

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

В.М. Костин¹, О.Я. Овчаренко¹, Е.П. Трушкина¹

¹ 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. Показано, что из 4-х произошедших землетрясений $M > 5.3$ три совпали с прогнозом по месту с точностью 300 км и 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 их одновременно развивалось больше, от 4 до 6, и частично более интенсивно, чем уединенный ТЦ Veryl-24. Обращено внимание на то, что более 50% сильных землетрясений $M > 7.0$ в последние две недели каждого июня с 2000 г. 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 на дни конференции, по которому дан прогноз землетрясений. Прогноз 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 [Кочарян, 2016], который сотрудник ИДГ РАН и 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 (ТЦ) [Kostin et al., 2019; 2020; 2021; Костин и др., 2022] 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 на 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. Материалом 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, моменты максимальных и минимальных приливов.
6. Для отдельных событий, когда происходили землетрясения при резком изменении траекторий движения ТЦ (не предсказанные метеопрогнозами), землетрясения с “одновременным” зарождением ТЦ и землетрясения без ТЦ, анализируются дополнительные метеопараметры и прохождения Земли через орбиты метеорных потоков.

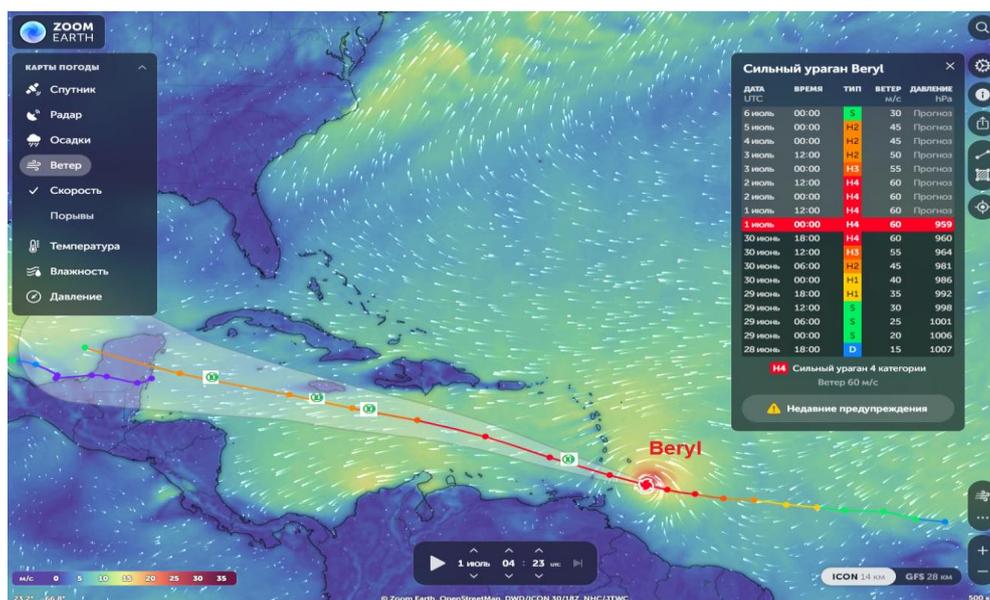


Рис. 1. Метеопрогноз циклонической активности от 1 июля 2024 на дни конференции МФТИ

