M > 5.7$  9 июня (№7) и 10 июня (№8, табл. 2).



На следующих трех рисунках представлены траектории ТЦ, наблюдавшихся в этот период, и ТЦ Haguripit аналог сильнейшего Yinxing

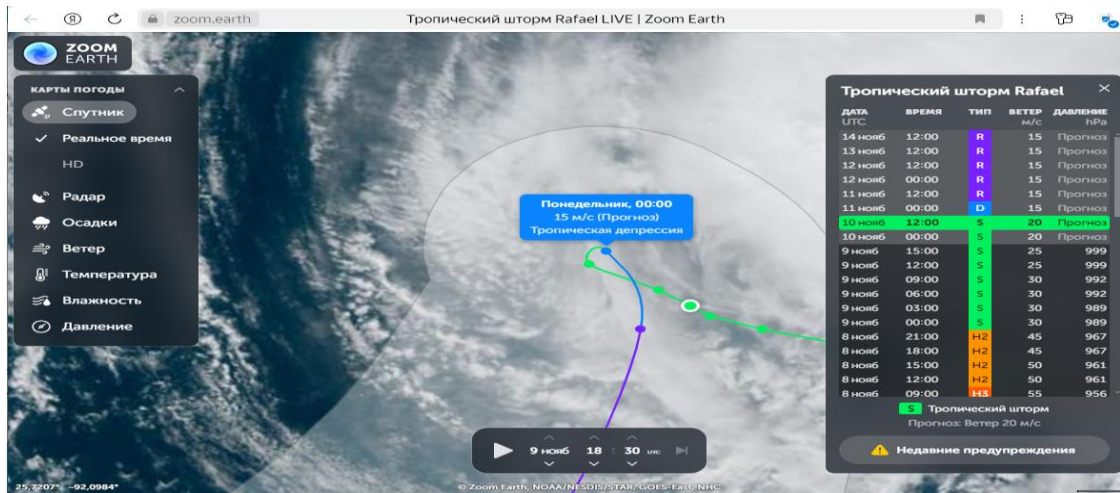


Рис. 9. ТЦ около Кубы.

Землетрясение №8 произошло в 15:50 UT (табл.2), когда Rafael менял траекторию своего движения. За основу прогноза были приняты более сильные ТЦ в Тихом океане.

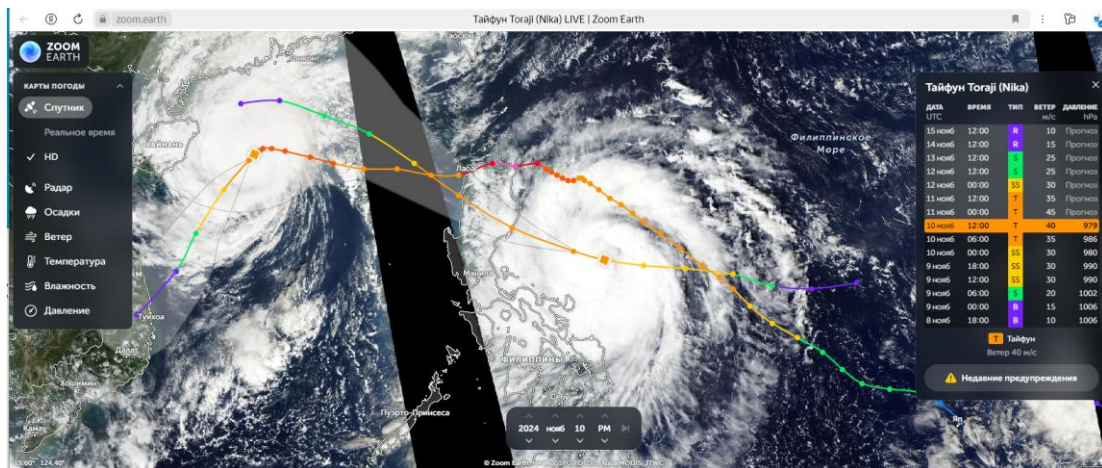


Рис. 10. Метеопрогноз тайфунов Yinxing и Toraji до 15 ноября.

