

УДК 550.38:521.93

О ВЛИЯНИИ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ НА ГЛАВНОЕ ГЕОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

© 2025 г. А. А. Спивак*, Д. Н. Локтев, С. А. Рябова**, 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 совместные вариации магнитного поля и скорости вращения Земли. На основе результатов инструментальных наблюдений, выполненных в магнитных обсерваториях – Геофизической обсерватории «Михнево» ИДГ РАН и ряде обсерваторий международной сети INTERMAGNET, расположенных на удалении от главных магнитных аномалий Земли, и данных IERS о неравномерности вращения Земли показано, что в рассмотренных случаях индукция геомагнитного поля увеличивается с ростом скорости вращения Земли и, наоборот, уменьшается при ее падении. Получена количественная зависимость между абсолютной величиной вектора индукции геомагнитного поля и величиной LOD, равной разнице между наблюдаемой и эфемеридной длительностью суток.

Ключевые слова: геомагнитное поле, скорость вращения Земли, длительность суток, вариация, корреляционные связи.

Для цитирования: Спивак А.А., Локтев Д.Н., Рябова С.А., Тихонова А.В. О влиянии скорости вращения Земли на главное геомагнитное поле // Динамические процессы в геосферах. Т. 17. № 2. С. 54–65. https://doi.org/10.26006/29490995_2025_17_2_54

Введение

Магнитное поле Земли играет весьма важную роль в формировании условий среды обитания и деятельности человека. Изучение геомагнитного поля, и особенно его вариаций, представляет большой интерес с практической и научной точки зрения. Наряду с экранирующими свойствами, регулируемыми солнечно-земные взаимодействия, магнитное поле участвует в обеспечении навигации, позиционировании объектов, распространении радиосигналов и т.д. Одновременно с этим статические и динамические параметры магнитного поля отражают сложную динамику процессов, протекающих в глубинных областях Земли, что позволяет решать фундаментальные задачи, связанные с уточнением внутреннего строения планеты, оценкой значений физических величин, характеризующих свойства земного вещества, а также описывать источники и механизмы генерации самого магнитного поля [Гвишиани и др., 2019; Ohta et al., 2016] и др. Исследование вариаций магнитного поля необходимо при магнитотеллурических зондированиях Земли, а также при определении последствий влияния геомагнитного поля на здоровье человека и на сложные технические системы [Бердичевский, 1968; Бинги, Савин, 2003; Касинский и др., 2007; Kischvink et al., 1992; Zanetti, 2013].

Вариации магнитного поля Земли наблюдаются в широком диапазоне периодов. При этом вариации обуславливаются как эндогенными, так и экзогенными факторами глобального и локального характера [Адушкин и др., 2021; Гвишиани и др., 2019]. Наряду с выраженными периодическими и спорадическими возмущениями разной амплитуды отмечается наличие постоянного тренда геомагнитного поля [Бондарь и др., 2003; Рябова, Спивак, 2019].

С учетом современных представлений об источнике главного магнитного поля Земли в виде геодинамо и сложном характере процессов, протекающих в жидком ядре Земли, которые, собственно, и определяют генерацию главного магнитного поля, представляет большой интерес вопрос, связанный с возможным влиянием скорости вращения Земли на индукцию магнитного поля.

Действительно, многочисленные результаты инструментальных наблюдений свидетельствуют о том, что неравномерность вращения Земли влияет на многие явления и процессы [Сидоренков, 2002; Lambeck, 1980]. С величиной скорости вращения Земли коррелирует усредненная вулканическая активность нашей планеты [Левин и др., 2019], глобальная сейсмичность Земли, миграция и кластеризация очагов землетрясений [Левин, Сасорова, 2015; Shauker et al., 2001]. При этом отмечается, что вариации скорости вращения Земли могут являться триггером сейсмических событий [Bendick, Bilham, 2017]. Неравномерность вращения Земли влияет на деформационные процессы в земной коре и литосфере, а в результате – на времена пробега сейсмических волн [Адушкин и др., 2010; Миллюков и др., 2011]. Известны также данные, свидетельствующие о влиянии скорости вращения Земли на частоту собственных колебаний Земли и на возникновение длиннопериодных квазипериодических вариаций главного геомагнитного поля [Демина и др., 2013; Спивак и др., 2023; Jin, Thomas, 1977]. В частности, в работе [Демина и др., 2013] были установлены синхронные изменения главного геомагнитного поля и флуктуаций скорости вращения Земли на периодах 68, 38 лет, 32, 24 и 22 года.

В настоящей работе рассматривается возможная связь между скоростью вращения Земли и геомагнитной индукцией.

Используемые данные

В качестве исходных данных привлекались результаты регистрации скорости вращения Земли из общедоступного каталога IERS (*The International Earth Rotation and Reference Systems Service*)¹ в виде традиционно используемой в этом случае величины LOD², равной разнице между наблюдаемой длительностью суток и длительностью эфемеридных («стандартных») суток $T^* = 86400$ сек с дискретностью 1 сут [Сидоренков, 2002]. Среднесуточная скорость вращения Земли и, следовательно, связанная с ней величина LOD не постоянны и изменяются со временем [Сидоренков, 2002; Тиссен, Малкин, 2021]. Имеющиеся данные позволяют оценивать изменение скорости вращения Земли (или LOD) при усреднении по разным временным интервалам. В качестве примера на рисунках 1 и 2 приведены соответственно длиннопериодные и короткопериодные вариации LOD для разных периодов времени³. Для анализа в настоящей работе был выбран период с 01.10.2015 до 01.10.2022 гг., который характеризуется хорошо выраженной тенденцией изменения LOD, в данном случае в сторону уменьшения (рис. 2, врезка).

