

УДК 550.385

ВОЗМУЩЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ СРЕДЫ ПРИ СИЛЬНОМ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ МАГНИТУДОЙ 7.7 В МЬЯНМЕ 28.03.2025 г.

© 2025 г. В. В. Адушкин, А. А. Спивак*, Д. Н. Локтев, С. А. Рябова**, Ю. С. Рыбнов,
С. П. Соловьев, А. В. Тихонова

Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского РАН, Москва, Россия

**E-mail: spivak@idg.ras.ru*

***E-mail: riabovasa@mail.ru*

Рассматриваются результаты инструментальной регистрации геофизических эффектов в приземной атмосфере, вызванных сильным землетрясением магнитудой 7.7 в Мьянме 28 марта 2025 г. Показано, что землетрясение вызвало микробарические вариации в атмосфере, а также вариации магнитного и электрического полей на значительных расстояниях от очага сейсмического события. При этом возмущение магнитного и электрического полей зарегистрировано как в период основного толчка, так и в период прихода в точку наблюдений инфразвукового сигнала, распространяющегося в атмосферном волноводе. Получено, что землетрясение привело к увеличению ошибки позиционирования GPS на эпицентральной дистанции ~ 6008 км от очага землетрясения. Анализ результатов ионосферного зондирования, полученных на станции Окинава, показал наличие ионосферного эффекта землетрясения в виде вариации критической частоты $F2$ слоя ионосферы. Приведенные данные в очередной раз демонстрируют влияние явлений и процессов, протекающих в литосфере, на атмосферу и ионосферу.

Ключевые слова: землетрясение, инструментальные наблюдения, акустический сигнал, электрическое поле, магнитное поле, критическая частота $F2$ слоя ионосферы, вариация, ошибка позиционирования GPS.

Для цитирования: Адушкин В.В., Спивак А.А., Локтев Д.Н., Рябова С.А., Рыбнов Ю.С., Соловьев С.П., Тихонова А.В. Возмущение геофизической среды при сильном землетрясении магнитудой 7.7 в Мьянме 28.03.2025 г. // Динамические процессы в геосферах. 2025. Т. 17. № 3. С. 78–89. https://doi.org/10.26006/29490995_2025_17_3_78

Введение

Условия среды обитания, в частности, в их комфортном для человека и его деятельности виде, определяются в значительной мере характеристиками физических полей в нижних и верхних слоях атмосферы – микробарического, магнитного и электрического. Указанные физические поля, как вся геофизическая среда в целом изменчивы, постоянно испытывая возмущающие воздействия со стороны явлений и процессов природного и техногенного происхождения. Среди источников таких возмущений особо выделяются высокоэнергетические литосферные явления в виде сильных землетрясений. Такие сейсмические события не только представляют серьезную опасность для человека и инфраструктуры, приводя к большому количеству жертв и масштабным разрушениям, но, что представляет особый интерес, – к значительным, хорошо регистрируемым вариациям физических полей и связанных с ними характеристик среды обитания [Адушкин и др., 2023а].

Изучение вариаций физических полей в периоды сильных землетрясений позволяет не только всесторонне описывать эти явления, но также получать информацию о природе и механизмах межгеосферных взаимодействий в системе литосфера-атмосфера-ионосфера. Несмотря на значительное количество работ в этом направлении ощущается нехватка результатов инструментальных наблюдений, что связано с ограниченностью и противоречивостью получаемых данных. А это вызывает интерес к экспериментальным исследованиям, позволяющим на основе прямых измерений пополнять

соответствующие базы данных и таким образом формировать количественную основу для разработки моделей как самих сейсмических явлений, так и последствий их воздействия на среду обитания.

В настоящей работе рассматриваются результаты инструментальных наблюдений за геофизическими эффектами, сопутствующими сильному разрушительному землетрясению в Мьянме 28.03.2025 г. (табл. 1). Указанное сейсмическое событие магнитудой 7.7 по данным USGS¹ произошло в зоне крупного Сагаингского разлома на глубине ~ 10 км, что характеризует землетрясение как коровое (рис. 1). Сагаингская разломная зона трансформного типа общей протяженностью около 1400 км является крупнейшей тектонической структурой Мьянмы, разделяющей Бирманскую и Зондскую тектонические плиты. Её высокая современная активность (скорость дифференциальных движений составляет 18–49 мм/год) является причиной большого количества разрушительных землетрясений. За период с 1930 по 2012 гг. в зоне Сагаингского разлома произошло 8 землетрясений, характеризующихся магнитудой ~ 6.9. Землетрясение 28.03.2025 г. является крупнейшим после Бирманского землетрясения 23.05.1912 г. магнитудой ~ 7.9 [Abe, Noguchi, 1983].

Землетрясение 28.03.2025 г. сопровождалось большим количеством афтершоков (по предварительным данным более 100), наиболее мощным из которых является сейсмическое событие магнитудой 6.7, произошедшее через ~ 12 мин на расстоянии около 32 км от очага основного события (табл. 1).

Таблица 1.