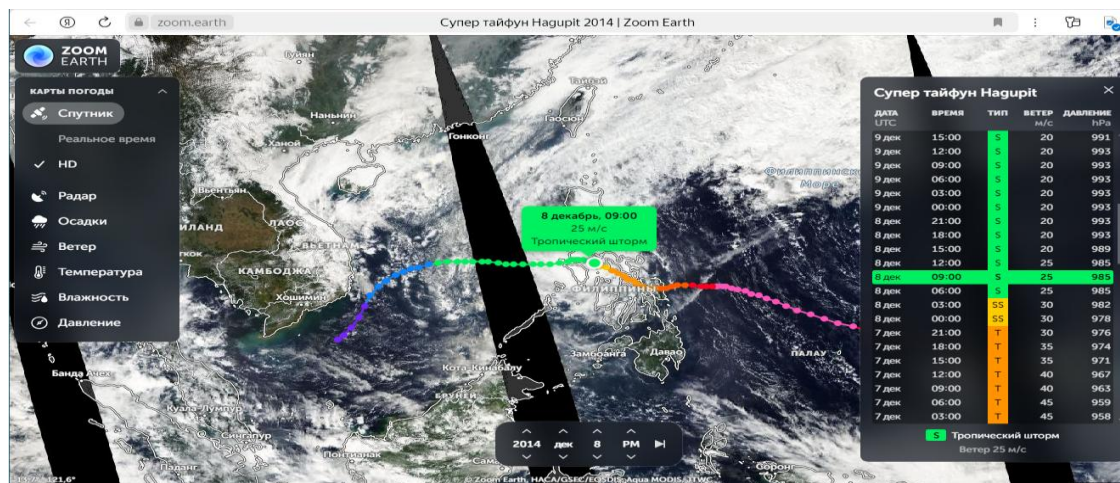


Рис. 11. Траектория тайфуна Haguripit, отмечен момент землетрясения в Панаме.

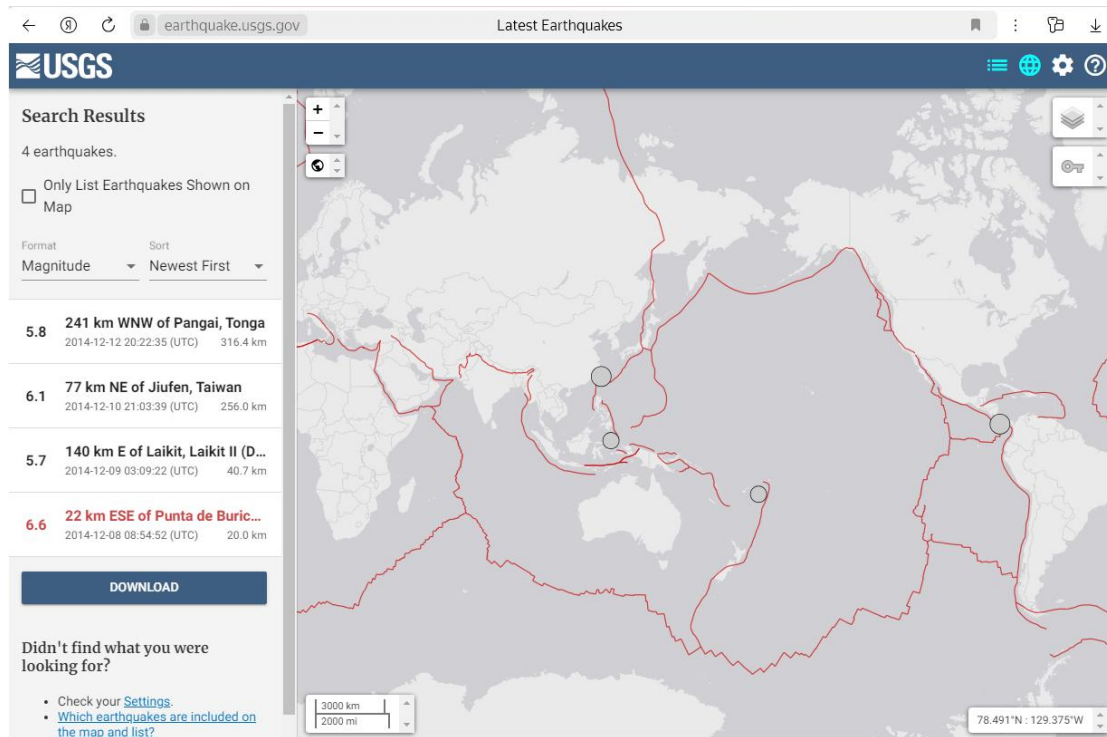


Рис. 12. Землетрясения в течение 6 дней, последовавшие после удара M=6.6 в Панаме

Землетрясения на *рис. 12* дают прогноз по месту, а время пересчитывается со сдвигом на время прохождения ТЦ Yinxing реперной области.