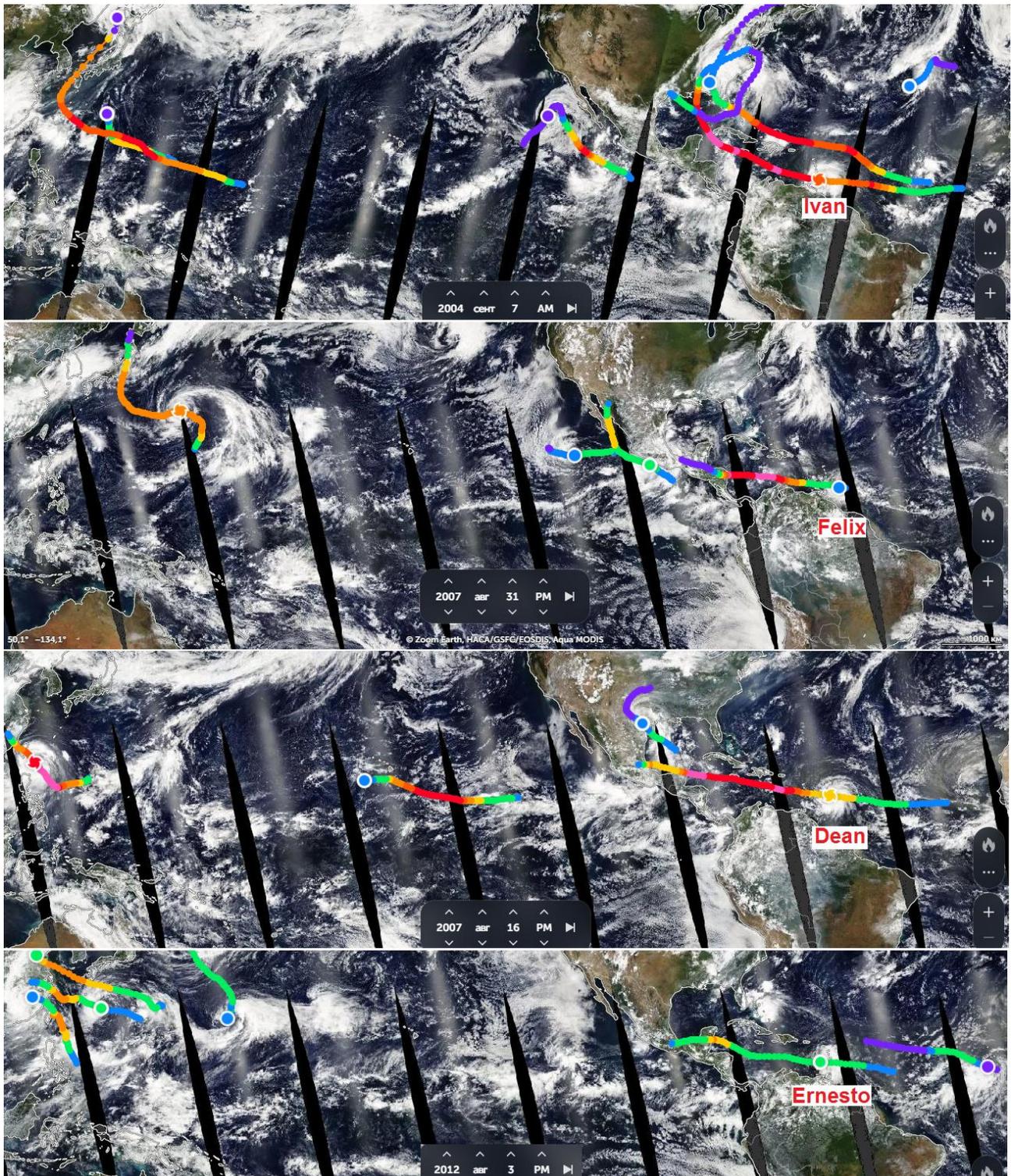


Рис. 2. Аналоги ТЦ Beryl-2024: Ivan-2004, Felix-2007, Dean-2007, Ernesto-2012

Окрас 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.