Параметры землетрясения 28.03.2025 г. и его основного афтершока

Дата	Время (UTC)	Магнитуда	Географические координаты		Глубина, км
			Широта	Долгота	
28.03.2025	06:20:52	7.7	21.996° N	95.926° E	~ 10
28.03.2025	06:32:04	6.7	21.707° N	95.969° E	~ 10

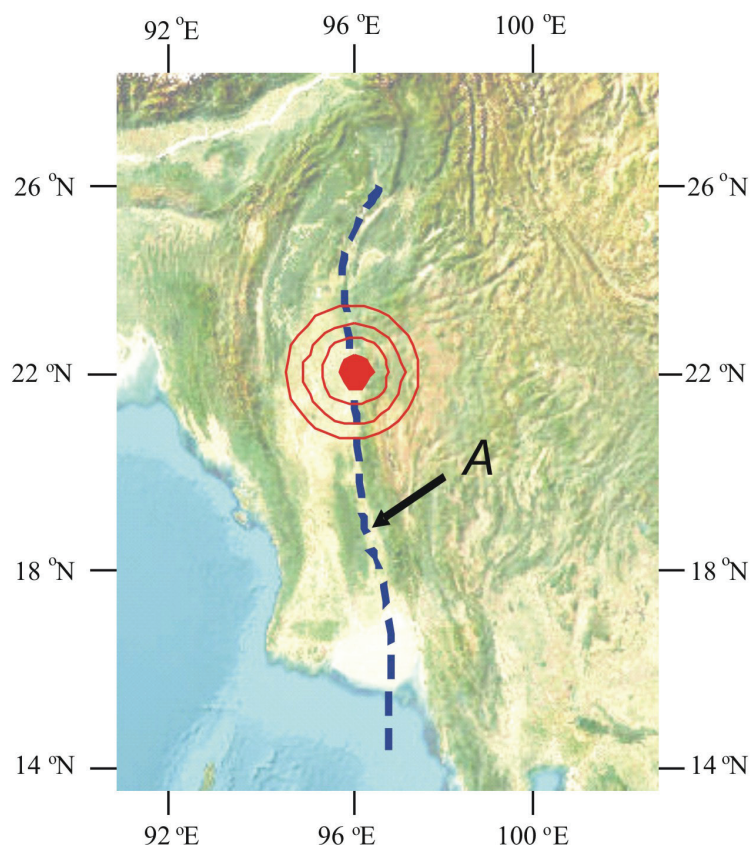


Рис. 1. Схема расположения эпицентра землетрясения 28.03.2025 г. (A – Сагаингский разлом)

¹ <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>

Используемые данные

Для анализа привлекались результаты цифровой регистрации сейсмических и микробарических колебаний в атмосфере, выполненной в Центре геофизического мониторинга города Москвы (ЦГМ) (55.71° N, 37.57° E; расстояние до очага основного события $R \sim 6038$ км) [Рыбнов и др., 2023] с дискретностью 10 с, а также данные, полученные в Геофизической обсерватории «Михнево» (MHV) (54.96° N, 37.76° E; $R \sim 6008$ км) [Адушкин и др., 2016] при цифровой регистрации вариаций магнитного, электрического полей и результаты позиционирования GPS. При установлении ионосферного эффекта использовались первичные данные станции наземного зондирования ионосферы Окинава, расположенной на расстоянии ~ 3297 км от эпицентра землетрясения (26.68° N, 128.15° E), представленные в свободном доступе.² При анализе вызванных геомагнитных вариаций привлекались также данные ряда среднеширотных магнитных обсерваторий сети INTERMAGNET³ (дискретность 1 мин), расположенных на разных расстояниях R от очага землетрясения (табл. 2).

Таблица 2.

Данные по магнитным обсерваториям сети INTERMAGNET

Код	ГЕО		R , км	$B_{\max}$, нТл
	Широта	Долгота		
PHU	21.03° N	105.96° E	~ 1040	~ 5
DLT	11.95° N	108.48° E	~ 1740	~ 5
HYB	17.42° N	78.55° E	~ 1890	~ 5
IRT	52.27° N	104.45° E	~ 3440	~ 7
GAN	0.6946° S	73.1537° E	~ 3530	~ 4
KNY	31.42° N	130.88° E	~ 3610	~ 4
CKI	12.1875° S	96.8336° E	~ 3800	~ 4
NVS	54.85° N	83.23° E	~ 3800	~ 6
KAK	36.232° N	140.186° E	~ 4540	~ 5
ARS	56.433° N	58.567° E	~ 4890	~ 6
MMB	43.91° N	144.19° E	~ 5030	~ 5
GUA	13.59° N	144.87° E	~ 5240	~ 3
LRM	22.22° S	114.1° E	~ 5300	~ 3
MHV	54.96° S	37.76° E	~ 6010	~ 3
GNG	31.356° S	115.715° E	~ 6300	~ 5

Сейсмический сигнал землетрясения 28.03.2025 г.

Сейсмическое событие сопровождалось мощными сейсмическими волнами, которые хорошо регистрировались на значительных расстояниях. В качестве примера на рис. 2 приведена цифровая запись сейсмического сигнала от землетрясения 28.03.2025 г., зарегистрированного в ЦГМ (расстояние ~ 6038 км от очага землетрясения). Анализ записи показал, что приход сигнала в ЦГМ в виде P -волны зарегистрирован в $\sim 06:30:15$ UTC. При этом следует иметь в виду, что сигнал на рис. 2 фактически представляет собой суперпозицию двух сейсмических сигналов, вызванных основным землетрясением и его максимальным афтершоком. Это усложняет волновой анализ, однако, при рассмотрении отклика в физических полях важным является только то, что максимальные амплитуды сейсмического сигнала зарегистрированы в период с $\sim 6:47$ до $\sim 07:03$ UTC, то есть в период прохождения через точку регистрации группы поверхностных волн.

