

## Вікові варіації геомагнітного поля на Африканській тектонічній плиті

© Ю. П. Сумарук, Т. П. Сумарук, 2017

Інститут геофізики НАН України, Київ, Україна  
Надійшла 2 лютого 2017 р.

Вековые вариации (ВВ) геомагнитного поля на Африканской тектонической плите содержат короткопериодную (квазидвухлетнюю и циклическую) и длиннопериодную составляющие. Короткопериодная составляющая зависит от солнечной активности. Длиннопериодную составляющую нельзя выделить уверенно, так как ряды среднегодовых значений составляющих геомагнитного поля короткие. Только три обсерватории (MLT, TAN и PLS) вели наблюдения с начала XX ст. По данным этих обсерваторий и фрагментарными данными других обсерваторий выделены ВВ с периодом ~80 лет. Вариация имеет форму квазисинусоиды, годы экстремумов которой совпадают с годами максимумов солнечной активности.

ВВ на Африканской плите генерируются внешними и внутренними источниками. Влияние внутренних источников лучше проявляется в вертикальной, а внешних — в горизонтальной компонентах геомагнитного поля. ВВ можно разделить на квазипостоянную ( $ВВ_1$ ) и переменную составляющие ( $ВВ - ВВ_1$ ), где ВВ — наблюдаемая вариация.

ВВ за 1979 г. выбрана как  $ВВ_1$  — на всех обсерваториях плиты она меняет знак. Предполагается, что  $ВВ_1$  генерируется внутренними источниками. Разность  $ВВ - ВВ_1$  представляет собой компоненту от внешних источников, о чем свидетельствует ее связь с солнечной активностью. В тектонически более активной восточной части Африканской плиты ВВ более динамичны.

Характерная особенность ВВ на Африканской плите — повсеместное уменьшение их абсолютной величины, начавшееся в конце 1970-х годов, что свидетельствует о релаксации источников геомагнитного поля.

**Ключевые слова:** вековые вариации, внешние и внутренние источники, Африканская плита.

**Вступ.** Згідно із сучасними уявленнями [Яновський, 1978; Калинин, 1984; Паркинсон, 1986], вікові варіації (ВВ) геомагнітного поля — це складний процес, періодичні зміни якого зумовлені загальною причиною. Проявом ВВ є західний дрейф геомагнітного поля, а джерела розміщені на глибині близько половини земного радіуса. Друга складова ВВ створюється у земній корі (тектонічні, геотермічні, геохімічні явища),

третья пов'язана з явищами у верхніх шарах земної атмосфери, які обумовлені із сонячною активністю. Просторова структура ВВ постійно змінюється з часом. Фокуси світових аномалій вікового ходу безперервно зароджуються і розпадаються, а вся система світових ізополю ВВ змінюється. Брак експериментального матеріалу для побудови ізоліній ВВ по всій поверхні Землі, а також незнання місцеположення їх

джерел змушує магнітологів будувати гіпотетичні моделі ВВ.

Для побудови глобальної моделі поля ВВ використовують поля декількох магнітних диполів, величину магнітного моменту яких, а також глибину розміщення їх та орієнтацію в просторі підбирають так, щоб сумарне поле найліпше збігалось із просторовою структурою вікового ходу, розрахованого за моделлю IGRF, або із спостережуваним полем [Касьяненко и др., 2002; Демина и др., 2008б]. Такі розв'язки неоднозначні, їх важко інтерпретувати, а для кожної епохи потрібно добирати нову комбінацію диполів. Фізичний зміст таких диполів важко однозначно пояснити. Так, у статті [Рузмайкин и др., 1989] запропоновано механізм генерації ВВ, пов'язаний із дією флуктуаційного турбулентного динамо в зовнішньому ядрі Землі. Суть механізму полягає в тому, що в рідкому ядрі внаслідок турбулентної конвекції генеруються дрібномасштабні магнітні поля, що мають властивості, подібні до властивостей ВВ.

Як показано у публікації [Демина и др., 2008а], просторову структуру ВВ, обчислену за моделлю IGRF, можна розділити на три періоди, якщо структура принципово різнилася: 1) з 1900 до 1940 р. — характерна наявність стійких глобальних аномалій ВВ; 2) з 1940 до 1955 р. — спостерігався розпад глобальних аномалій вікового ходу на велику кількість локальних; 3) з 1955 р. до теперішнього часу — характеризується формуванням нових глобальних аномалій.

Як визначено у статтях [Strestik, 1991; Sumaguk, 2000], довгоперіодні ВВ тісно пов'язані із сонячною та геомагнітною активністю, причому екстремуми ВВ та активностей збігаються. У Північній півкулі Землі ВВ у вертикальній компоненті змінюється у фазі з геомагнітною

активністю, причому залежність стає тіснішою у напрямку від низьких широт до високих. Для ВВ у горизонтальній компоненті фазові співвідношення протилежні [Sumaguk, Reda, 2011]. У Південній півкулі такої чіткої фазової залежності не спостерігається. Оскільки більшість обсерваторій Південної півкулі розміщені на берегах океанів і на островах, індукційні струми в океанічних течіях зумовлюють фазові та амплітудні зміни у довгоперіодних та короткоперіодних ВВ. Припускають [Ryskin, 2009], що в електропровідних океанічних течіях можуть генеруватися індукційні струми, які повністю відповідають за ВВ.