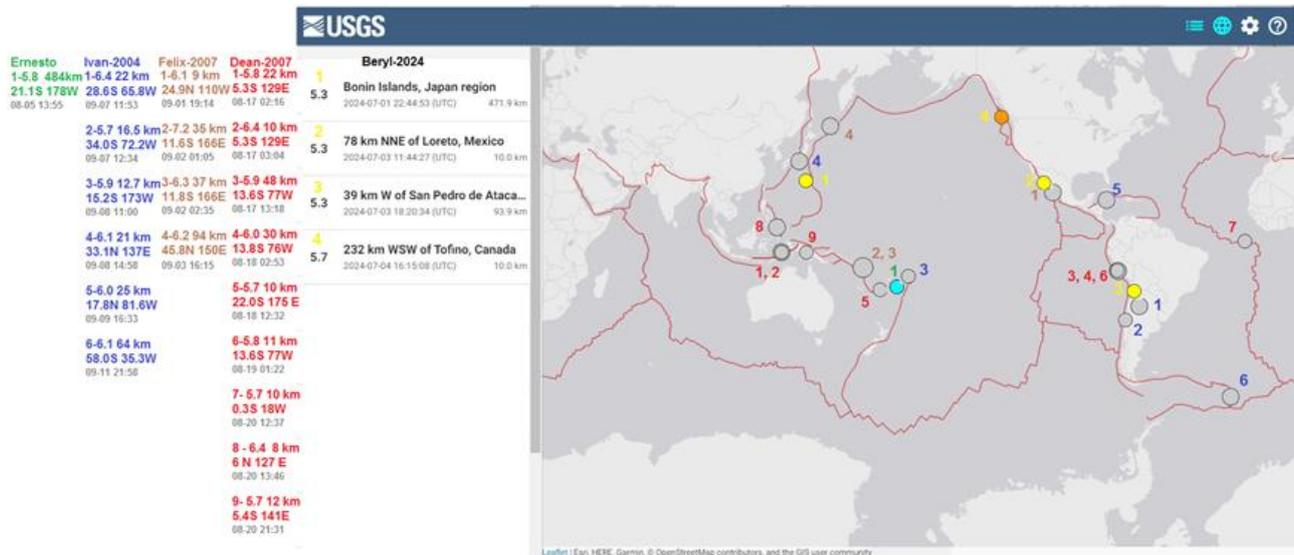


Рис. 3. Прогноз землетрясений на 2-5 июля 2024 по данным аналогов ТС Beryl

2.2. Землетрясения во время прохождения Земли через метеорный поток Боотиды

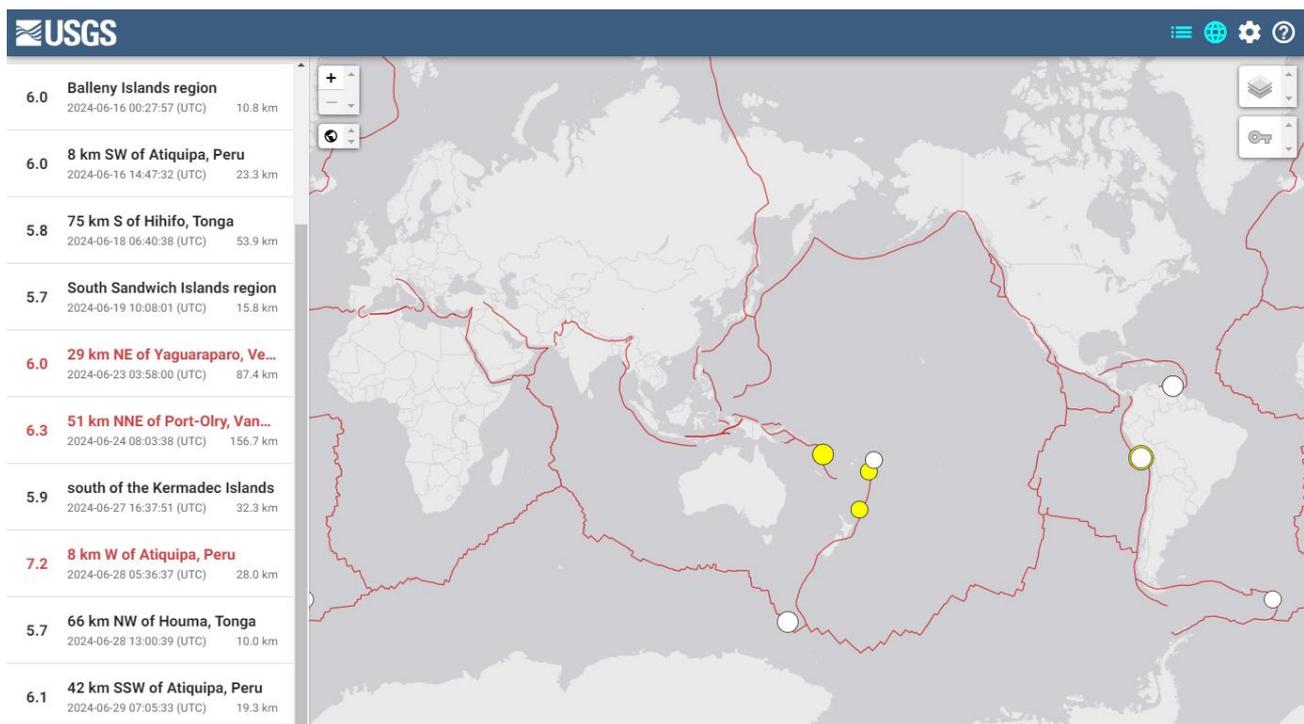


Рис. 4. Землетрясения за 2 недели до конференции «Триггер-24»

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. Тем не менее, чаще всего Июньские Боотиды не особо активны: редко можно увидеть больше 1-2 метеоров в час.