Для характеристики магнитного поля Земли привлекались результаты инструментальных наблюдений за компонентами индукции магнитного поля, выполненных в Геофизической обсерватории «Михнево» ИДГ РАН (МНВ) и ряде магнитных обсерваторий международной сети INTERMAGNET с дискретностью 1 мин. В связи с наличием сильно выраженных суточных S_q вариаций магнитного поля (рис. 3) и отличающимися по характеру трендами отдельных компонент индукции магнитного поля [Адушкин и др., 2021; Рябова, Спивак, 2019], затрудняющими анализ геомагнитных вариаций в целом, в качестве величины, характеризующей изменения геомагнитного поля, было выбрано среднее за сутки абсолютное значение вектора индукции магнитного поля Земли

$$B^* = \langle B_f \rangle = \langle \sqrt{B_x(t) + B_y(t) + B_z(t)} \rangle, \quad (1)$$

где B_x , B_y и B_z – соответственно компоненты индукции геомагнитного поля в направлении СЮ, ВЗ и вертикально вниз.

Следует отметить, что в рассматриваемый период времени отмечаются два джерка, которые проявляются, главным образом, в изменении первой производной компонент магнитного поля с периодом 3–4 года [Riabova, Shalimov, 2024]. Конкретные даты с целью сопоставления вариаций

¹ <https://www.iers.org/>

² Length of the Day

³ Графики на рисунках 1 и 2 соответствуют графикам, приведенным в цитируемых источниках. По этой причине оси ординат на рисунках 1 и 2 не совпадают по направлению.

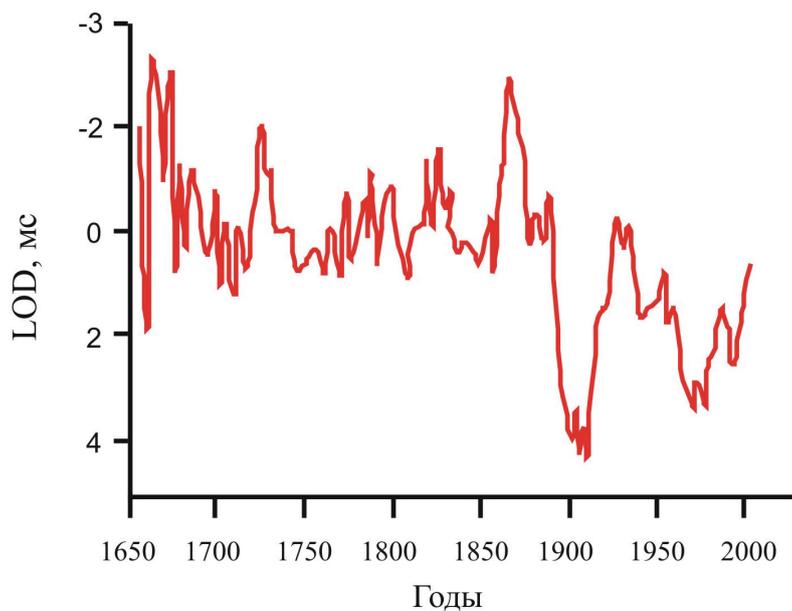


Рис. 1. Изменение длительности суток за 360 лет (адаптированный рис. 1 из [Сидоренков, 2004])

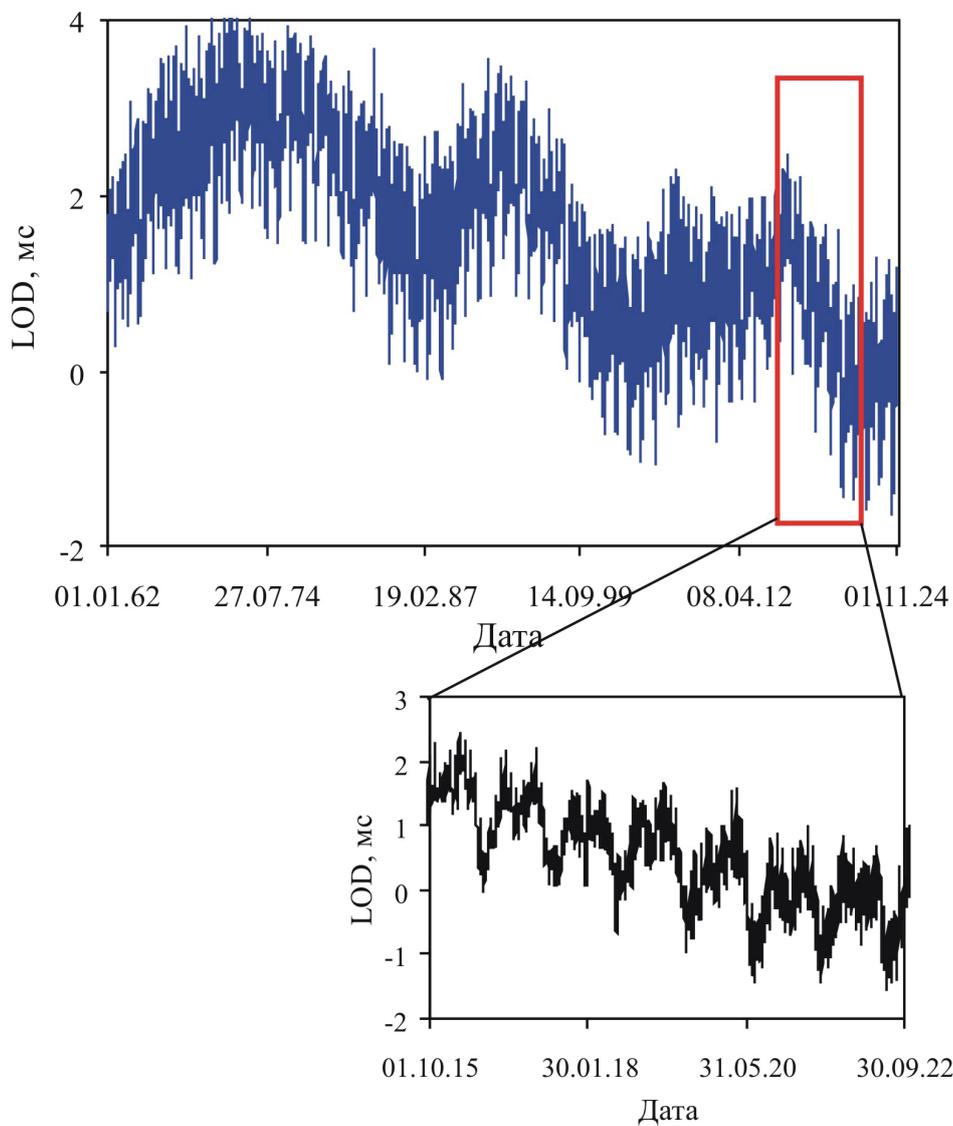


Рис. 2. Суточные вариации LOD за период с 01.01.1962 до 21.10.2024 гг. по данным IERS