² <http://www.wdc.nict.go.jp>

³ https://imag-data.bgs.ac.uk/GIN_V1/GINForms2

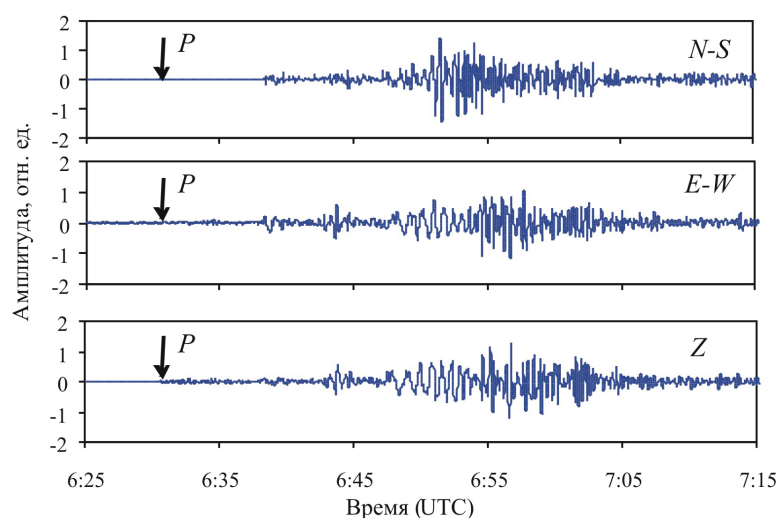


Рис. 2. Сейсмический сигнал, вызванный землетрясением 28.03.2025 г. (запись ЦГМ)

Микробарический эффект

Сопутствующие землетрясению 28.03.2025 г. акустические возмущения в виде микробарических колебаний проявились в ЦГМ дважды: сначала в виде акустических колебаний, вызванных движением земной поверхности в период прихода сейсмического сигнала, затем в виде инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу. Запись акустических колебаний, вызванных сейсмическими волнами, приведена на рис. 3.

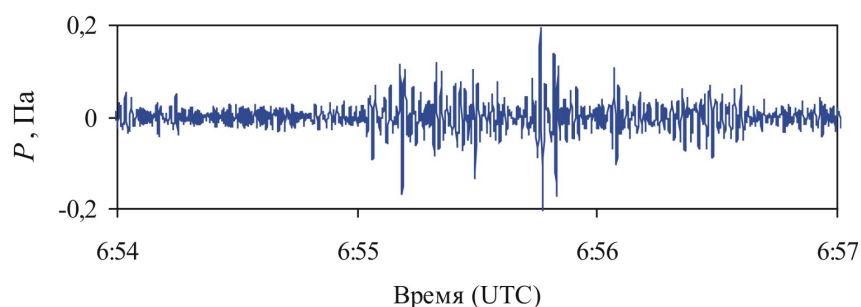


Рис. 3. Акустические колебания, вызванные сейсмическим сигналом, и зарегистрированные в ЦГМ

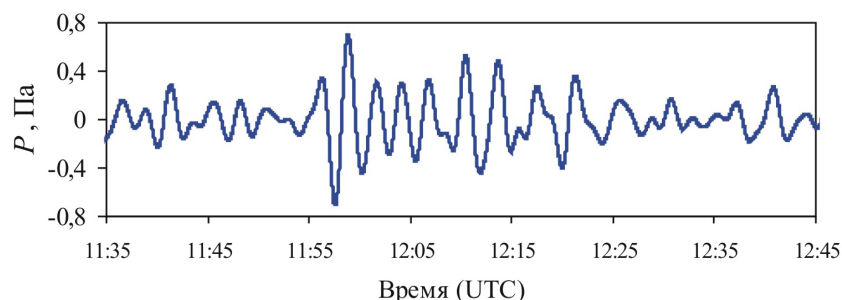


Рис. 4. Запись инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу (данные ЦГМ)

Из рис. 3 следует, что сопутствующие сейсмическому сигналу повышенные амплитудные вариации давления зарегистрированы в период с $\sim 06:55$ до $\sim 06:56$ UTC, то есть в период максимальных по амплитуде сейсмических движений в виде поверхностных волн, что в данном случае полностью соответствует механизму передачи возмущения от твердой земной коры атмосфере.

Акустическое возмущение, вызванное движением свободной поверхности в эпицентральной области очага землетрясения, проявилось в ЦГМ в виде инфразвуковой волны с частотой ~ 0.013 Гц и общей длительностью около 30 мин, распространяющейся по атмосферному волноводу (рис. 4).

Время прихода сигнала в ЦГМ $\sim 11:53:50$ UTC. Это определяет скорость его распространения по волноводу около 302 м/с, что соответствует диапазону скоростей распространения инфразвуковых волн [Куличков, 1987; Куличков и др., 2004].

Вариации магнитного поля в период землетрясения 28.03.2025 г.

Неоднократно отмечалось, что сильные землетрясения вызывают вариации магнитного поля на значительных расстояниях от очага сейсмического события [Адушкин, Спивак, 2023; Адушкин и др., 2023а; Спивак, Рябова, 2019]. Для подтверждения этого эффекта в настоящей работе анализировались данные магнитной регистрации, выполненной в ряде обсерваторий международной сети INTERMAGNET (рис. 5). В качестве примера на рис. 6 приведены вариации наиболее чувствительной к внешним возмущениям горизонтальной компоненты магнитной индукции B_x по данным ряда обсерваторий INTERMAGNET (дискретизация 1 мин). Из рис. 6 следует, что вызванные землетрясением вариации B_x имеют однотипный характер в виде отрицательной бухты длительностью ~ 25 мин.