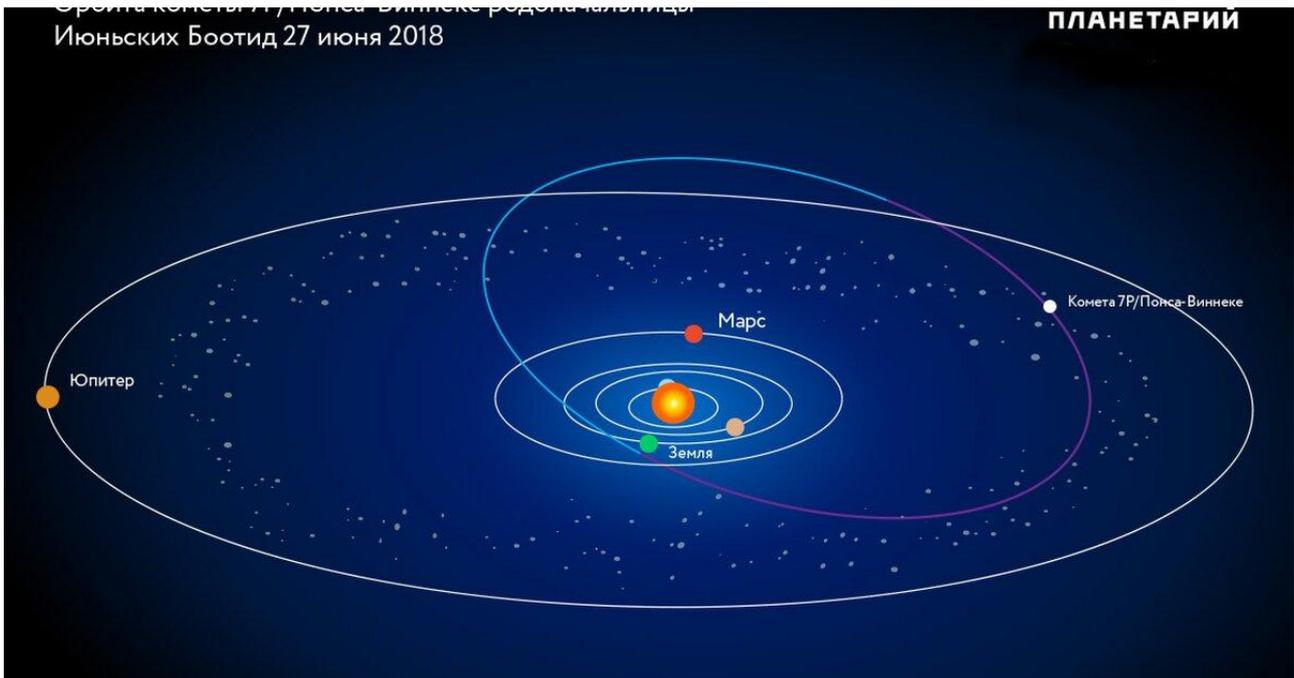


Рис. 5. Схема орбиты кометы 7P/Понсе-Виннеке родоначальницы Июньских Боотид

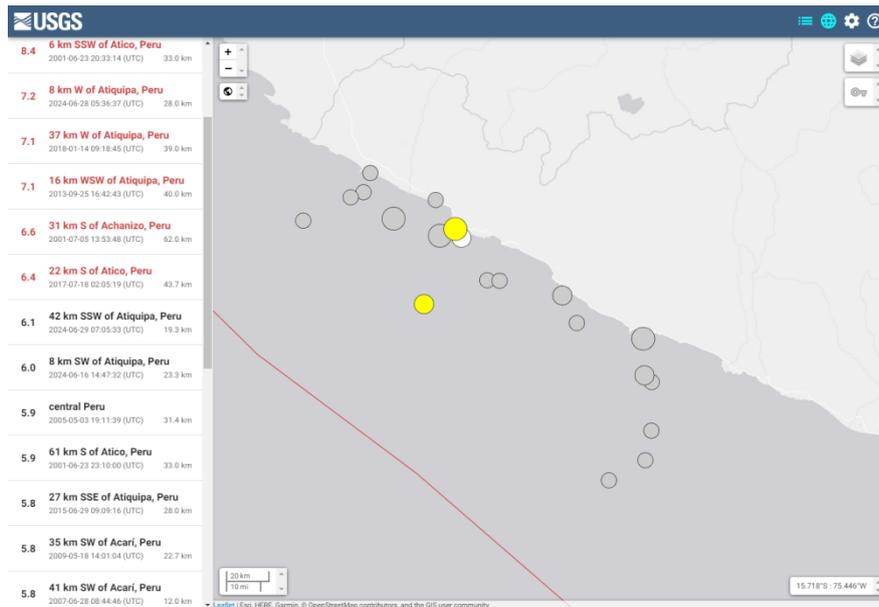


Рис. 6. Сильнейшие землетрясения $M \geq 5.7$ в Перу с 2000 по 2024 г. в квадрате со стороной ~200 км и центром над ударом $M=7.2$ 28.06.2024 (маленький желтый кружок)

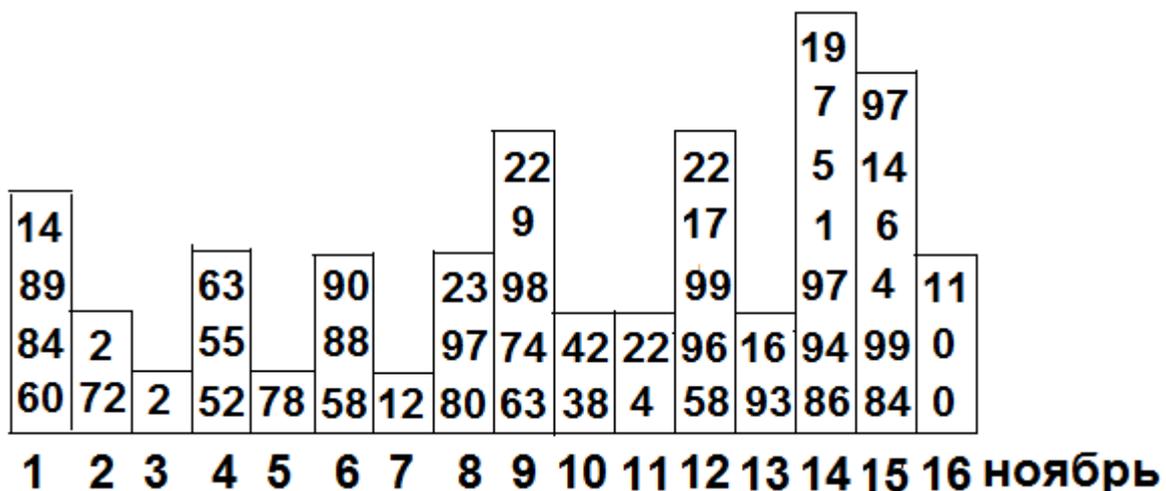
Свыше 50% землетрясений (рис.6) совпадают по времени с прохождением потока Боотид. Анализ распределения сильных $M \geq 7.0$ землетрясений 15-30 июня с 2000 по 2024 г. показал, что произошло всего 18 событий из них по 3-5 землетрясений 15-16 июня, 16-17 июня, 23-24 июня и 27-28 июня, а в остальные дни 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 ~640 км было землетрясение $M=7.3$ с разницей в 7 часов.

3. Землетрясения и тропические циклоны 1 - 16 ноября

С 1 по 10 ноября 2024 г. произошло 9 землетрясений $M \geq 5.7$. Наиболее сильные: 10 ноября $M=6.8$ на Кубе, 8 ноября $M=6.2$ в Чили и $M=5.9$ на Кубе, в Фидже и Папуа новая Гвинея. В данный период развиваются ТЦ Yinxing (3-15 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 около 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 движения.

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 на 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 около Петропавловск-Камчатский $M=9.0$ 4 ноября 1952 г.



На рис. 7 представлена гистограмма число 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 имеется, 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 раньше наблюдаемых максимумов.

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 Pupids (2 ноября – 20 декабря) с максимумом 13 ноября.
5. Наиболее обильный поток Леониды (6 - 30 ноября) с максимумом 17 ноября.

Если 14-15 ноября будем наблюдать безфоршоковое землетрясение и резкое изменение в динамике ТЦ, то можно предположить, что это Бозе-астероид в потоке Леониды

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.