Однако, реальное развитие ТЦ 15 ноября сильно отличается от метеопрогноза. Новый ТЦ Usagi прошел Филиппины и траектория резко развернулась с северо-запада на северо-восток. Траектория аналога ТЦ Kirogi в 2005 перед землетрясением развернулась с севера на северо-запад (*рис. 13*).

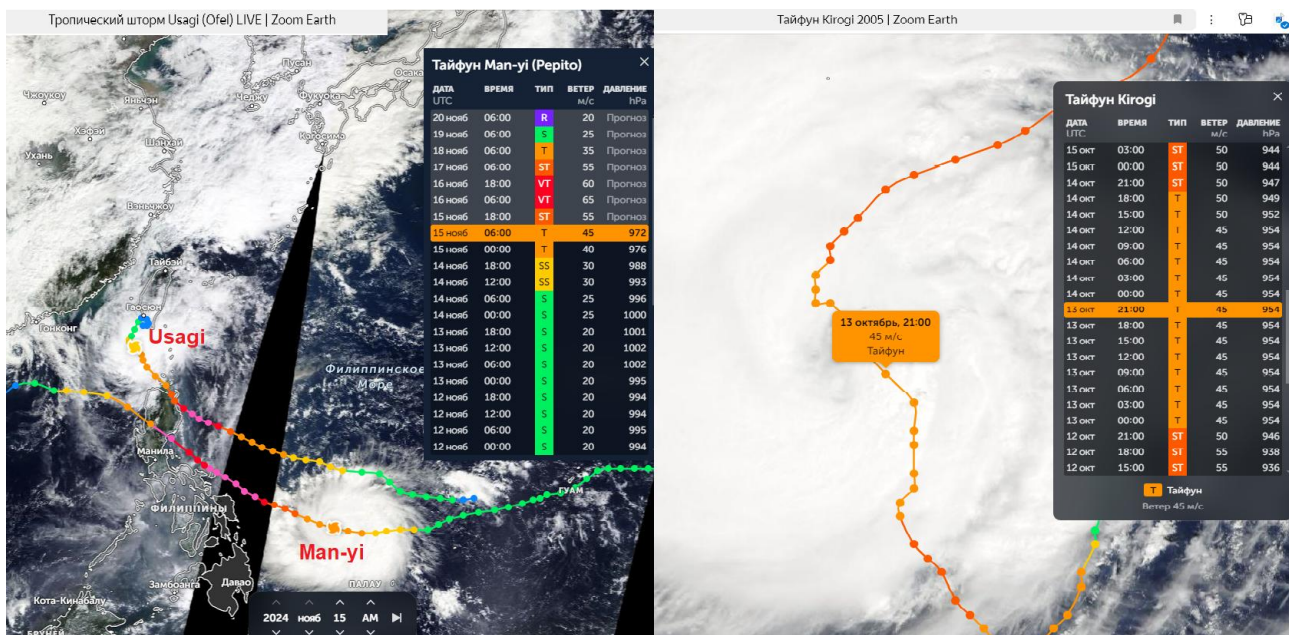


Рис. 13. Траектории ТЦ около Филиппинских о-в во второй декаде ноября 2024 и аналога в 2005. Моменты землетрясений отмечены звездочками.

Траектория другого нового ТЦ Bheki в Индийском океане перед землетрясением описала петлю (*рис.14*), а аналог TD 01S в 2005 (*табл.1*) только зародился.

В Атлантическом океане аналогом нового ТЦ Sara в октябре 2005 был ТЦ 23L, аномальная траектория которого представлена на *рис.14*.