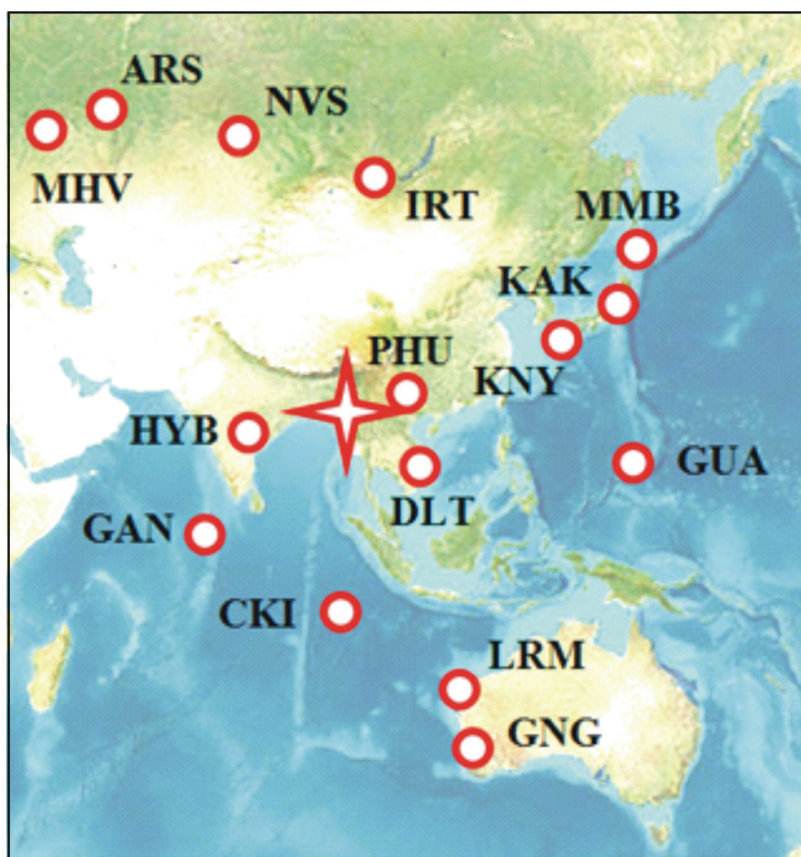


Рис. 5. Схема расположения магнитных обсерваторий (коды обсерваторий приведены в поле рисунка). Звездочкой отмечен эпицентр землетрясения

Необходимо особо отметить, что начало (спустя ~ 20 мин после основного толчка) и окончание возмущений магнитного поля зарегистрированы в близкие времена во всех обсерваториях вне зависимости от расстояния R . Максимальные амплитуды B_{max} вариаций компоненты B_x относительно тренда приведены в табл. 2, из которой следует, что вне зависимости от расстояния R максимальная амплитуда B_{max} заключена в узком интервале: 3–6 нТл. Синхронность и сравнимость амплитуд вызванных магнитных вариаций в широком диапазоне расстояний свидетельствуют о наличии единого источника магнитных возмущений и высокой скорости распространения возмущающего сигнала.