Щоб виділити ВВ від джерел, розміщених на межі ядро—мантія, слід виключити складові від зовнішніх джерел і джерел у тектоносфері. Розділення ВВ від тектономагнітних та інших процесів у земній корі та процесів на межі ядро—мантія потребує дослідження просторової структури і часових морфологічних особливостей поля ВВ.

Ще в першій половині ХХ ст. магнітолог Н. Н. Трубятчинський висловив думку, що ВВ тісно пов'язані з процесами, які проходять у геосинкліналях або на їх стиках. Пізніше А. І. Оль [Оль, 1949], зіставивши зони сейсмічної активності з центрами вікового ходу, показав, що ці центри зосереджуються в зонах сейсмічної активності або на їх розгалуженнях.

Африканська тектонічна плита (АФ-плита) — одна з найстабільніших. Доказом цього є наявність на ній великої кількості гарячих точок (вулканів). Швидкий рух плити знищив би їх [Жарков, 1983]. АФ-плита є опорною для розрахунків відносних швидкостей переміщення інших тектонічних плит. Континент Африка є найбільшою платформою, східна межа плит проходить

по Західноіндійському і Аравійсько-Індійському хребтах в Індійському океані та по дну Червоного моря. З півночі АФ-плита обмежена Середземним морем, а із заходу — Північно- та Південноатлантичними хребтами. На межах плити або близько до них розташовані магнітні обсерваторії Плесанс (PSL), о. Крозе (CZT), Гуінар (GUI). На берегах континенту розміщені обсерваторії Мапуту (LMM), Херманос (HER), Луанда (LUA), М'Бур (MBO).

До АФ-плити належить і о-в Мадагаскар, який знаходиться в межах шельфової частини континенту. На острові працює магнітна обсерваторія Тананаріве (TAN), яка веде спостереження за геомагнітним полем з 1903 р.

Рельєф АФ-плити сформувався в докембрії. На цей час активні текто-

нічні процеси спостерігаються переважно у східній частині континенту. Тут розташовані магнітні обсерваторії Адіс-Абеба (AAE) та Найробі (NAI) — на кайнозойському вулканічному поясі, а також Хартебісток (НБК) — у зоні землетрусів і сучасного гороутворення. Оскільки ВВ містять складову, пов'язану з тектонічними процесами, то різна інтенсивність їх в окремих частинах АФ-плити має відображатись у ВВ.

**Мета роботи** — дослідити просторово-часові зміни ВВ на АФ-плиті та виявити відображення тектонічних процесів на характері ВВ.

**Використані дані.** В роботі використано дані щодо ВВ на магнітних обсерваторіях, розміщених на АФ-плиті та на її межах. За середньорічними значен-

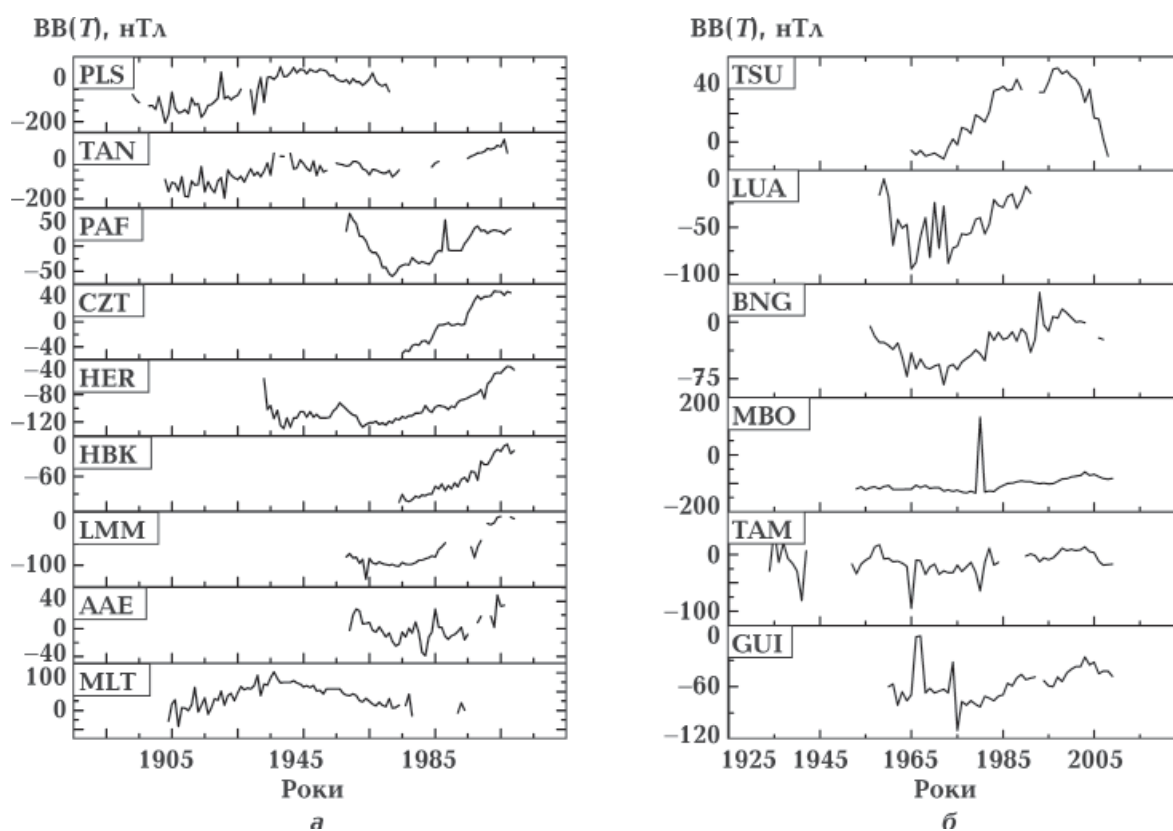


Рис. 1. Вікові варіації індукції ВВ ( $T$ ) на магнітних обсерваторіях у Східній Африці та Індійському океані (а) і в Західній Африці (б).

