

УДК 550.38+550.34

ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ГЕОДИНАМО

© 2023 г. Академик РАН В. В. Адушкин^{1,*}, А. А. Спивак^{1,**}

Поступило 16.01.2023 г.

После доработки 20.02.2023 г.

Принято к публикации 13.03.2023 г.

С использованием данных магнитных наблюдений, выполненных в обсерваториях сети INTERMAGNET в период двойного землетрясения 16.03.2022 г. (Япония), продемонстрирован глобальный характер вызванных геомагнитных вариаций. Их синхронность и сопоставимая амплитуда в широком диапазоне расстояний от 210 до ~10000 км, время запаздывания относительно рассматриваемых сейсмических событий (~55 мин) и преимущественный период вариаций ~30 мин свидетельствуют о том, что источником является геодинамо, возмущенное воздействием сейсмических волн, распространяющихся вглубь Земли.

Ключевые слова: землетрясение, геомагнитное поле, вариации, магнитное геодинамо

DOI: 10.31857/S268673972360008X, **EDN:** RXCQLY

Вариации магнитного поля Земли характеризуются широким диапазоном периодов и амплитуд [1, 2]. Источниками геомагнитных вариаций является достаточно широкий круг геофизических явлений и процессов, протекающих на Земле: от возмущений турбулентного режима течений вещества в жидком ядре Земли до падения космических тел. Одним из наиболее интересных источников геомагнитных вариаций являются землетрясения [3–5]. При этом следует отметить, что, несмотря на имеющиеся данные, характеризующие возмущение магнитного поля Земли при землетрясениях, ощущается определенный недостаток наблюдательного материала, необходимого при установлении конкретных механизмов, и в ряде случаев источников вызванных геомагнитных вариаций, а также при разработке и верификации феноменологических и численных моделей, адекватно описывающих сопутствующие землетрясениям геофизические эффекты.

В настоящей работе рассматривается магнитный эффект сильных землетрясений на примере уникального события: двух подводных землетрясений магнитудой 6.0 и 7.3, произошедших 16.03.2022 г. в близкие времена (соответственно в 14:34 и 14:36 UTC) с расстоянием между очагами ~11 км (табл. 1).

В качестве исходных данных использовались результаты инструментальных наблюдений за вариациями индукции магнитного поля Земли, выполненных в ряде обсерваторий сети INTERMAGNET (табл. 2) [6]. Магнитные наблюдения 16.03.2022 г. в период землетрясений выполнялись в условиях спокойной геомагнитной обстановки (табл. 3), что значительно облегчило анализ магнитного эффекта, вызванного рассматриваемыми сейсмическими событиями.

Анализ данных показал, что в период, близкий к временам главных ударов, во всех магнитных обсерваториях зарегистрированы характерные вариации магнитного поля Земли. В качестве примера на рис. 1 приведены вариации наиболее чувствительной к внешним возмущениям горизонтальной компоненты индукции магнитного поля в направлении север–юг за вычетом тренда B^* .

В частности, из рис. 1 следует, что спустя примерно 55 мин после главных ударов практически одновременно во всех обсерваториях в ~15:30 UTC землетрясения вызвали знакопеременные вариации магнитного поля с периодом ~30 мин. При этом важно отметить, что амплитуда указанных вариаций по данным большинства обсерваторий заключена в достаточно узком интервале 3–8 нТл (табл. 2).

Наблюдаемая высокая синхронность магнитных возмущений в период после главных ударов в широком диапазоне расстояний R от 210 до ~10000 км свидетельствует в данном случае о наличии глобального возмущающего источника. С учетом времени запаздывания, сопоставимого

¹ Институт динамики геосфер им. академика М.А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия

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

**E-mail: aaspiyak100@gmail.com

Таблица 1. Характеристика землетрясений

№ п/п	Дата	Время (UTC)	Магнитуда	Географические координаты		Глубина, км
				Широта	Долгота	
1	16.03.2022	14:34:27	6.0	37.647°N	141.674°E	57
2	16.03.2022	14:36:33	7.3	37.730°N	141.595°E	59