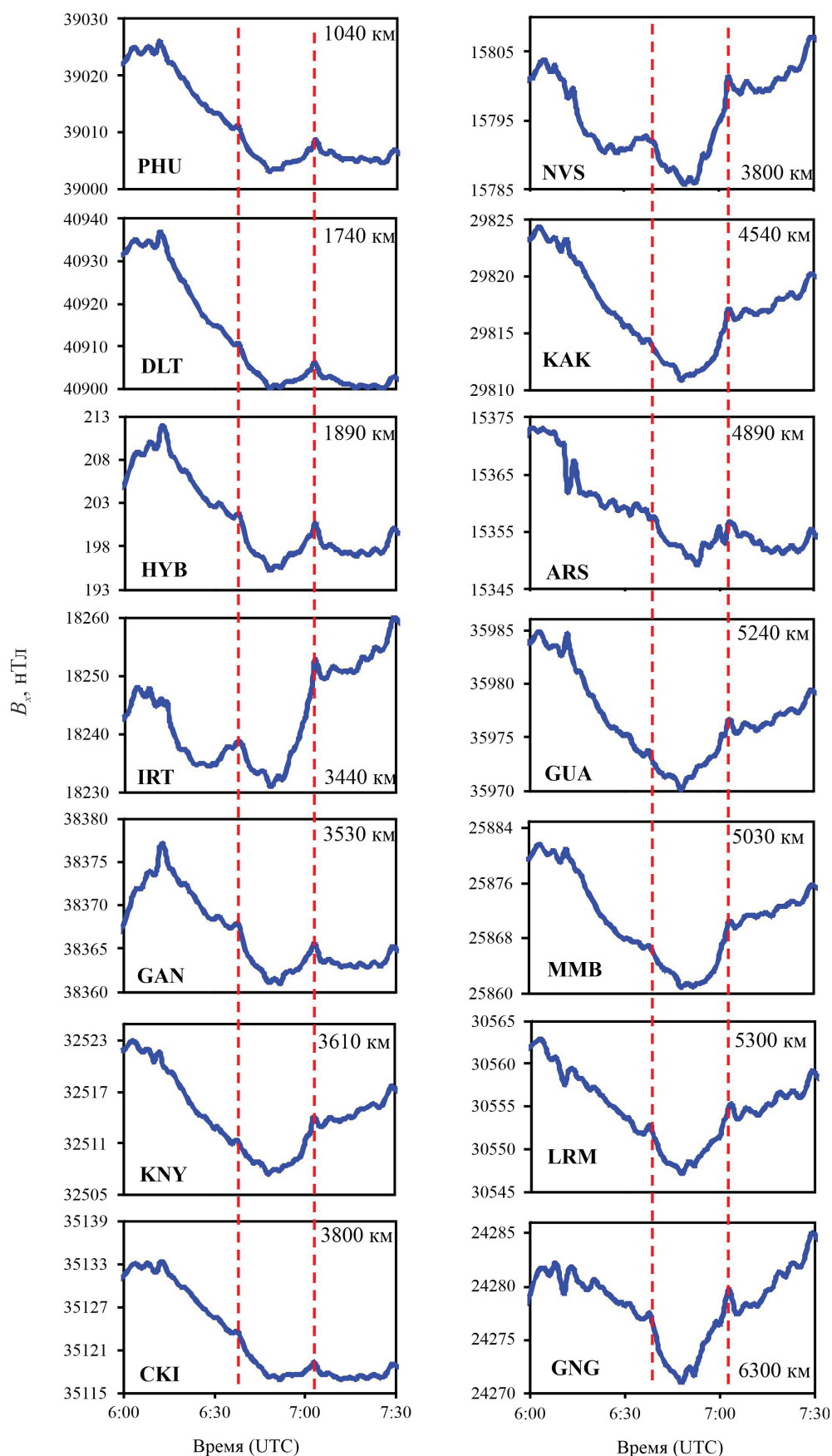


Рис. 6. Вариации компоненты B_x индукции геомагнитного поля, вызванные землетрясением 28.03.2025 г. (коды магнитных обсерваторий и расстояния R до очага землетрясения приведены в поле рисунков). Вертикальными пунктирными линиями обозначен период вызванных магнитных вариаций

Следует также отметить, что зарегистрированное время запаздывания, вызванного землетрясением магнитного эффекта относительно основного толчка, сравнимо со временем пробега расстояния, кратного размеру Земли. Это может свидетельствовать, как отмечалось ранее [Адушкин, Спивак, 2023; Адушкин и др., 2023б], о возможности сильных землетрясений оказывать влияние на главное магнитное поле Земли путем возмущения устоявшихся движений токопроводящей среды и электрофизических свойств астеносферы и земной коры, а также в результате прямого воздействия сейсмических волн на геодинамо (на процессы в жидком ядре Земли).

С большей детальностью (дискретизация 1 с) магнитные вариации, вызванные землетрясением 28.03.2025 г. в Мьянме, представлены измерением в МНУ. Результаты регистрации магнитного поля в МНУ показывают, что землетрясение вызвало вариации компонент магнитной индукции, как это наблюдалось и в обсерваториях сети INTERMAGNET, примерно через 20 мин после основного толчка (рис. 7).

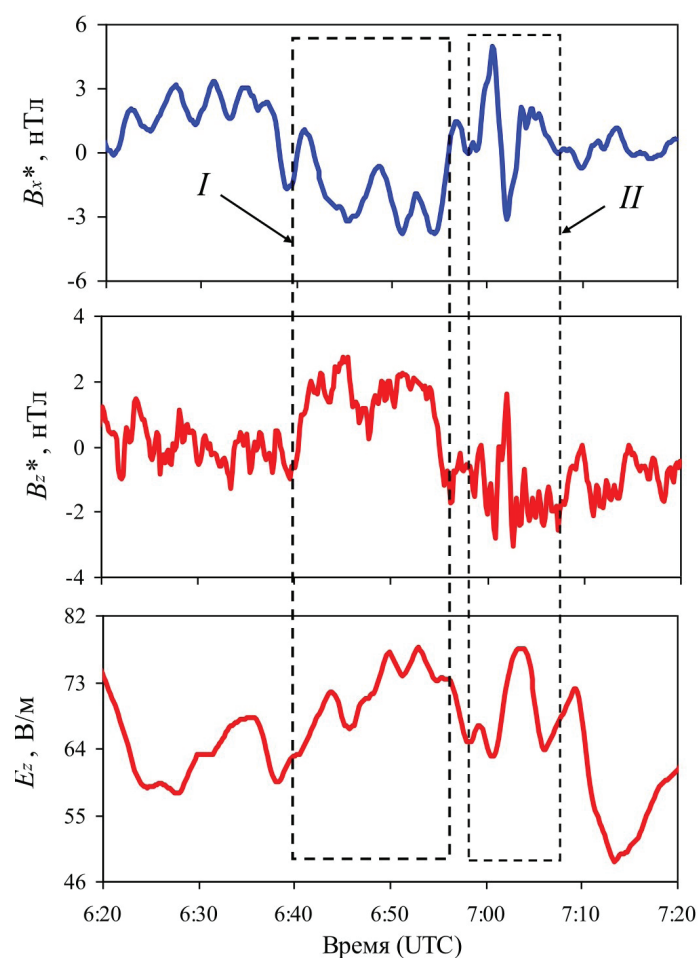


Рис. 7. Вариации горизонтальной (север-юг) и вертикальной компоненты индукции магнитного поля относительно тренда (обозначены, соответственно, как B_x^* и B_z^*) в МНУ в период землетрясения 28.03.2025 г. Нижняя панель – вариации вертикальной компоненты электрического поля; I , II – участки записи

Из рис. 7 следует, что землетрясение вызвало в целом бухтообразное изменение во временном ходе амплитуды магнитного поля общей длительностью около 28 мин. При этом при желании можно выделить на записи два участка I (с ~ 06:40 до ~ 06:55 UTC) и II (с ~ 06:55 до ~ 07:08 UTC), отличающиеся по характеру вариации амплитуды: I – хорошо выраженная бухта и II – знакопеременные вариации. Естественно предполагать, что участки записи I и II могут относиться к возмущениям, вызванным, соответственно, основным событием и его максимальным афтершоком.