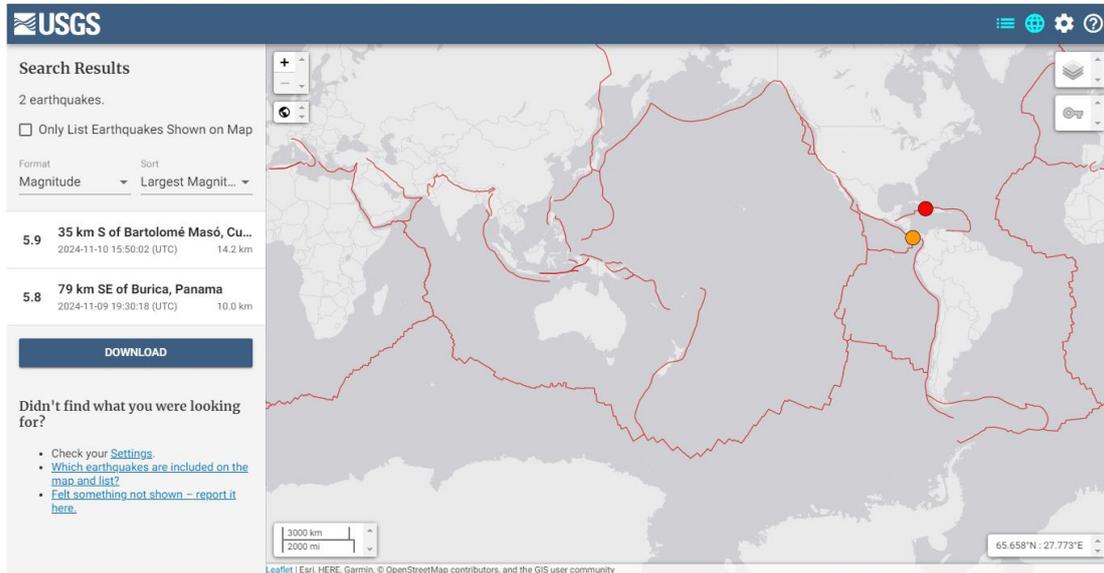


Рис. 8. Землетрясения $M > 5.7$ 9 и 10 ноября.

На следующих двух рисунках представлены ТЦ наблюдавшиеся в этот период.

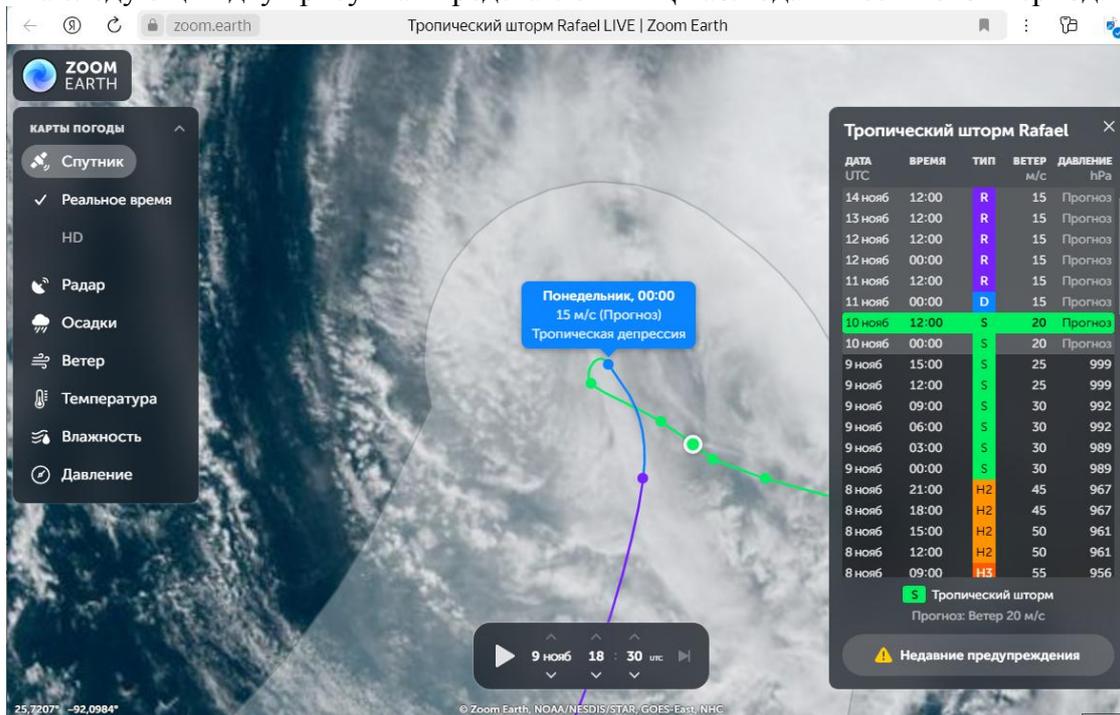


Рис. 9. ТЦ около Кубы.