**Т а б л и ц я 1.** Список обсерваторій, розміщених на Африканській тектонічній плиті

Обсерваторія	ABB код	Координати, град			
		географічні		геомагнітні	
		$\varphi$	$\lambda$	$\Phi$	$\Lambda$
Адїс-Абеба	AAE	09,02	38,77	05,27	111,57
Бангі	BNG	04,33	18,57	04,23	90,93
Луанда	LUA	-08,92	13,17	-07,82	83,21
Мапуту	LMM	-25,92	32,58	-28,02	98,92
Міссалат	MLT	29,52	30,90	26,77	107,89
М'Бур	MBO	14,39	343,04	20,26	57,32
Гуйнар	GUI	28,32	343,56	33,91	60,49
Плесанс	PLS	-20,43	57,67	-26,80	125,60
о-в Крозе	CZT	46,43	51,86	-51,32	112,81
Порт-о-Франсе	PAF	-49,35	70,26	-57,04	132,27
Таманрассет	TAM	22,79	05,53	24,73	81,64
Тананаріве	TAN	-18,92	47,55	-23,73	115,48
Хартебісток	HBK	-25,88	27,71	-27,10	94,09
Херманус	HER	-34,42	19,23	-33,91	83,69
Цунєб	TSU	-19,22	17,70	-18,76	85,67

нями вертикальної ( $Z$ ) і горизонтальної ( $H$ ) складових та повного значення індукції магнітного поля ( $T$ ) обчислено ВВ за весь проміжок часу, в якому велись спостереження абсолютних значень поля на кожній обсерваторії. В табл. 1 подано список обсерваторій та їхні координати. Усереднення даних біжучими вікнами з періодами 3 і 11 років веде до значного скорочення ряду, тому таке усереднення було виконано тільки для обсерваторій з довгими рядами спостережень.

**Результати дослідження.** На рис. 1, *а* показані ВВ магнітної індукції  $ВВ(T)$  на магнітних обсерваторіях, розміщених в східній Африці (MLT, AAE, LMM, HBK, HER) та на островах в Індійському океані (TAN, PLS, CZT, PAF), а на рис. 1, *б*

— ВВ ( $T$ ) на магнітних обсерваторіях в західній Африці (GUI, TAM, MBO, BNG, LUA, TSU). Середньорічні значення елементів поля на обсерваторіях включають близько 50 значень. Тільки три обсерваторії TAN, MLT та PLS працювали від початку ХХ ст. Основною особливістю  $ВВ(T)$  на АФ-плиті є квазісинусоїдальні графіки та їх синфазність на обсерваторіях Східної Африки і малі значення  $ВВ(T)$  на обсерваторіях Західної Африки. Західноафриканські обсерваторії MBO, BNG, LUA розміщені близько до геомагнітного екватора. Обсерваторія TSU знаходиться поблизу Південноафриканської магнітної аномалії.

На квазісинусоїду накладаються короткоперіодні варіації, пов'язані із со-

нячною активністю [Сумарук, Сумарук, 1995]. Криві змін  $BB(T)$  набувають екстремальних значень у 1940-ві роки (максимуми) та у 1970—1980-ті роки (мінімуми). Амплітуди  $BB(T)$  наведено у табл. 2. Амплітуди  $BB$  обчислено тільки для обсерваторій, ряди даних яких охоплюють не менше 40 років. Як виняток, пораховано також амплітуди  $BB$  на обсерваторії НВК, ряд спостережень на ній — 35 років.

Отже, прибережні та острівні обсерваторії мають великі амплітуди  $BB$ . На континентальних обсерваторіях амплітуди  $BB$  значно менші. Окремою групою виділяються острівні обсерваторії TAN та PLS, на яких амплітуди  $BB(T)$  і  $BB(Z)$  змінюються в межах від 249 до 304 нТл, причому варіації 3—4 рази змінювали знак. На острівних обсерваторіях CZT та PAF, які розміщені на межі АФ-плити з Антарктичною плитою,  $BB(T)$  та  $BB(Z)$  змінюються аналогічно.

Однак ці обсерваторії почали працювати у 1960—1970 рр., тому зміну знака  $BB$  зафіксовано один раз. На південно-африканських обсерваторіях НВК та НЕР знак  $BB(T)$  і  $BB(Z)$  не змінювався, хоча абсолютні значення різко почали спадати після 1978 р.

Перехід від  $BB(T) < 0$  до  $BB(T) > 0$  і навпаки відбувається на обсерваторіях у різні роки, однак перегини кривих починаються одночасно, тому зміною рівня відліку поля  $BB(T)$  кожної обсерваторії можна добитись зміни знака в один і той самий рік на всіх обсерваторіях. Таким роком є 1979 р., близький до максимуму сонячної активності (максимум активності спостерігався у вересні 1979 р.). Можливість синхронізувати формальною процедурою роки зміни знака  $BB$  на всіх обсерваторіях указує на те, що варіації генеруються декількома джерелами.