Таблица 2. Данные по магнитным обсерваториям

Код	Принадлежность	GEO		R, км	B*, нТл
		Широта	Долгота		
КАК	Япония	36.232°N	140.186°E	210	~3
MMB	Япония	43.91°N	144.19°E	725	~4
KNY	Япония	31.42°N	130.88°E	1205	~8
KHB	Россия	47.61°N	134.69°E	1240	~5
CYG	Корея	36.37°N	126.854°E	1320	~4
PET	Россия	52.971°N	158.248°E	2125	~6
MGD	Россия	60.051°N	150.728°E	2570	~8
YAK	Россия	61.960°N	129.660°E	2815	~7
KDU	Австралия	12.69°S	132.47°E	5685	~3
CTA	Австралия	20.090°S	146.264°E	6450	~4
ASP	Австралия	23.762°S	133.883°E	6880	~3
CNB	Австралия	35.32°S	149.36°E	8155	~6
EYR	Нов. Зеландия	43.47°S	172.393°E	9545	~6

Таблица 3. Индексы магнитной активности K_p (по данным International Service of Geomagnetic Indices (ISGI)) за 16.03.2022 г.

Индекс	Время (UTC)							
	0–3	3–6	6–9	9–12	12–15	15–18	18–21	21–24
K_p	1	0	1	1	2	2	2	2

со временем пробега сейсмическим сигналом расстояния, равного размеру Земли, и периода знакопеременных вариаций магнитного поля, составляющими примерно половину от времени запаздывания, представляется естественным предполагать, что источником геомагнитных вариаций в данном случае является геодинамо, возмущенное сейсмическими волнами, которые распространялись вглубь Земли.

Об этом также свидетельствует достаточно узкий, как отмечено выше, диапазон амплитуд маг-

нитных возмущений, вызванных рассматриваемым событием на значительно отличающихся расстояниях от 210 до ~10000 км (табл. 2).

Действительно, представляется весьма вероятным, что сейсмические волны, вызванные сильными, практически одновременно произошедшими землетрясениями на сопоставимых глубинах, складываясь при распространении вглубь Земли, оказывают влияние на турбулентные движения в жидком ядре Земли и, таким образом, возмущают геодинамо.