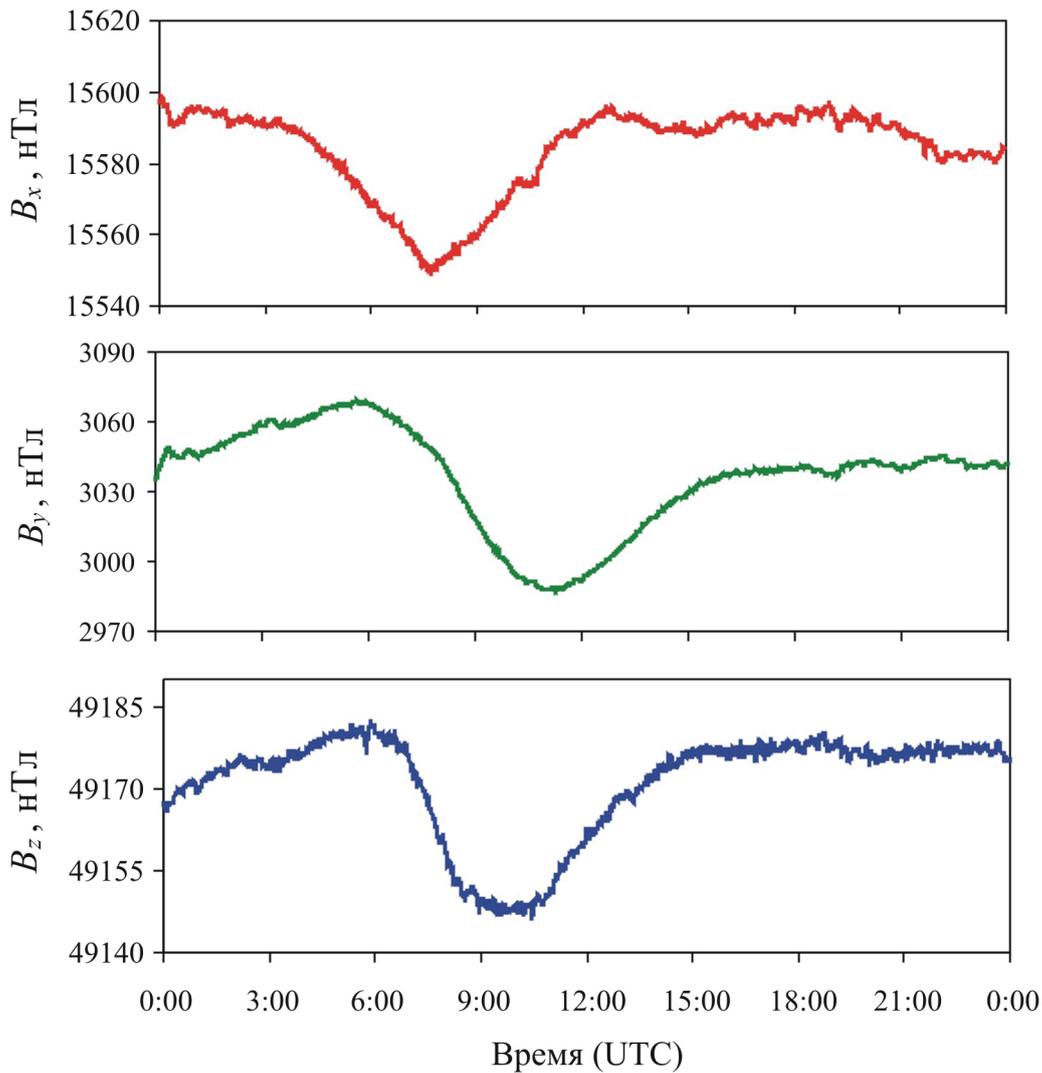


Рис. 3. Суточные вариации компонент магнитного поля Земли за 05.05.2023 г. по данным MHV

геомагнитного поля и LOD выбирались из условий низкой магнитной активности. Для этого анализировались данные о K индексах магнитной активности по данным MHV, а также Kp , AE и Dst индексах магнитной активности по данным, представленным на сайтах: <https://idg-comp.chph.ras.ru/~mikhnevo/>, https://xras.ru/magnetic_storms.html, https://isgi.unistra.fr/data_download.php. Для анализа были выбраны дни, в которые среднесуточные значения индексов активности не превышали естественные значения. Например, среднесуточное значение Kp – индекса магнитной активности не превышало 3. Для анализа выбирались даты случайным образом, но с условием, чтобы трендовые значения скорости вращения Земли значительно изменялись.

Результаты сопоставления вариаций магнитного поля и скорости вращения Земли

На первом этапе анализировались результаты инструментальных наблюдений, выполненных в среднеширотной обсерватории MHV. Полученная в этом случае зависимость $B^*(LOD)$ приведена на рис. 4. Данные рис. 4 свидетельствуют о хорошо выраженной тенденции к уменьшению абсолютной величины магнитного поля с увеличением LOD.