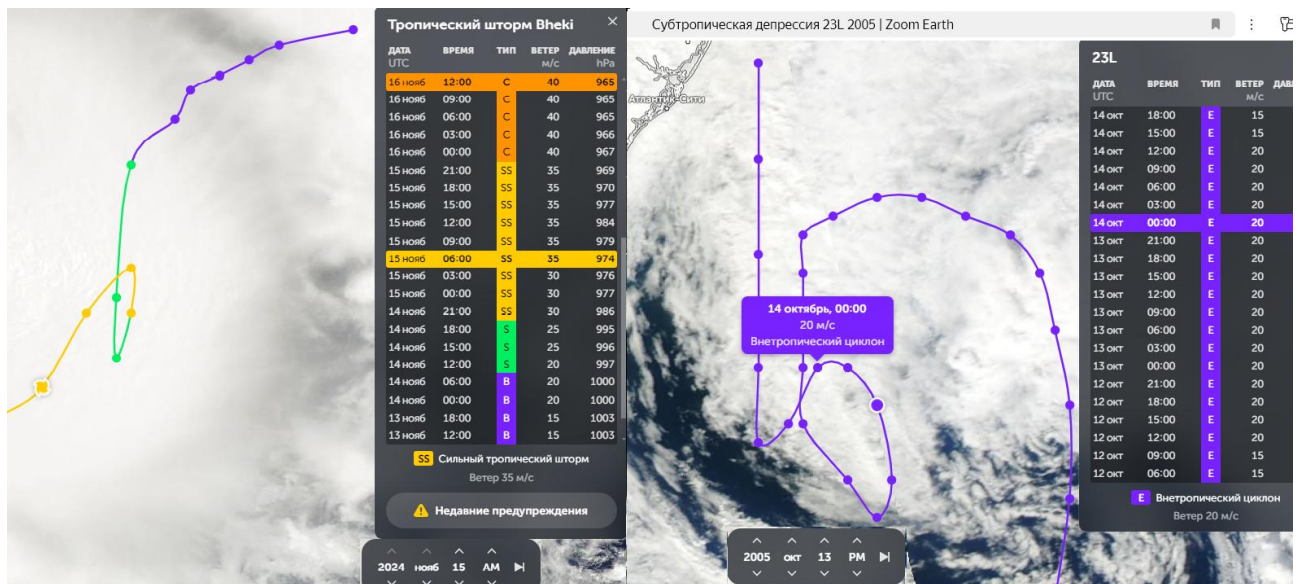


Рис. 14. Аномальные траектории ТЦ перед землетрясениями около Папуа Новая Гвинея 15 ноября 2024 в 05:28 UT и 13 октября 2005 в 22:04 UT.

Такие резкие изменения траекторий движения ТЦ (*рис.13 и 14*) метеопрогноз не дает. Они могут быть связаны с кратковременным сильным гравитационным воздействием крупных Бозе-астероидов на вращающую структуру ТЦ, в результате которого он резко меняет траекторию. Кандидаты таких Бозе-астероидов могут быть 15 ноября в метеорном потоке Леониды, а 13 октября - в метеорном потоке Ориониды.

#### 4. Обсуждение результатов

Прогноз землетрясений  $M \geq 5.7$  на 11-15 ноября по данным развития ТЦ не оправдался, т. к. 11 и 13 ноября начали развиваться новые ТЦ, а ТЦ Yinxing диссипировал 13 ноября. Этого не было в метеопрогнозе от 10 ноября (*рис.9 и 10*). Произошло единственное землетрясение 15 ноября  $M=6.6$ , что совпадает с максимумом сильных землетрясений при прохождении метеорного потока Леониды (*рис.7*), указанного в презентации до начала конференции.

Данное землетрясение произошло при развитии 4-х ТЦ, причем ТЦ Bheki в Индийском океане описал петлю и резко менял направление движения, последнее произошло и в движении ТЦ Usagi (*рис.13 и 14*). Анализ землетрясений  $M \geq 5.7$  в квадрате со стороной ~200 км с 2000 г. показал, что имеется 83 события. Только для события от 2005-10-13 наблюдалось развитие ТЦ в трех океанах, которые в этот день также резко меняли свои характеристики. Такие события можно интерпретировать как воздействие Бозе-астероидов темной материи.

К аномальным событиям в ноябре перед конференцией можно отнести землетрясение 8 ноября в Чили и 10 ноября на Кубе. Для них не удалось подобрать аналогов ТЦ с 2000 и соответствующие землетрясения  $M \geq 5.7$ . Данную процедуру можно улучшить и ускорить, если использовать методы, развиваемые в работе [Якушева, Ермаков, 2024].

Следует отметить, что Бозе-астероид размером в ~100 км, пролетая через разломы плит, из-за поперечного гравитационного притяжения может вызвать сдвиг неустойчивого корового блока на характерной глубине ~10 км. По-видимому, такие события произошли в 1952 на Камчатке и 6 февраля 2023 в Турции.

Гипотеза о Бозе-астероидах темной материи [Levkov et al., 2018] может объяснить многие явления, если ее дополнить тем, что с ним могут быть связаны частицы обычной материи, а также, что они могут отвечать за разрушение отдельных комет и следовать с метеорными потоками. Такой Бозе-астероид, вторгаясь в атмосферу Земли, будет светиться как болид, а при разрушении не оставлять обычных метеоритных осколков, например, Тунгусский метеорит.