Землетрясение произошло в 16:50 UT, когда Rafael резко менял траекторию своего движения.

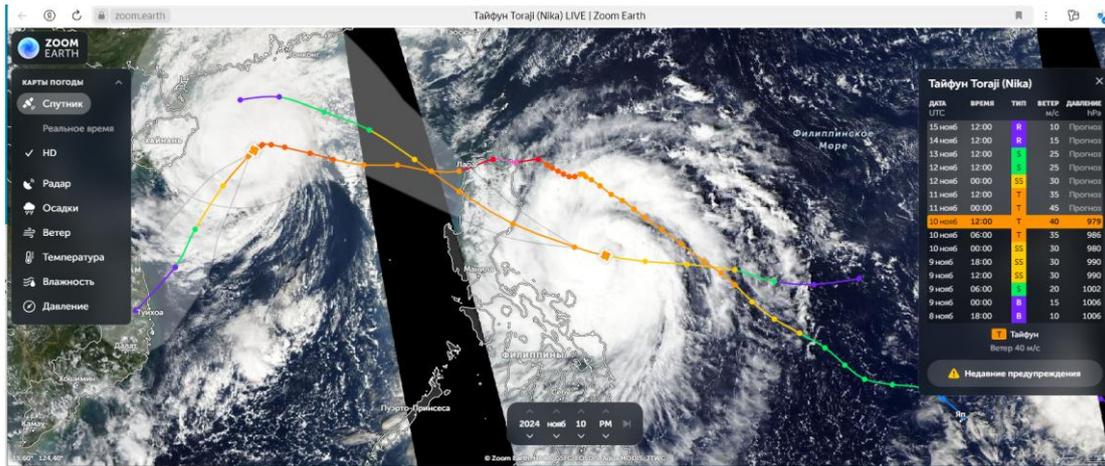


Рис. 10. Метеопрогноз тайфунов Yinxing и Toraji до 15 ноября.

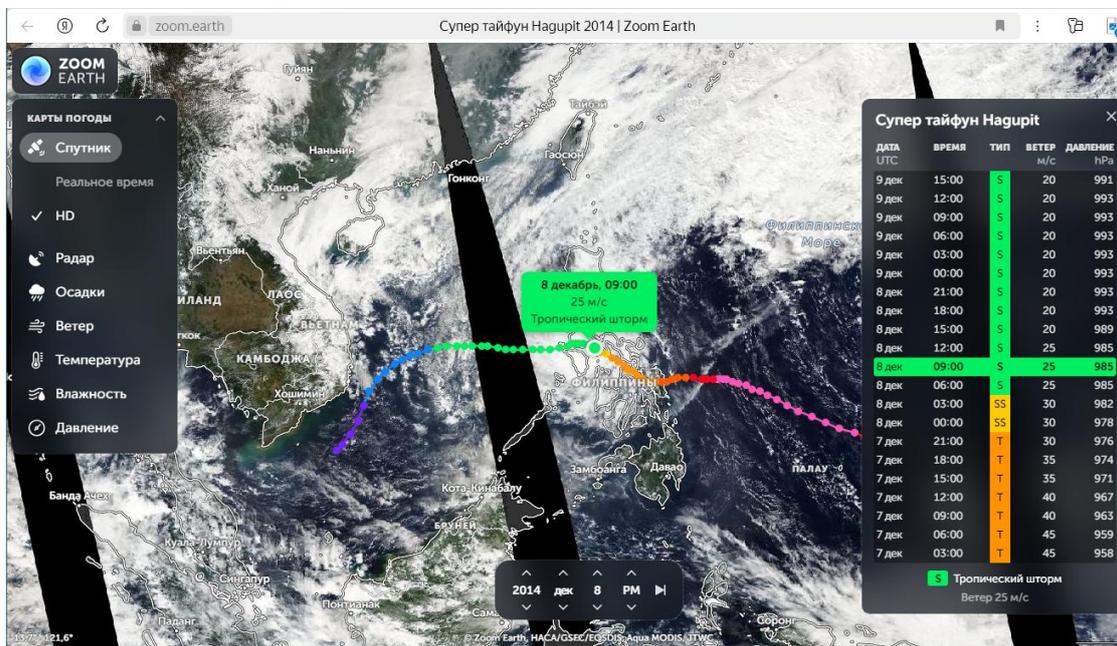


Рис. 11. Траектория тайфуна Hagupit, аналог Yinxing, вызвавшие землетрясения в Венесуэле.