Згладжені значення  $BB_1(T)$ , а також

**Таблиця 2. Амплітуди вікових варіацій на магнітних обсерваторіях Африканської плити, нТл**

Обсерваторія	Роки спостережень	$BB(T)$	$BB(H)$	$BB(Z)$
Адїс-Абеба	1959—2006	88	87	85
Бангі	1956—2007	50	54	89
Мапуту	1957—2010	145	109	49
Міссалат	1903—1993	144	154	132
М'бур	1952—2009	51	40	74
Гуйнар	1959—1971	95	62	108
Плесанс	1892—1971	255	107	304
Порт-о-Франсе	1957—2008	115	58	16
Таманрассет	1933—2009	71	57	138
Тананаріве	1903—2007	249	169	292
Хартебісток	1974—2009	100	100	81
Херманус	1932—2009	90	103	124
Цунєб	1965—2008	56	92	64

**Т а б л и ц я 3. Варіації  $BB_1$  під час зміни знака вікових варіацій, нТл**

Обсерваторія	$BB_1(T)$	$BB_1(Z)$	$BB_1(H)$	Ф, град
Гуйнар	-28	-76	28	33,9
Міссалат	0	0	0	26,7
Тананаріве	10	-24	20	24,7
М'бур	-15	-102	13	20,2
Адїс-Абеба	-8	44	-8	05,2
Бангі	3	-37	6	04,2
Луанда	0	-55	-52	-07,8
Цунєб	-59	19	-84	-18,6
Тананаріве	?	?	?	-23,7
Хартебісток	-97	81	-48	-27,1
Мапуту	-89	84	-30	-28,0
Херманус	-105	90	-59	-33,9
о-в Крозе	-31	34	-2	-51,3
Порт-о-Франсе	-31	27	-16	-56,9

$BB_1(H)$  і  $BB_1(Z)$  у 1979 р. наведено у табл. 3. Обсерваторії впорядковано за геомагнітною широтою Ф.

Інтерпретацію можливого фізичного змісту  $BB_1$  обговорено нижче.  $BB_1(T)$  набувають від'ємних значень, абсолютні величини яких зростають з наближенням до Південноафриканської магнітної аномалії (НЕР, НВК) та на береговій східноафриканській обсерваторії LMM, яка розміщена на кенійській аномалії електропровідності [Жамалетдинов, Кулик 2012]. На континентальних обсерваторіях  $BB_1(T)$  малі.

На рис. 2, а показано незгладжені вікові варіації горизонтальної складової  $BB(H)$ . Горизонтальна складова геомагнітного поля домінує у низьких широтах, у ній найліпше відображаються варіації від зовнішніх джерел. Довгоперіодні  $BB(H)$  на обсерваторіях АФ-плити можна згрупувати залежно від положень обсерваторій відносно геомагнітного екватора.

На геомагнітному екваторі і близько до нього розміщено обсерваторії ААЕ, BNG. Тут  $BB(H)$  набувають значень, близьких до нуля. З віддаленням від екватора на південь  $BB(H) < 0$ , і максимального значення абсолютна величина набуває на обсерваторії TSU, тобто поблизу центру Південноафриканської материкової аномалії. З віддаленням від екватора на північ  $BB(H)$  набуває додатних значень, максимальне зафіксовано на обсерваторіях TAM і GUI.

Після 1978 р. абсолютні значення  $BB(H) < 0$  у південній частині АФ-плити почали зменшуватись, а на обсерваторіях LMM, NBK, TAN поміняли знак. Роки зміни знака різні, але процес спаду абсолютних значень розпочався одночасно в 1970 р. У північній частині АФ-плити ріст  $BB(H) > 0$  розпочався в 2003 р., з 1979 до 2003 р.  $BB(H)$  мало змінювалися. На приекваторіальних обсерваторіях спостережень не велось. Згладжені значення  $BB_1(H)$  за 1978 р. наведено у табл. 3.