Наряду с магнитными возмущениями, связанными с основным толчком, зарегистрированы геомагнитные вариации в период прихода в точку регистрации инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу. В данном случае такие вариации зарегистрированы в МНВ, расположенной на расстоянии ~ 6010 км от эпицентра землетрясения 28.03.2025 г. в Мьянме (рис. 8). Из рис. 8 видно, что указанное акустическое возмущение вызвало, в частности,

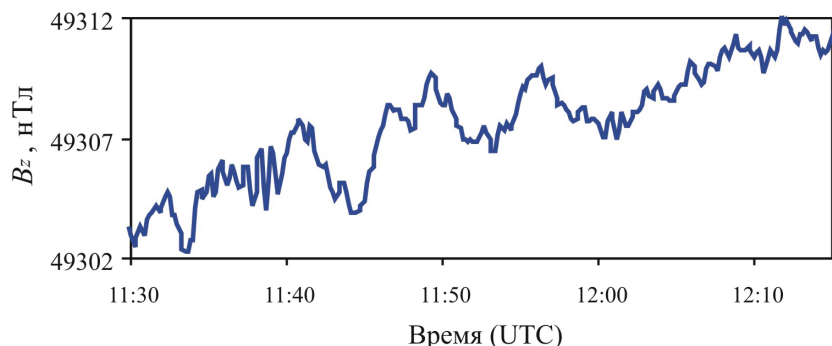


Рис. 8. Вариации вертикальной компоненты индукции магнитного поля в МНВ в период прихода инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу

знакопеременные вариации вертикальной компоненты индукции магнитного поля в МНВ амплитудой около 4 нТл и длительностью около 20 мин. При этом можно выделить характерный период колебаний длительностью около 10 мин.

Электрический эффект землетрясения 28.03.2025 г.

Имеющиеся данные свидетельствуют о наличии электрического эффекта при сильных землетрясениях [Адушкин и др., 2023а]. В нашем случае электрический эффект зарегистрирован как в период землетрясения, так и в период прихода инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу. И в том, и в другом случае электрический эффект практически совпадает по времени с магнитным эффектом.

Вариации вертикальной компоненты атмосферного электрического поля E_z в период землетрясения приведены на рис. 7. Видно, что землетрясение сопровождалось в целом бухтообразным увеличением амплитуды E_z . Тем не менее, можно, по аналогии с вариациями магнитных компонент, выделить участки записи I (с $\sim 06:40$ до $\sim 06:55$ UTC) и II (с $\sim 06:55$ до $\sim 07:08$ UTC), отличающиеся по характеру вариации амплитуды E_z . Так же, как и в случае магнитного эффекта можно предполагать, что участки записи I и II относятся к возмущениям, вызванным, соответственно, основным событием и его афтершоком.

Электрический эффект, вызванный приходом в точку регистрации инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу, приведен на рис. 9. Запись вариаций E_z на рис. 9 свидетельствует о том, что инфразвуковой сигнал вызвал заметные вариации электрического поля амплитудой до ~ 14 В/м, причем достаточно протяженные по времени.

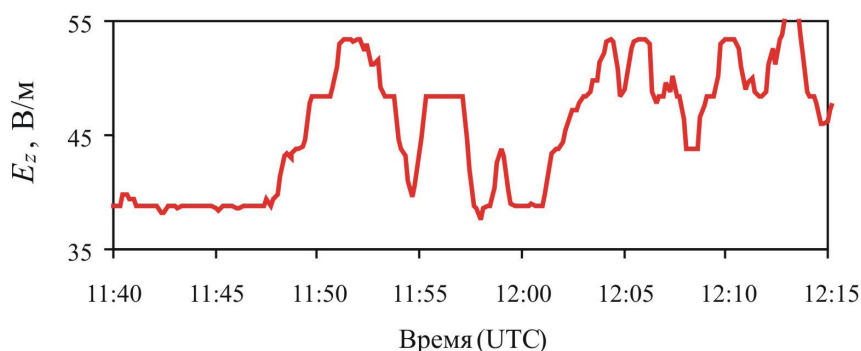


Рис. 9. Вариации вертикальной компоненты атмосферного электрического поля в приземной атмосфере МНВ в период прихода инфразвукового сигнала, распространяющегося по атмосферному волноводу

Этот эффект, как и выше отмеченные, сопутствующие сильному землетрясению в Мьянме, требует проведения специальных более детальных исследований, которые могут пролить свет на их источники и механизмы.

Отклик F2 слоя ионосферы

Ионосферный отклик на землетрясение 28.03.2025 г. в Мьянме рассматривался в виде вариации критической частоты F2 слоя ионосферы f_0F2 . Результаты обработки ионограмм станции наземного зондирования ионосферы Окинава, выполненной в настоящей работе, представлены на рис. 10.