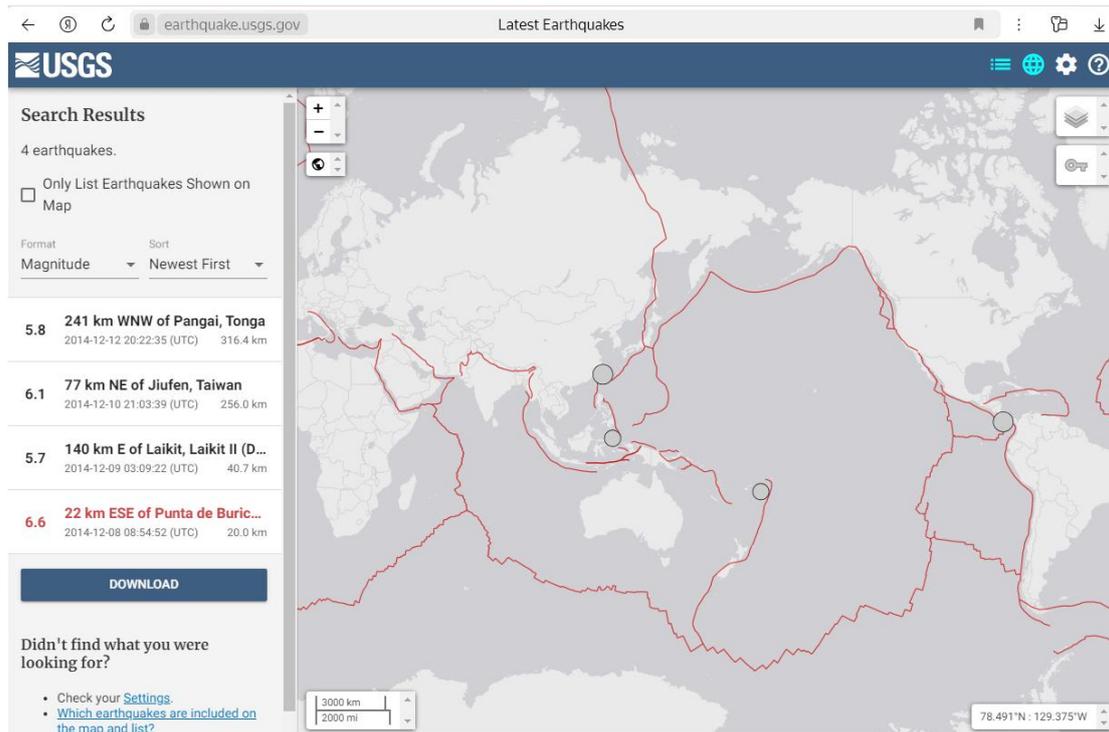


Рис. 12. Землетрясения после прохождения Нагурит реперного события в Венесуэле $M=6.6$

Прогноз по месту, а время пересчитывается со сдвигом на время прохождения Yinxing реперной области.

4. Обсуждение результатов

Данный раздел будет представлен в итоговой презентации после конференции, когда станут известны результаты прогноза на 11-16 ноября.

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) дает не корректный результат.
3. Особенности развития ТЦ и сильных $M>7.0$ землетрясений 16-30 июня с 2000 г. и 1-16 ноября с 1952 г., возможно, связаны с существованием Бозе-астероидов темной материи, которые следуют вместе с метеорными потоками. В первом случае – Июньские Боотиды, а во втором целый ряд ноябрьских метеорных потоков, сильнейший – Леонид. Прохождение их через 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.
- Косообоков 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 Международная конференция «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., Абуниин 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).
- 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://earthquake.usgs.gov/earthquakes>
- <https://zoom.earth>
- <https://en.wikipedia.org>