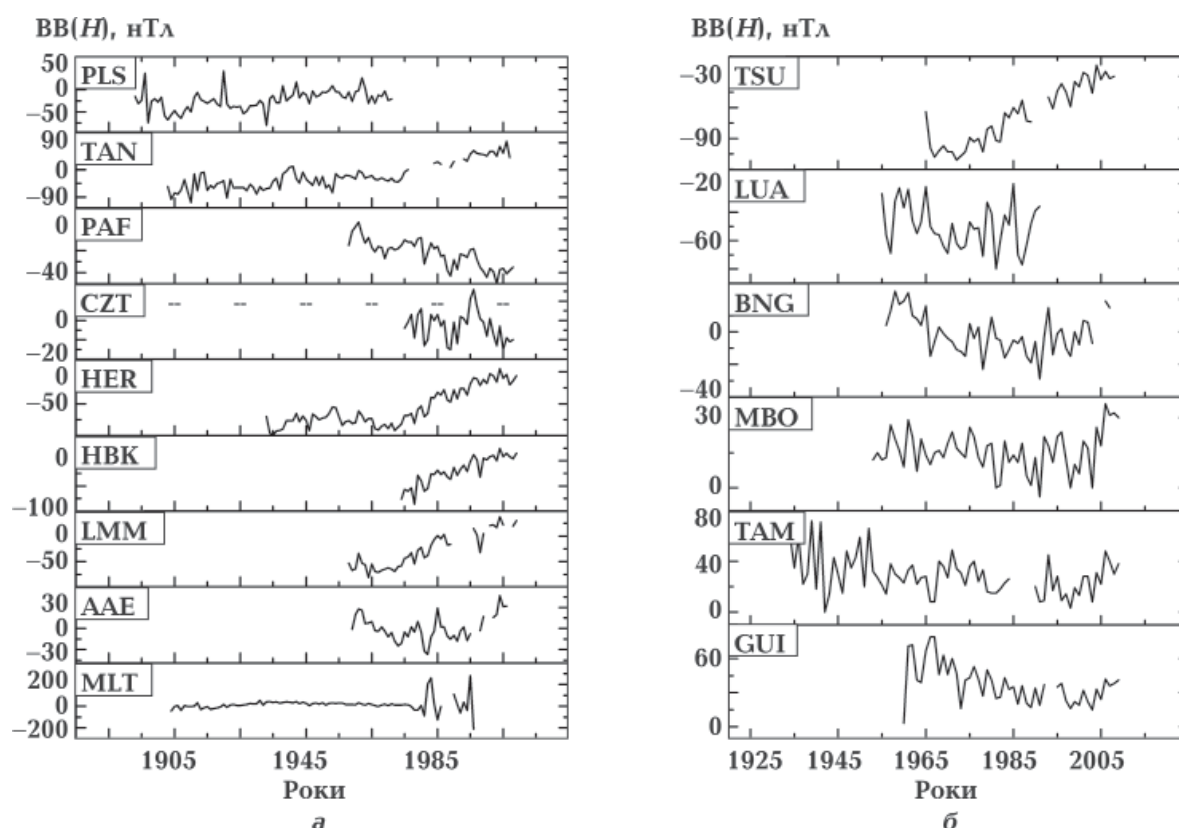


Рис. 2. Вікові варіації горизонтальної складової поля  $BB(H)$  на магнітних обсерваторіях у Східній Африці та у Індійському океані (а) та у Західній Африці (б).

За даними обсерваторії ТАМ, такі самі значення  $BB_1(H)$  спостерігали і в 1947 р. На жаль, у 1978 р. обсерваторія ТАМ не вела спостережень, тому в табл. 3 поряд із екстрапольованими значеннями  $BB(H)$ ,  $BB(T)$  та  $BB(Z)$  поставлено знак запитання.

У змінах вертикальної компоненти геомагнітного поля переважно мають відобразитися варіації, пов'язані з внутрішніми джерелами (рис. 3). У східній частині АФ-плити  $BB(Z) > 0$ , у західній —  $BB(Z) < 0$ . Зміна знака  $BB(Z)$  відбувається в зоні землетрусів і сучасного горотворення, тобто в районах активних тектонічних процесів і поблизу кенійської аномалії електропровідності [Жамалетдинов, Кулик 2012]. З наближенням до меж плити та на обсерваторіях, розміщених на островах,  $BB(Z)$  зростає.

У вибраний нами реперний 1978 р. розпочався процес зменшення абсолютних значень  $BB(Z)$  як у східній, так і в західній частині АФ-плити, який тривав до 2003 р. на гілці спаду 23-го циклу сонячної активності, в якому спостерігали надзвичайно високу сонячну і геомагнітну активність. Значення  $BB_1(Z)$  за 1979 р. наведено в табл. 3.

**Обговорення результатів.** Вікові варіації геомагнітного поля на АФ-плиті мають складний просторово-часовий розподіл. Очевидно, їх джерела знаходяться як усередині Землі, так і ззовні. Графіками зміни  $BB$  з часом є квазі-синусоїди великих періодів, на які накладаються короткоперіодні (циклічні та квазідворічні) варіації, пов'язані із сонячною та геомагнітною активністю [Sumaruk, 2001; Кононович, Шефов,