На следующем этапе с целью подтверждения полученной зависимости для MHV были проанализированы данные обсерваторий сети INTERMAGNET. Были выбраны 12 обсерваторий,

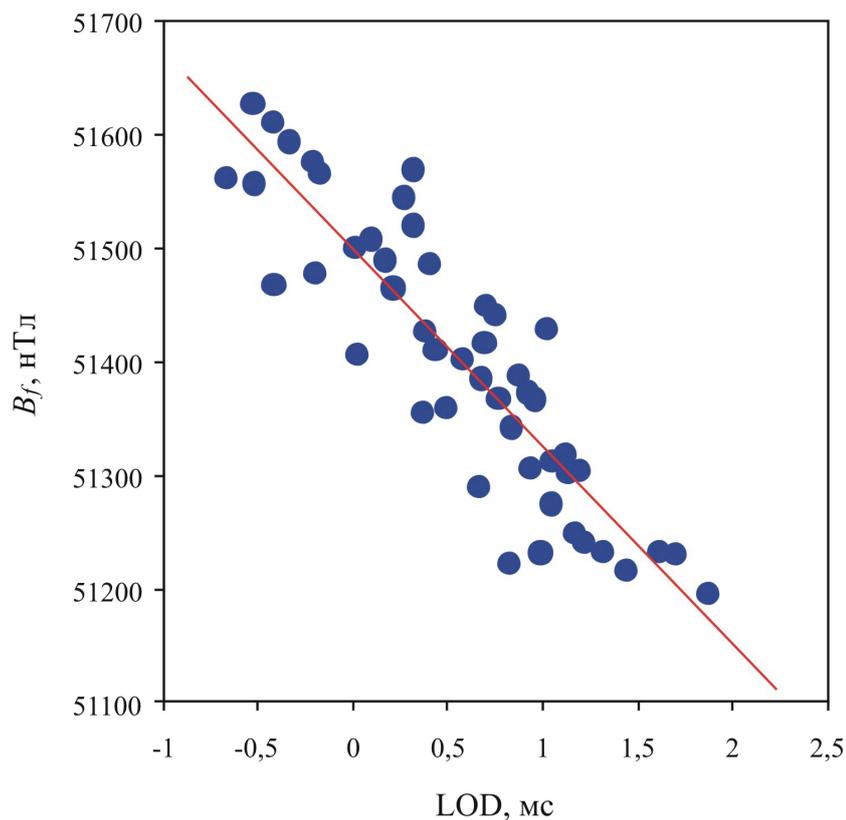


Рис. 4. Зависимость абсолютной величины вектора индукции геомагнитного поля от вариации LOD по данным MHV

Таблица 1

Данные магнитных обсерваторий

| Код | ГЕО | |
|-----|-----------|------------|
| | Широта, N | Долгота, E |
| ASC | -7.95° | 345.62° |
| BEL | 51.84° | 20.79° |
| GAN | -0.69° | 73.15° |
| GUI | 28.32° | 343.55° |
| HAD | 51.00° | 355.52° |
| HYB | 17.42° | 78.55° |
| LRM | -22.22° | 114.1° |
| LYC | 64.612° | 18.748° |
| MHV | 54.96° | 37.76° |
| MMB | 43.91° | 144.19° |
| SFS | 36.66° | 354.05° |
| SOD | 67.37° | 26.63° |
| TAM | 22.79° | 5.53° |

расположенных на удалении от главных магнитных аномалий (табл. 1, рис. 5). Значения B^* , рассчитанные по данным обсерваторий за выбранные сутки, приведены в таблицах 2 и 3 совместно со значениями LOD. Сопоставительный анализ данных из таблиц 2 и 3 показывает, что для событий, произошедших в

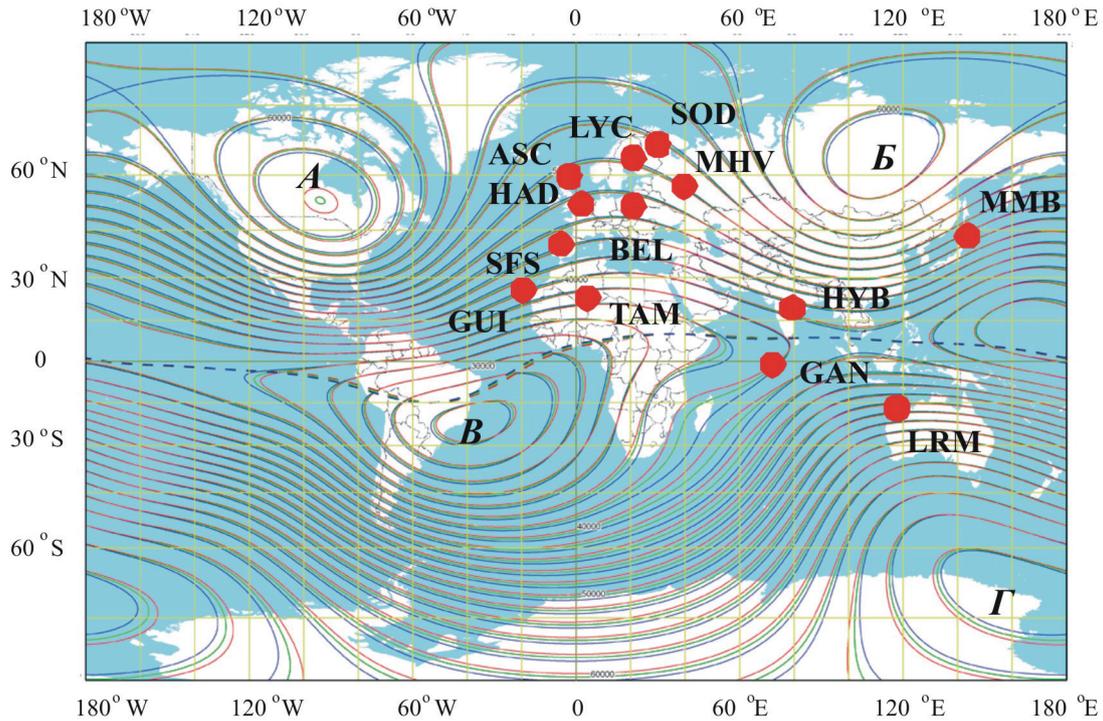


Рис. 5. Схема расположения магнитных обсерваторий (коды приведены в поле рисунка): А, Б, В и Г – соответственно Канадская, Сибирская, Бразильская и Южная аномалии геомагнитного поля