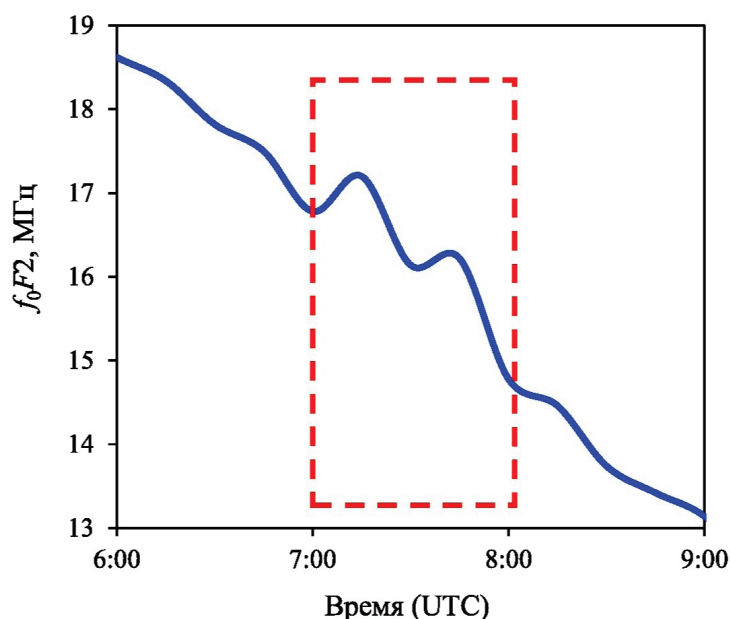


Рис. 10. Вариации критической частоты f_0F2 в период землетрясения (по результатам обработки данных станции ионосферного зондирования Окинава за 28.03.2025 г.)

Из рис. 10 видно, что основной толчок магнитудой 7.7 и последующий за ним афтершок с магнитудой 6.7 вызвали вариации критической частоты f_0F2 в виде двух положительных бухт в период с $\sim 07:00$ до $\sim 07:30$ UTC и с $\sim 07:30$ до $\sim 08:00$ UTC. Вариации f_0F2 с максимальной амплитудой ~ 0.4 МГц развивались на фоне суточного понижения f_0F2 . Период вариаций составил ~ 30 мин. Анализ ионограмм, полученных на станции наземного зондирования ионосферы Окинава, с использованием данных работ [Адушкин и др., 2024а,б; Рябова, Шалимов, 2024] позволяет сделать заключение о том, что ионосферные возмущения с большой вероятностью могут быть связаны с приходом сейсмических волн Релея, являющихся источником акустических колебаний.

Влияние землетрясения на точность позиционирования GPS

Возмущения геофизической среды в период землетрясения в Мьянме оказали влияние на точность функционирования Глобальной навигационной спутниковой системы GPS. Действительно, результаты инструментальных наблюдений свидетельствуют о том, что период землетрясения характеризуется увеличением ошибки оперативного⁴ позиционирования GPS. Вариации ошибки позиционирования GPS в период землетрясения 28.03.2025 г. E_{rr} приведены на рис. 11. Из рис. 11 следует, что амплитуда вызванных землетрясением вариаций ошибки E_{rr} позиционирования GPS достигает не менее 9 м.

Вопрос о возможных механизмах влияния землетрясения на ошибку позиционирования GPS остается на данном этапе открытым. Необходимо иметь в виду, что анализ отклика любой Глобальной

⁴ При отсутствии времени на прием эфемеридных поправок (так называемое псевдопозиционирование).

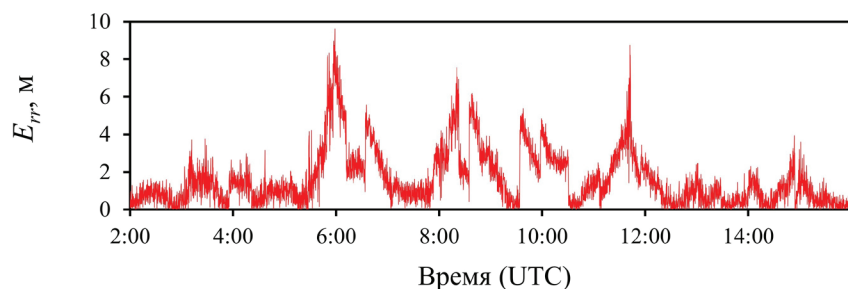


Рис. 11. Ошибка псевдопозиционирования в период землетрясения 28.03.2025 г. по данным MHN

навигационной спутниковой системы на внешние возмущения достаточно сложен. Снятие информации со спутников происходит во времени не простым образом: изменяется количество спутников, их положение и эфемеридные характеристики, формируются и исчезают возмущенные области ионосферы, через которые распространяются опорные сигналы с разных спутников. По этой причине в настоящее время возможна только констатация факта изменения ошибки позиционирования в период, близкий к периоду окончательного формирования очага и основному толчку землетрясения.

Заключение

Представленные в настоящей работе результаты инструментальных наблюдений за геофизическими эффектами сильного корового землетрясения в Мьянме в очередной раз подтверждают сложившиеся к настоящему времени представления о весьма непростом влиянии мощных процессов, происходящих в литосфере, на атмосферу и ионосферу. Не исключается, что именно в периоды сильных землетрясений интенсифицируются все процессы, определяющие энергетику межгеосферных связей и взаимодействий.