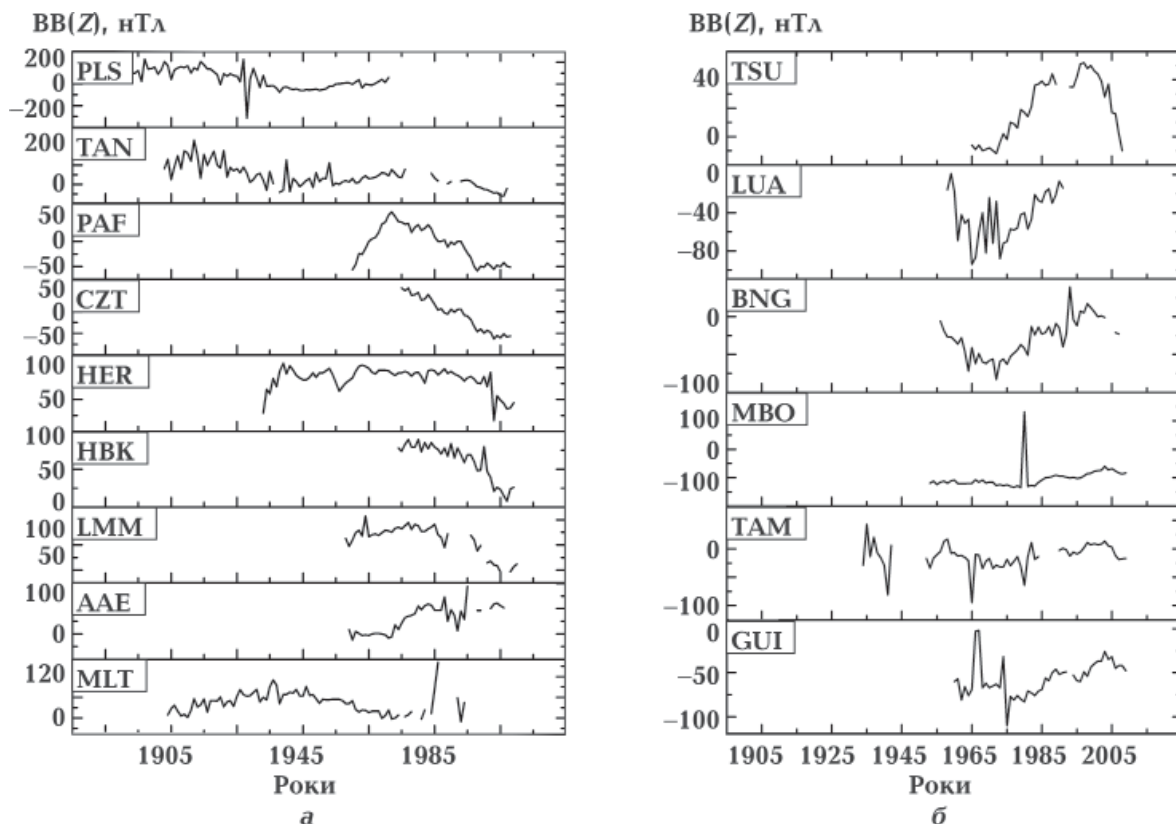


Рис. 3. Вікові варіації вертикальної складової поля  $BB(Z)$  на магнітних обсерваторіях у Східній Африці та в Індійському океані (а) та у Західній Африці (б).

2003; Ладунин, Попова, 2008]. Екстремальні значення ВВ можна прив'язати до максимумів сонячної активності. На обсерваторіях MLT, TAN та PLS, які мають довгі ряди спостережень, можна оцінити період квазісинусоїди, який приблизно дорівнює 80 рокам. Особливо добре виявляється такий період у вертикальній компоненті та повній напруженості поля. За даними інших обсерваторій такої оцінки зробити не можна, тому що ряди спостережень на них короткі. В сонячній активності також проявляється 80-річна [Гібсон, 1977] вікова активність. З початку інструментальних спостережень Сонця (1700 р.) спостерігали три повні вікові цикли [Владимирский и др., 2004; Лычак, Царук, 2006]. Третій віковий цикл розпочався на початку ХХ ст., а

максимум його спостерігали у 1950-х роках, тому логічно припустити, що вікові цикли сонячної активності відображаються і в 80—100-річних варіаціях.

На рис. 4 показані зміни сонячної активності ( $W$ ), геомагнітної активності ( $\Sigma H-Sq$ ) та вікових варіацій на магнітній обсерваторії М'Бур за 1952—2010 роки. Спостерігається досить висока кореляція між величинами.

Різкі зміни ВВ називають джерками, один з них відбувся в 1978 р. [Mandea, 2001]. В. П. Головков указував на статистичну приуроченість джерків до років максимумів сонячної активності [Головков, Сімонян, 1989]. Тому вищевказані допущення є небезпідставними. Зіставлення рис. 2, а та б показує, що у східній частині АФ-плити, де відбу-



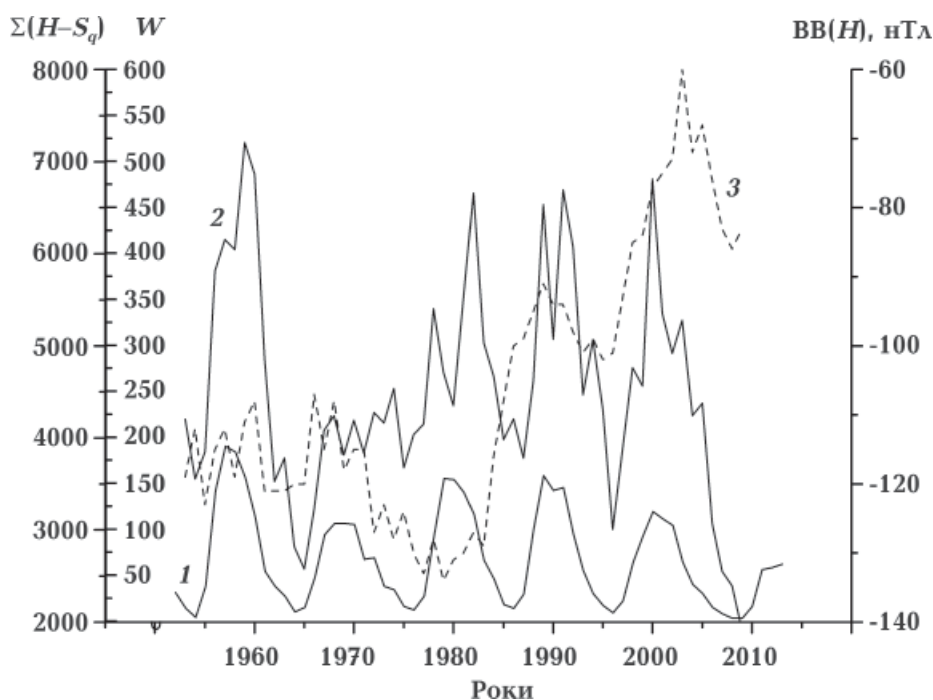


Рис. 4. Зміни сонячної активності ( $W$ ) (1), геомагнітної активності ( $\Sigma H-S_q$ ) (2) та вікових варіацій (3) на магнітній обсерваторії М'Бур за 1952—2010 рр.