Таблица 2

Значения анализируемых параметров

| Дата | LOD, мс | B^* , нТл | | | | | |
|------------|---------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | BEL | HAD | MHV | MMB | LYC | SOD |
| 05.03.2016 | 1.8687 | 50262.763 | 48547.553 | 51196.37 | 49863.58 | 52241.09 | 52888.048 |
| 04.06.2016 | 1.4395 | 50273.375 | 48554.313 | 51216.1 | 49874.872 | 52296.792 | 52892.369 |
| 02.07.2016 | 0.8191 | 50279.823 | 48560.356 | 51223.18 | 49880.299 | 52299.169 | 52898.195 |
| 25.08.2016 | 0.9864 | 50278.955 | 48555.539 | 51232.59 | 49873.649 | 52296.158 | 52901.8 |
| 11.10.2016 | 1.3092 | 50292.014 | 48565.805 | 51233.74 | 49890.833 | 52316.901 | 52915.465 |
| 15.11.2016 | 1.698 | 50296.32 | 48569.85 | 51230.78 | 49892.403 | 52320.723 | 52917.837 |
| 12.12.2016 | 1.6027 | 50299.255 | 48570.819 | 51232.78 | 49896.523 | 52320.033 | 52914.275 |
| 30.01.2017 | 1.2204 | 50306.319 | 48574.328 | 51240.98 | 49900.776 | 52328.309 | 52926.35 |
| 25.02.2017 | 1.157 | 50307.376 | 48574.015 | 51248.18 | 49901.046 | 52320.141 | 52913.329 |
| 25.04.2017 | 2.2356 | 50315.084 | 48578.823 | 51264.13 | 49904.065 | 52329.1 | 52922.057 |
| 06.06.2017 | 1.0383 | 50323.811 | 48583.311 | 51274.59 | 49917.251 | 52339.731 | 52936.316 |
| 13.08.2017 | 0.6655 | 50329.166 | 48585.385 | 51290.24 | 49922.484 | 52337.518 | 52928.829 |
| 21.10.2017 | 1.1863 | 50347.463 | 48600.381 | 51303.99 | 49930.896 | 52363.206 | 52966.801 |
| 14.12.2017 | 1.1202 | 50354.188 | 48603.442 | 51303.24 | 49935.371 | 52367.429 | 52964.576 |
| 16.02.2018 | 0.9333 | 50359.071 | 48603.966 | 51307.1 | 49940.509 | 52376.791 | 52977.416 |
| 16.03.2018 | 1.0385 | 50360.089 | 48603.068 | 51312.72 | 49934.884 | 52367.188 | 52962.529 |
| 03.04.2018 | 1.1174 | 50363.638 | 48608.315 | 51318.93 | 49944.35 | 52374.872 | 52975.544 |
| 22.05.2018 | 0.831 | 50375.682 | 48614.441 | 51341.74 | 49952.477 | 52388.527 | 52990.392 |
| 19.07.2018 | 0.3678 | 50384.033 | 48621.767 | 51355.82 | 49954.44 | 52392.768 | 52991.782 |

Продолжение Таблицы 2

| | | | | | | | |
|------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 16.08.2018 | 0.4851 | 50385.945 | 48621.363 | 51359.87 | 49953.607 | 52371.008 | 52981.505 |
| 13.09.2018 | 0.7646 | 50394,03 | 48624,237 | 51368,44 | 49956,939 | 52391,779 | 52987,377 |
| 26.11.2018 | 0.9587 | 50405.216 | 48633.042 | 51367.2 | 49968.999 | 52413.6 | 53016.136 |
| 01.01.2019 | 0.9246 | 50412.643 | 48637.198 | 51372.56 | 49968.47 | 52421.867 | 53026.592 |
| 05.03.2019 | 0.6713 | 50420.832 | 48640.914 | 51386.1 | 49975.522 | 52425.775 | 53026.678 |
| 05.05.2019 | 0.8622 | 50428.491 | 48644.624 | 51387.94 | 49982.654 | 52435.568 | 53040.071 |
| 10.06.2019 | 0.5742 | 50439.597 | 48651.532 | 51402.32 | 49986.054 | 52443.836 | 53048.01 |
| 03.08.2019 | 0.0179 | 50445.28 | 48654.383 | 51407.1 | 49991.245 | 52450.039 | 53054.993 |
| 26.09.2019 | 0.4333 | 50454.123 | 48662.077 | 51411.84 | 49996.296 | 52447.511 | 53056.052 |
| 25.11.2019 | 0.693 | 50464.749 | 48667.997 | 51418.18 | 49998.06 | 52463.488 | 53067.442 |
| 05.01.2020 | 0.3738 | 50472.081 | 48673.321 | 51427.31 | 50003.102 | 52481.073 | 53076.559 |
| 18.01.2020 | 1.0112 | 50472.956 | 48672.909 | 51429.97 | 50004.584 | 52472.609 | 53078.716 |
| 15.03.2020 | 0.7473 | 50479.419 | 48677.029 | 51441.86 | 50008.841 | 52478.727 | 53085.606 |
| 12.04.2020 | 0.7018 | 50485.04 | 48680.679 | 51449.11 | 50008.929 | 52488.142 | 53094.165 |
| 04.06.2020 | 0.2062 | 50493.228 | 48684.91 | 51465.37 | 50017.578 | 52489.627 | 53093.643 |
| 27.06.2020 | -0.4183 | 50494.882 | 48686.89 | 51468.2 | 50015.412 | 52485.316 | 53087.659 |
| 21.08.2020 | -0.2055 | 50504.795 | 48693.23 | 51479.62 | 50023.007 | 52497.979 | 53101.308 |
| 22.10.2020 | 0.1624 | 50515.085 | 48696.77 | 51490.1 | 50021.299 | 52505.53 | 53114.529 |
| 08.12.2020 | 0.402 | 50523.92 | 48705.137 | 51486.93 | 50028.027 | 52517.47 | 53124.259 |
| 18.02.2021 | 0.0028 | 50536.859 | 48713.426 | 51500.04 | 50028.719 | 52547.472 | 53142.258 |
| 17.03.2021 | 0.0877 | 50539.861 | 48714.026 | 51508.59 | 50036.363 | 52541.599 | 53154.364 |
| 22.04.2021 | 0.3087 | 50544.985 | 48713.553 | 51520.43 | 50040.012 | 52534.528 | 53138.722 |
| 19.05.2021 | 0.2685 | 50548.606 | 48719.369 | 51544.8 | 50035.432 | 52525.085 | 53119.463 |
| 15.07.2021 | -0.5167 | 50556.897 | 48727.492 | 51557.72 | 50041.715 | 52539.158 | 53154.084 |
| 10.08.2021 | -0.6661 | 50560.271 | 48727.751 | 51562.35 | 50048.691 | 52546.485 | 53156.57 |
| 15.10.2021 | -0.1775 | 50574.732 | 48735.349 | 51565.85 | 50051.909 | 52559.02 | 53165.502 |
| 10.12.2021 | 0.3158 | 50584.46 | 48743.394 | 51569.19 | 50059.988 | 52571.09 | 53180.708 |
| 29.01.2022 | -0.2147 | 50591.489 | 48747.095 | 51577.88 | 50057.587 | 52568.233 | 53173.731 |
| 27.03.2022 | -0.3348 | 50600.66 | 48754.465 | 51594.48 | 50063.366 | 52582.87 | 53199.52 |
| 29.05.2022 | -0.4271 | 50609.966 | 48761.278 | 51610.95 | 50061.587 | 52585.619 | 53186.813 |
| 05.08.2022 | -0.5279 | 50615.695 | 48759.304 | 51628.42 | 50070.731 | 52587.732 | 53191.798 |