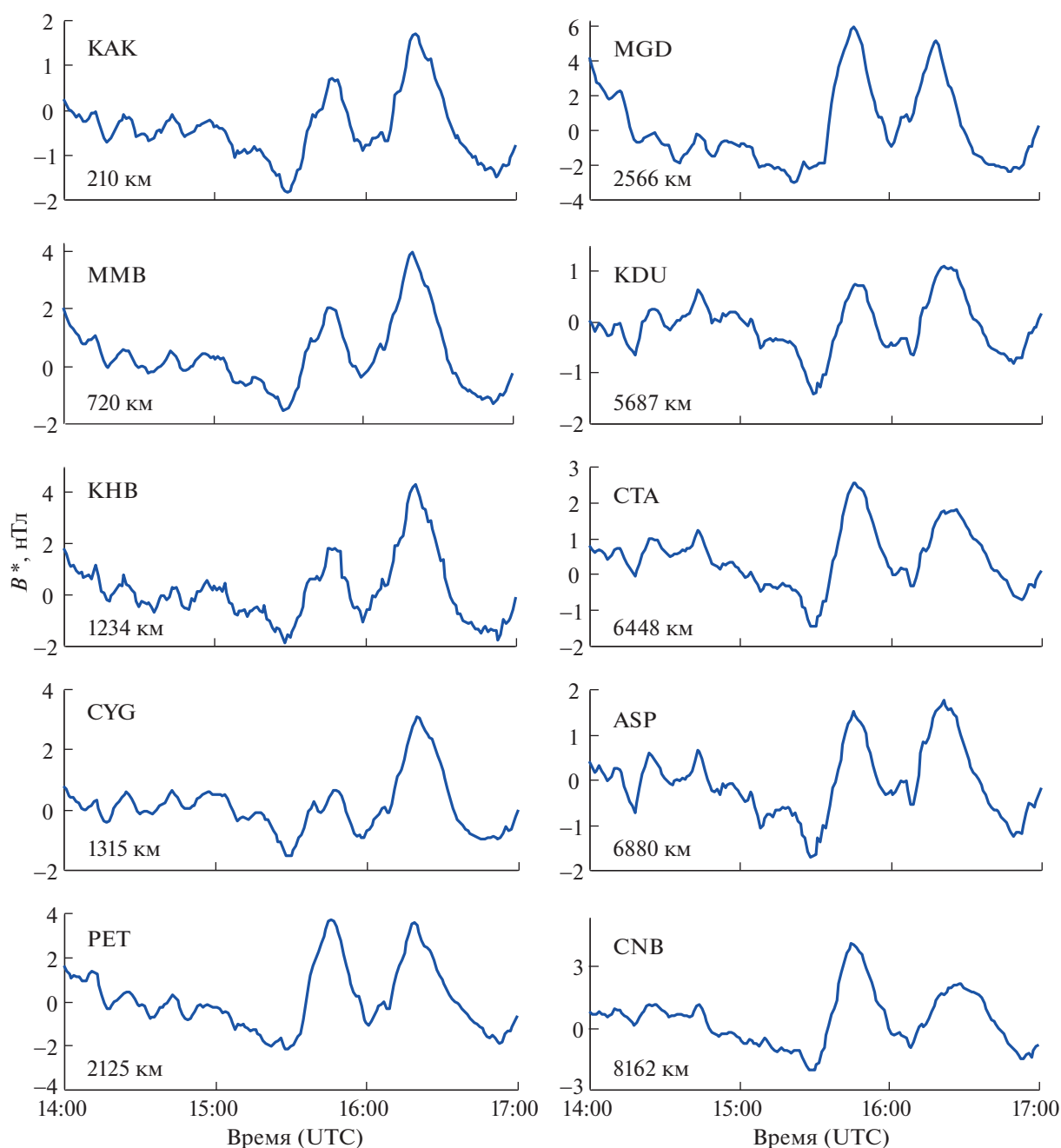


Рис. 1. Вариации магнитного поля Земли в период двойного землетрясения 16.03.2022 г.

Полученные данные позволяют рассматривать вопрос о выделении в отдельную группу землетрясений, оказывающих глобальное влияние на вариации магнитного поля Земли на основе механизма возмущения магнитного геоинамо сейсмическими волнами.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены в рамках Государственного задания № 122032900185-5 “Проявление процес-

сов природного и техногенного происхождения в геофизических полях”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адушкин В.В., Рябова С.А., Спивак А.А. Геомагнитные эффекты природных и техногенных процессов. М.: ГЕОС, 2021. 264 с.
2. Троицкая В.А., Гульельми А.В. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы // Успехи физических наук. 1969. Т. 97. С. 453–494.

3. Спивак А.А., Рябова С.А. Геомагнитные вариации при сильных землетрясениях // Физика Земли. 2019. № 6. С. 3–12.
4. Hattori K. ULF Geomagnetic changes associated with large earthquakes // TAO. 2004. V. 15. No 3. P. 329–360.
5. Utada H., Shimizu H., Ogawa T., Maeda T., Furumura T., Yamamoto T., Yamazaki N., Yoshitake Y., Nagamachi S. Geomagnetic field changes in response to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake and Tsunami // Earth and Planetary Science Letters. 2011. V. 311. P. 11–27.
6. <https://www.intermagnet.org/index-eng.php>

EFFECT OF STRONG EARTHQUAKES ON THE GEODYNAMO

Academician of the RAS V. V. Adushkin^{a,#} and A. A. Spivak^{a,##}

^a *Sadovsky Institute of Geosphere Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[#] *E-mail: adushkin@idg.ras.ru*

^{##} *E-mail: aaspivak100@gmail.com*

Using the data of magnetic observations performed at the INTERMAGNET network observatories during the period of the double earthquake on March 16, 2022 (Japan), the global nature of the induced geomagnetic variations was demonstrated. Their synchronism and comparable amplitude over a wide range of distances from 210 km to ~10000 km, the delay time relative to the considered seismic events (~55 min) and the predominant period of variations ~30 min indicate that the source is a geodynamo perturbed by the action of seismic waves propagating deep into the earth.

Keywords: earthquake, geomagnetic field, variations, magnetic geodynamo