ваються активні тектонічні процеси, зміни  $ВВ(T)$  і  $ВВ(Z)$  динамічніші. У західній частині плити амплітуди квазі-синусоїди малі. На жаль, ряди спостережень тут з'явилися тільки в 1950-ті роки, тому не можна робити висновки щодо характеру змін.

Вікові варіації горизонтальної складової на обсерваторіях АФ-плити можна згрупувати залежно від положення обсерваторій відносно геомагнітного екватора. Це вказує на значний вплив зовнішніх джерел. Зовнішніми джерелами є кільцевий магнітосферний струм та екваторіальний іоносферний електрострум [Яременко, 1970]. Генеровані цими струмами варіації геомагнітного поля мають протилежні знаки. Кільцевий магнітосферний струм, який знаходиться далеко від Землі ( $3-4 R_E$ ) і тече на захід, генерує на Землі майже однорідне магнітне поле, яке зменшує  $H$ -складову, а на полюсах збільшує

абсолютні значення  $Z$ -складової. В середніх широтах ефект відображається в  $H$ - і  $Z$ -складових, його величина пропорційна синусу або косинусу геомагнітної широти відповідно.

Іоносферний екваторіальний електрострум тече на схід, тому збільшує  $H$ -компоненту геомагнітного поля на екваторі. Оскільки висота електроструменя  $100-200$  км, то його дія впевнено прослідковується тільки на геомагнітних широтах  $\pm 10^\circ$ . На екваторі ефекти кільцевого магнітосферного струму і екваторіального іоносферного електроструменя співмірні, оскільки вони мають різні знаки, результуючий ефект приблизно дорівнює нулю (див. рис. 2).

На широтах більших за  $\pm 10^\circ$ , варіації від екваторіального іоносферного електроструменя є мінімальними, тому у  $ВВ$  робить внесок тільки кільцевий магнітосферний струм. У роки висо-

кої сонячної і, відповідно, магнітної активності описаний механізм впливу зовнішніх струмів на ВВ діє ефективніше.

Синфазність ВВ на АФ-плиті та можливість зміною рівня відліку поля варіацій добитись одночасної зміни знака ВВ як в  $H$ -,  $Z$ -компонентах, так і в повній індукції поля на всіх обсерваторіях засвідчує, що ВВ генерується декількома джерелами (внутрішніми і зовнішніми). Якщо значення вікової варіації за 1979 р. на всіх обсерваторіях взяти за нульовий рівень ( $ВВ_1$ ), тобто припустити, що в цей рік основний внесок у ВВ зробили варіації від внутрішніх джерел, то різниця між спостережуваною ВВ і  $ВВ_1$  становитиме величину поля від зовнішніх джерел. На обсерваторіях, які мають довгі ряди спостережень, такі самі значення ВВ спостерігали у 1907 р. Це також роки максимумів сонячної активності.

**Висновки.** 1. Вікові варіації у межах АФ-плити мають короткоперіодну (квазіперіодну та циклічну) і довгоперіодну складові. Короткоперіодні ВВ, безумовно, залежать від сонячної активності. Довгоперіодні ВВ на АФ-плиті виділити впевнено не можна, оскільки ряди середньорічних значень складових геомагнітного поля короткі. Тільки три обсерваторії (MLT, TAN та PLS) вели спостереження з початку ХХ ст. За даними цих обсерваторій та фрагментарними даними всіх інших можна виявити варіації з періодом  $\sim 80$  років. Варіація має форму квазісинусоїди,

екстремуми якої збігаються з роками максимумів сонячної активності.

2. ВВ генеруються як внутрішніми, так і зовнішніми джерелами. Вплив внутрішніх джерел найліпше проявляється у вертикальній, а зовнішніх — у горизонтальній компонентах геомагнітного поля. ВВ можна розділити на квазіпостійну ( $ВВ_1$ ) та змінні (різних періодів) ( $ВВ - ВВ_1$ ) складові (де ВВ — спостережувана варіація).

За  $ВВ_1$  вибрано варіацію у відрізок часу, в який відбувається зміна знака ВВ на всіх обсерваторіях плити. Таким роком є 1979 р., а за даними TAN і 1947 р. Допускаємо, що у  $ВВ_1$  відображаються джерела на межі ядро—мантія і що ці джерела пов'язані з тектонікою регіону. Розділити їх за даними однієї тектонічної плити неможливо. Різниця між спостережуваними ВВ та  $ВВ_1$  найімовірніше відображає компоненту поля, пов'язану із зовнішніми джерелами, про що свідчить її зв'язок із сонячною активністю.

На прибережних та острівних обсерваторіях величина як короткоперіодних, так і довгоперіодних ВВ зростає, що підтверджує гіпотезу про вплив на ВВ електропровідних океанічних течій.

У тектонічно більш активній східній частині АФ-плити ВВ динамічніші.

Характерною особливістю ВВ на АФ-плиті є повсюдне зменшення абсолютної величини ВВ, яке розпочалося наприкінці 70-х років. Це вказує на релаксацію джерел геомагнітного поля та зменшення геомагнітної активності.

### Список літератури

Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А., Мартинюк В. С. Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: Век-2, 2004. 224 с.

Гибсон Э. Спокойное Солнце. Москва: Мир, 1977. 408 с.