Таблица 3

(дополнение к Таблице 2)

| Дата | LOD, мс | B*, нТл | | | | | | |
|------------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | ASC | GAN | GUI | HYB | LRM | SFS | TAM |
| 05.03.2016 | 1.8687 | 28613.34 | 40033.93 | 35918.25 | 43282.43 | 52859.85 | 43016.67 | 37831.23 |
| 15.11.2016 | 1.698 | - | 40056.39 | 35908.87 | 43316.08 | - | 43028.27 | 37830.82 |
| 12.12.2016 | 1.6027 | 28640.99 | - | - | - | 52854.35 | - | - |
| 06.06.2017 | 1.0383 | - | 40093.68 | - | 43363.52 | - | 43051.7 | - |
| 13.08.2017 | 0.6655 | 28660.23 | - | 35915.9 | - | - | - | 37860.45 |
| 21.10.2017 | 1.1863 | - | - | - | - | 52847.53 | - | - |
| 16.03.2018 | 1.0385 | - | 40113.99 | - | - | - | 43058.39 | - |
| 03.04.2018 | 1.1174 | 28682.84 | - | 35922.16 | 43437.88 | - | - | - |

Продолжение Таблицы 3

| | | | | | | | | |
|------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 22.05.2018 | 0.831 | - | - | - | - | 52845.95 | - | 37896.03 |
| 13.09.2018 | 0.7646 | - | 40144.21 | - | - | - | - | - |
| 26.11.2018 | 0.9587 | - | - | - | 43495.48 | - | 43090.49 | - |
| 01.01.2019 | 0.9246 | 28782.64 | - | 35914.95 | - | 52846.97 | - | 37892.62 |
| 10.06.2019 | 0.5742 | - | 40212.03 | - | - | - | - | - |
| 03.08.2019 | 0.0179 | - | - | - | - | - | 43110.73 | - |
| 26.09.2019 | 0.4333 | - | - | 35915.42 | 43558.32 | 52857.57 | - | - |
| 25.11.2019 | 0.693 | 28720.22 | - | - | - | - | - | 37923.7 |
| 18.01.2020 | 1.0112 | - | 40260.18 | - | - | - | - | - |
| 12.04.2020 | 0.7018 | - | - | - | - | - | 43130.99 | - |
| 04.06.2020 | 0.2062 | 28725.25 | - | 35930.66 | 43615.31 | 52863.99 | - | 37944.74 |
| 21.08.2020 | -0.2055 | - | 40304.52 | - | - | - | - | - |
| 08.12.2020 | 0.402 | - | - | - | - | - | 43147.49 | - |
| 19.02.2021 | 0.0028 | - | - | 35913.61 | - | 52868.84 | - | 37944.92 |
| 17.03.2021 | 0.0877 | 28727.06 | - | - | 43657.81 | - | - | - |
| 22.04.2021 | 0.3087 | - | 40326.59 | - | - | - | - | - |
| 10.08.2021 | -0.6661 | - | - | - | - | - | 43171.6 | 37976.35 |
| 15.10.2021 | -0.1775 | 28726.36 | - | 35926.24 | 43697.2 | 52875.34 | - | - |
| 10.12.2021 | 0.3158 | - | 40372.54 | - | - | - | - | - |
| 05.08.2022 | -0.5279 | 28724.65 | - | 35935.21 | 43739.28 | 53191.8 | 43198.1 | 37996.86 |

периоды времени, характеризующиеся отрицательными значениями LOD (угловая скорость вращения Земли больше стандартной), индукция магнитного поля выше, и наоборот положительным значениям LOD соответствуют пониженные значения индукции магнитного поля.

В качестве примера на рис. 6 приведены совместно полученные зависимости $B^*(LOD)$ для ряда обсерваторий. Из графиков рис. 6 следует, что с увеличением угловой скорости вращения Земли величина геомагнитного поля увеличивается. Для практических оценок зависимость $B^*(LOD)$, полученную для условий рассмотренных обсерваторий, можно аналитически представить в виде:

$$B_f = a - b \cdot LOD \text{ нТл}, \quad (2)$$

где a и b – постоянные коэффициенты, отличающиеся для разных обсерваторий (табл. 4); LOD выражена в мс.