По мнению авторов, приведенные данные дополняют соответствующие базы данных по геофизическим эффектам сильных землетрясений и могут быть востребованы при разработке новых и верификации существующих моделей, всесторонне описывающих сейсмические явления, а также при анализе условий межгеосферных взаимодействий и воздействия на среду обитания сильных природных явлений и процессов.

Финансирование

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012700798-8).

Список литературы

- Адушкин В.В., Овчинников В.М., Санина И.А., Ризниченко О.Ю. «Михнево»: от сейсмостанции № 1 до современной геофизической обсерватории // Физика Земли. 2016. № 1. С. 108–119. <https://doi.org/10.7868/S0002333715060010>
- Адушкин В.В., Спивак А.А. Эффект влияния сильных землетрясений на геодинамо // Доклады российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Т. 511. № 1. С. 61–64. <https://doi.org/10.31857/S268673972360008X>
- Адушкин В.В., Рыбнов Ю.С., Рябова С.Ф., Спивак А.А., Тихонова А.В. Геофизические эффекты серии сильных землетрясений в Турции 06.02.2023 г. // Физика Земли. 2023а. № 6. С. 142–152. <https://doi.org/10.31857/S0002333723060017>
- Адушкин В.В., Спивак А.А., Рыбнов Ю.С., Тихонова А.В. Магнитный эффект двойного землетрясения 16.03.2022 г. (Япония). Результаты наблюдений // Физика Земли. 2023б. № 5. С. 159–168. <https://doi.org/10.31857/S0002333723050010>
- Адушкин В.В., Спивак А.А., Рябова С.А., Тихонова А.В. Геомагнитный и ионосферный эффекты двух последовательных сильных землетрясений в Марокко 08.09.2023 г. // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2024а. Т. 515. № 1. С. 118–123. <https://doi.org/10.31857/S2686739724030144>
- Адушкин В.В., Спивак А.А., Рябова С.А., Тихонова А.В. Магнитный и ионосферный эффекты серии сильных землетрясений 02–03 апреля 2024 г. (Тайвань) // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2024б. Т. 518. № 2. С. 329–334. <https://doi.org/10.31857/S2686739724100146>

Куличков С.Н. О распространении волн Лэмба в атмосфере вдоль земной поверхности // Известия АН СССР. Физика атмосферы и океана. 1987. Т. 23. № 12. С. 1251–1261.

Куличков С.Н., Авилов К.В., Буш Г.А., Попов О.Е. и др. Об аномально быстрых инфразвуковых приходах на больших расстояниях от наземных взрывов // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2004. Т. 40. № 1. С. 3–12. <https://elibrary.ru/ovzpxb>

Спивак А.А., Рябова С.А. Геомагнитные вариации при сильных землетрясениях // Физика Земли. 2019. № 6. С. 3–12. <https://doi.org/10.31857/S0002-3337201963-12>

Рыбнов Ю.С., Крашенинников А.В., Локтев Д.Н., Рыбнов С.Ю., Соловьев С.П., Спивак А.А. Развитие системы комплексных инструментальных наблюдений за геофизическими полями в Центре геофизического мониторинга Москвы ИДГ РАН // Сейсмические приборы. 2023. Т. 59. № 1. С. 33–47. <https://doi.org/10.21455/si2023.1-3>

Рябова С.А., Шалимов С.Л. Об ионосферном отклике землетрясений на Филиппинах с ноября по декабрь 2023 г. // Физика Земли. 2024. № 6. С. 52–63. <https://doi.org/10.31857/S0002333724060038>

Abe K., Noguchi S. Revision of magnitudes of large shallow earthquakes, 1897–1912 // Physics of the Earth and Planetary Interiors. 1983. Vol. 33 (1). P. 1–11. [https://doi.org/10.1016/0031-9201\(83\)90002-X](https://doi.org/10.1016/0031-9201(83)90002-X)

DISTURBANCE OF THE GEOPHYSICAL ENVIRONMENT DURING STRONG 7.7 EARTHQUAKE IN MYANMAR ON MARCH 28, 2025

© 2025 V. V. Adushkin, A. A. Spivak*, D. N. Loktev, S. A. Riabova, Yu. S. Rybnov, S. P. Soloviev, A. V. Tikhonova**

Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**E-mail: spivak@idg.ras.ru*

***E-mail: riabovasa@mail.ru*

We consider the results of instrumental registration of geophysical effects in the surface atmosphere caused by a strong 7.7 earthquake in Myanmar on March 28, 2025. It is shown that the earthquake caused microbaric variations in the atmosphere, as well as variations in the magnetic and electric fields at significant distances from the seismic event source. In this case, the disturbance of the magnetic and electric fields is recorded both during the period of the main shock and during the arrival at the observation point of the infrasound signal propagating in the atmospheric waveguide. It was found that the earthquake led to an increase in the GPS positioning error at an epicentral distance of ~ 6008 km from the earthquake source. The analysis of the results of ionospheric sounding of free access obtained at the Okinawa station showed the presence of the ionospheric earthquake effect in the form of a variation in the critical frequency of the ionospheric $F2$ layer. These data once again demonstrate the influence of phenomena and processes occurring in the lithosphere on the atmosphere and ionosphere.

Keywords: earthquake, instrumental observations, acoustic signal, electric field, magnetic field, critical frequency of the ionospheric $F2$ layer, variation, GPS positioning error.