## 5. Выводы

1. Прогноз землетрясений на 2-5 июля 2024, когда аналогичные ТЦ подбирались по траектории движения ТЦ был избыточен, но дал 75% результат.
2. Прогноз землетрясений на 11-15 ноября 2024, когда аналогичные ТЦ подбирались по совпадению землетрясений на предшествующий день (реперные точки) дал не корректный результат.
3. Особенности развития ТЦ и сильных  $M > 7.0$  землетрясений 16-30 июня с 2000 и 1-16 ноября с 1952, возможно, связаны с существованием Бозе-астероидов темной материи, которые следуют по траекториям метеорных потоков. В первом случае – Июньские Боотиды, а во втором целый ряд ноябрьских метеорных потоков, сильнейший из которых – Леониды. Их прохождение сквозь Землю может вызвать наблюдаемые эффекты.

## Благодарности

Авторы благодарят сотрудников и помощников интернет ресурсов <https://en.wikipedia.org>, <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes>, <https://zoom.earth> за их работу.

## Литература

- Завьялов А.Д., Морозов А.Н., Алёшин И.М., Иванов С.Д., Холодков К.И., Павленко В.А. Метод среднесрочного прогноза землетрясений «Карта ожидаемых землетрясений» (КОЗ): Опыт использования и перспективы развития // Геофизические процессы и биосфера. 2022. Т. 21. № 2. С. 114-131. DOI: 10.21455/GPB2022/2-6.
- Кособоков В.Г., Щепалина П.Д. Времена повышенной вероятности возникновения сильнейших землетрясений мира: 30 лет проверки гипотезы в реальном времени // Физика Земли. 2020. № 1. С. 43-52. DOI: 10.31857/S0002333720010068.
- 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. 2022. Т. 19. № 1. С. 114-128.
- Костин В.М., Беляев Г.Г., Овчаренко О.Я., Трушкина Е.П. Прогноз сильных землетрясений по данным развития тропических циклонов // Материалы 21-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН. Москва. 2023. С. 350. DOI: 10.21046/21DZZconf-2023a.
- Костин В.М., Овчаренко О.Я., Трушкина Е.П. Особенности взаимосвязи землетрясений и тропических циклонов // Тезисы докладов VII Международной конференции «Триггерные эффекты в геосистемах». ИДГ РАН, МФТИ. Долгопрудный. 2024. С. 60.

Кочарян Г.Г. Геомеханика разломов. М.: ГЕОС. 2016. 424 с.

Пулинец С.А., Узунов Д.П., Карелин А.В., Давиденко Д.В. Физические основы генерации краткосрочных предвестников землетрясений. Комплексная модель геофизических процессов в системе литосфера-атмосфера-ионосфера-магнитосфера, стимулируемых ионизацией // Геомагнетизм и аэрономия. 2015. Т. 55. № 4. С. 521-538.

Хегай В.В., Абунин А.А., Абунина М.А., Белов А.В. Сейсмическая активность Земли и галактические космические лучи: глобальные и региональные характеристики в 21-24 циклах солнечной активности // Геомагнетизм и Аэрономия. 2022. Т. 62. № 5. С. 556-567. DOI: 10.31857/S0016794022050054.

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).

Якушева А.Н., Ермаков Д.М. Проблемы локализации центра и анализа формы глаза тропических циклонов на инфракрасных спутниковых изображениях с помощью машинного обучения и компьютерного зрения // Материалы 22-й Международной конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». ИКИ РАН. Москва. 2024.

Kostin V., Belyaev G., Ovcharenko O., Trushkina E. Features of some interacting tropical cyclones in the Indian Ocean after the Mount Pinatubo eruption // International Journal of Engineering Research & Science. 2019. V. 5(9). P. 19-26.

Kostin V., Belyaev G., Ovcharenko O., Trushkina E. Impact of France Nuclear Tests on typhoons and Earthquakes in November 1990 // International Journal of Engineering Research & Science. 2020. V. 6. № 12. P. 25-31.

Kostin V., Belyaev B., Ovcharenko O., Trushkina E. American Continent Lithosphere Earthquakes after Nuclear Test of France in November 1990 // Intern. J. Engineering Research & Science. 2021. V. 7. № 12. P. 30-34.

Levkov D.G., Panin A.G., Tkachev I.I. Gravitational Bose-Einstein condensation in the kinetic regime // arXiv: 1804.05857v2 [astro-ph.CO] 20 Sep 2018. INR-TH-2018-005.

[https://weekend.rambler.ru/read/52240610/?utm\\_content=weekend\\_media&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink.](https://weekend.rambler.ru/read/52240610/?utm_content=weekend_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink)

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes>

<https://zoom.earth>

<https://en.wikipedia.org>