Таблица 4

Значения коэффициентов зависимости (2)

| Код обсерватории | Параметры | |
|------------------|-----------|--------------|
| | a , нТл | b , нТл/мс |
| ASC | 28723 | 46.7 |
| BEL | 50519 | 146.7 |
| GAN | 40328 | 161.9 |
| GUI | 35924 | 6.6 |
| HAD | 48702 | 88.8 |
| HYB | 43651 | 201.2 |
| MHV | 51499 | 173.9 |
| MMB | 50025 | 83.0 |

| | | |
|-----|-------|-------|
| LYC | 52511 | 130.2 |
| LRM | 52865 | 9.6 |
| SFS | 43144 | 67.2 |
| SOD | 53116 | 119.0 |
| TAM | 37947 | 65.1 |

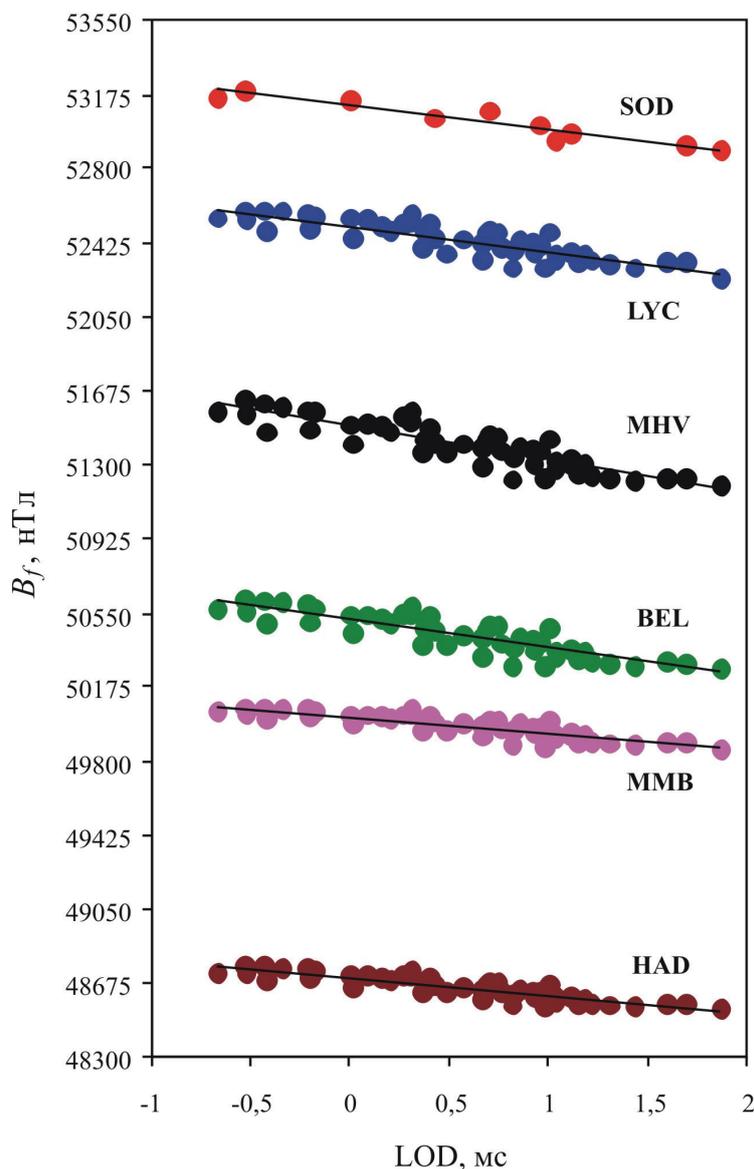


Рис. 6. Зависимость абсолютной величины вектора индукции геомагнитного поля от вариации LOD по данным ряда магнитных обсерваторий (коды обсерваторий приведены в поле рисунка)

Заключение

Полученные в настоящей работе данные свидетельствуют об имеющейся корреляции между вариациями геомагнитного поля и скоростью вращения Земли. В частности, коэффициент ранговой корреляции Спирмена, как мера корреляции между LOD и B^* , составляет для случаев, приведенных

в табл. 3, величину, близкую к 0.88, что свидетельствует о высокой тесноте связи между этими параметрами согласно шкале Чеддока.

В результате выполненных исследований предложена количественная связь между абсолютной величиной вектора индукции геомагнитного поля B^* и вариацией отклонения длительности суток от эфемеридного значения LOD для условий средних широт. Значения величины B^* изменяются по данным разных обсерваторий на $\sim 100\text{--}200$ нТл при изменении LOD на 1 мс. Здесь уместно подчеркнуть, что в работе использовались данные, полученные в средних широтах, где электродинамические процессы более стабильны в отличие от полярных и экваториальных широт [Клейменова и др., 2008; 2012]. Правда, при этом остается открытым вопрос, связанный с возможной зависимостью коэффициентов полученного соотношения (2) от широты. Этот и другие вопросы, связанные с влиянием скорости вращения Земли на характеристики ее магнитного поля, авторы планируют рассмотреть в более детальном виде при дальнейших исследованиях.

Авторы не претендуют на глобальное обобщение полученных результатов, не исключая того, что регистрируемое на земной поверхности магнитное поле и его вариации могут существенно зависеть от локальных геофизических и геологических условий. Вместе с тем авторы полагают, что полученные данные могут быть востребованы при разработке новых моделей и подходов к описанию магнитного поля Земли с учетом динамики внутренних геосфер.

Финансирование

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

Список литературы

- Адушкин В.В., Гамбурцева Н.Г., Нестеркина М.А., Санина И.А., Султанов Д.Д., Усольцева О.А. О связи вариаций времен пробега сейсмических волн с изменениями скорости вращения Земли // Физика Земли. 2010. № 3. С. 66–78. <https://elibrary.ru/loioyx>
- Адушкин В.В., Рябова С.А., Спивак А.А. Геомагнитные эффекты природных и техногенных процессов. М. : ГЕОС. 2021. – 264 с.
- Бердичевский М.Н. Электроразведка методом магнитотеллурического профилирования. М : Недра. 1968. – 255 с
- Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // Успехи физических наук. 2003. Т. 173. № 3. С. 265–300.
- Бондарь Т.Н., Головков В.П., Яковлева С.В. Вековая вариация геомагнитного поля на интервале 1980–2000 гг. // Геомагнетизм и аэрономия. 2003. Т. 43. № 6. С. 854–857. <https://elibrary.ru/opnwdr>
- Гвишиани А.Д., Лукьянова Р.Ю., Соловьев А.А. Геомагнетизм: от ядра Земли до Солнца М. : РАН. 2019. – 186 с.
- Демина И.М., Баталов П.Б., Королева Т.Ю. Синхронность изменений главного геомагнитного поля и флуктуаций скорости вращения Земли // Геомагнетизм и аэрономия. 2013. Т. 53. № 2. С. 260–270. <https://doi.org/10.7868/S0016794013010069>
- Касинский В.В., Птицына Н.Г., Ляхов Н.Н., Тясто М.И., Виллорези Дж., Ючки Н. Влияние геомагнитных возмущений на работу железнодорожной автоматики и телемеханики // Геомагнетизм и аэрономия. 2007. Т. 47. № 5. С. 714–718. <https://elibrary.ru/iaqluj>
- Клейменова Н.Г., Козырева О.В., Михновски С., Кубицки М. Эффект магнитных бурь в вариациях атмосферного электрического поля в средних широтах // Геомагнетизм и аэрономия. 2008. Т. 48. № 5. С. 650–659. <https://elibrary.ru/jsjsex>
- Клейменова Н.Г., Козырева О.В., Кубицки М., Оджимек А., Мальшева Л.М. Влияние суббурь в ночном секторе Земли на вариации приземного атмосферного электрического поля в полярных и экваториальных широтах // Геомагнетизм и аэрономия. 2012. Т. 52. № 4. С. 494–500. <https://elibrary.ru/ozckgh>
- Левин Б.В., Сасорова Е.В. О связи скорости вращения Земли и ее сейсмической активности // Доклады академии наук. 2015. Т. 464. № 3. С. 351–355. <https://doi.org/10.7868/S0869565215270183>

Левин Б.В., Сасорова Е.В., Гурьянов В.Б., Ярмолюк В.В. Связь глобальной вулканической активности и вариаций скорости вращения Земли // Доклады академии наук. 2019. Т. 484. № 6. С. 729–733. <https://doi.org/10.31857/S0869-56524846729-733>

Милюков В.К., Кравчук В.К., Миронов А.П., Латынина Л.А. Деформационные процессы в литосфере, связанные с неравномерностью вращения Земли // Физика Земли. 2011. № 3. С. 96–109. <https://elibrary.ru/ndixdt>

Рябова С.А., Спивак А.А. Геомагнитные эффекты в приповерхностной зоне Земли. М. : Графитекс, 2019. – 150 с.

Сидоренков Н.С. Природа нестабильностей вращения Земли // Природа. 2004. № 8. С. 8–18. <https://elibrary.ru/oplqgh>

Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. М. : Наука. Физматлит. 2002. – 384 с.

Спивак А.А., Локтев Д.Н., Тихонова А.В., Харламов В.А. О связи частоты фундаментальной моды $0S_2$ и скорости вращения Земли // Доклады российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Т. 508. № 2. С. 265–269. <https://doi.org/10.31857/S2686739722602472>

Тиссен В.М., Малкин З.М. Тренды и вариации в неравномерностях вращения Земли // Вестник С.-Петербургского Университета. Математика. Механика, Астрономия. 2021. Т. 8 (66). Вып. 1. С. 167–178. <https://doi.org/10.21638/spbu01.2021.115>

Bendick R., Bilham R. Do weak global stresses synchronize earthquakes? // Geophys. Res. Lett. 2017. Vol. 44. P. 8320–8327. <https://doi.org/10.31857/S2686739722602472>

Jin R.S., Thomas D.M. Spectral line similarity in the geomagnetic dipole field variations and length of day fluctuations // J. Geophys. Res. 1977. Vol. 82. P. 828–834. <https://doi.org/10.1029/JB082i005p00828>

Kirschvink J.L., Kobayashi-Kirschvink A., Diaz-Ricci J.C., Kirschvink S.J. Magnetite in human tissues: a mechanism for biological effects of weak ELF magnetic fields // Bioelectromagnetics Supplement. 1992. Vol. 1. P. 101–113. <https://doi.org/10.1002/blm.2250130710>

Lambeck K. The Earth's variable rotation: geophysical causes and consequences. Cambridge: Cambridge University Press. 1980. – 450 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511569579>

Ohta K., Kuwayama Y., Hirose K. et al. Experimental determination of the electrical resistivity of iron at Earth's core conditions // Nature. 2016. Vol. 534. P. 95–98. <https://doi.org/10.1038/nature17957>

Riabova S., Shalimov S. On the spectrum of geomagnetic variations accompanying jerks // Izvestiya Physics of the Solid Earth. 2024. Vol. 60. (4). P. 622–630. <https://doi.org/10.1134/S1069351324700617>

Shanker D., Kapur N., Singh V. On the spatio temporal distribution of global seismicity and rotation of the Earth – A review // Acta Geod. Geophys. Hung. 2001. Vol. 36. P. 175–187. <https://doi.org/10.1556/ageod.36.2001.2.5>

Zanetti L.J. Review of North American Electric Reliability Corporation (NERC) Interim Report: Effects of geomagnetic disturbances on the bulk power system (February 2012) // Space Weather. 2013. Vol. 11. <https://doi.org/10.1002/swe.20060>

ON THE EFFECT OF ROTATION SPEED TO THE MAIN MAGNETIC FIELD OF THE EARTH

© 2025 **A. A. Spivak***, **D. N. Loktev**, **S. A. Riabova****, **A. V. Tikhonova**

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

**E-mail: aaspivak100@gmail.com*

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

We consider the joint variations of the magnetic field and the Earth's rotation speed. It is shown that in the considered cases, the induction of the geomagnetic field increases with increasing speed of rotation of the Earth and vice versa decreases with its fall. We used the results of instrumental observations performed at magnetic observatories – the Mikhnevo Geophysical Observatory of Sadovsky Institute of Geosphere Dynamics of Russian Academy of Sciences and a number of observatories of the international INTERMAGNET network – located at a distance from the main magnetic anomalies of the Earth, and IERS data on the unevenness of the Earth's rotation. A quantitative relationship has been obtained between the absolute magnitude of the geomagnetic field induction vector and the LOD value equal to the difference between the observed and ephemeris day duration.

Keywords: geomagnetic field, Earth's rotation speed, day duration, variation, correlations.