- Головков В. П., Симонян А. О. Джерки в вековых геомагнитных вариациях на интервале 1930—1980 гг. *Геомагнетизм и аэрономия*. 1989. Т. 29. С. 164—167.
- Демина И. М., Королева Т. Ю., Фарафанова Ю. Г. Аномалии векового хода главного геомагнитного поля в рамках иерархической дипольной модели. *Геомагнетизм и аэрономия*. 2008а. Т. 48. № 6. С. 849—858.
- Демина И. М., Никитина Л. В., Фарафанова Ю. Г. Вековые вариации главного магнитного поля Земли в рамках динамической модели его источников. *Геомагнетизм и аэрономия*. 2008б. Т. 48. № 4. С. 567—575.
- Жарков В. Н. Внутреннее строение Земли и планет. Москва: Наука, 1983. 415 с.
- Жамалетдинов А. А., Кулик С. Н. Крупнейшие аномалии электропроводности мира. *Геофиз. журн.* 2012. Т. 34. № 4. С. 22—39.
- Калинин Ю. Д. Вековые геомагнитные вариации. Новосибирск: Наука, 1984. 160 с.
- Касьяненко Л. Г., Демина И. М., Сос-Ухриновский А. Представление главного магнитного поля Земли системой оптимальных по ориентации и положению диполей. *Геомагнетизм и аэрономия*. 2002. Т. 42. № 6. С. 838—844.
- Кононович Э. В., Шефов Н. Н. Тонкая структура одиннадцатилетней цикличности солнечной активности. *Геомагнетизм и аэрономия*. 2003. Т. 43. № 2. С. 166—173.
- Ладынин А. В., Попова А. А. Квазипериодические флуктуации скорости векового хода геомагнитного поля по данным мировой сети обсерваторий за 1985—2005 гг. *Геология и геофизика*. 2008. Т. 49. № 12. С. 1262—1273.
- Лычак М. М., Царук Н. П. Тенденції змін рівня сонячної активності. *Наук. вісті НТУУ «КПІ»*. 2006. № 6. С. 119—124.
- Оль А. И. Вековой ход магнитного поля и сейсмичность Земли. *Природа*. 1949. № 12. С. 6—8.
- Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. Москва: Мир, 1986. 528 с.
- Рузмайкин А. А., Соколов Д. Д., Шукуров А. М. О природе вековой вариации главного магнитного поля Земли. *Геомагнетизм и аэрономия*. 1989. Т. 29. № 6. С. 1001—1006.
- Сумарук Ю. П., Сумарук П. В. Вековые вариации магнитного поля Земли в средних широтах и их связь с геомагнитной и солнечной активностью. *Геофиз. журн.* 1995. Т. 17. № 6. С. 59—62.
- Яновский Б. М. Земной магнетизм. Ленинград: Изд. ЛГУ, 1978. 578 с.
- Яременко Л. Н. Экваториальный струйный электроток. Киев: Наук. думка, 1970. 116 с.
- Mandea M., 2001. How well is the main field secular variation known? *Contrib. Geophys. Geod.* 31(1), 233—243.
- Ryskin G., 2009. Secular variation of the Earth's magnetic field: induced by the ocean flow? *New Journal of Physics* 11, 23 p. <http://www.njp.org>.
- Strestic J., 1991. Long-term variations of geomagnetic and solar activities and secular variations of the geomagnetic field components. *Stud. Geophys. Geod.* 35(is. 1), 1—6. doi:10.1007/BF01625053.
- Sumaruk Yu. P., 2001. On external sources of secular variations of the Earth's magnetic field. *Contrib. Geophys. Geod.* 31(1), 353—354.
- Sumaruk Yu. P., 2000. Sources of secular variation of the Earth's magnetic field. *Contrib. Geophys. Geod.* 30(2), p. 158.
- Sumaruk Yu. P., Reda J., 2011. Secular variations of the geomagnetic field and solar activity. *Geophys. J.* 33(4), 134—141.

## Secular variations of the geomagnetic field at the African plate

© Yu. P. Sumaruk, T. P. Sumaruk, 2017

Geomagnetic secular variations at the African plate consist of shortperiod and longperiod components. Shortperiod SV depends on solar activity. To separate longperiod SV for the African magnetic observatories with confidence is impossible so, as rows of mean year values at most observatories are short. We used the data of fifteen observatories, but only MLT, TAN and PLS made observations from the twentieth century beginning.

On the data of these observatories and fragment data another ones, the 80-year period of SV may be discovered. These variations have quasisinusoidal form and their extremums coincide to the solar activity maximuma.

SV are generated by internal and external sources. The internal sources manifest itself at vertical component and external ones in horizontal component of the geomagnetic field. SV (observed variation) may be divided on the quasiconstant ( $SV_1$ ) and variable quantities. We have chosen as  $SV_1$  variations at 1979 year. At this year the sign of SV changes at all observatories. There was supposed that  $SV_1$  reflects the sources connected to the changes of region tectonic. The differences between SV and  $SV_1$  reflects the external sources component, and it is confirmed by its connection to solar activity change. On the coast and islands observatories the values of shortperiod and longperiod variations were increased.

On the tectonic most active east part of African plate SV were more active. Distinctive peculiarity of the SV on the African plate is decreasing of the SV absolute values. It begins at the end of 70-th year of twentieth century. It means the sources of the geomagnetic field relaxe.

**Key words:** secular variations, external and internal sources, African plate.

### References

- Vladimirskiy B. M., Temuryants N. A., Martynyuk V. S., 2004. Space weather and our lives. Fryazino: Vek-2, 224 p. (in Russian).
- Gibson E., 1977. The quiet Sun. Moscow: Mir, 408 p. (in Russian).
- Golovkov V. P., Simonian A. O., 1989. Djerkies in secular variation on the interval 1930—1980. *Geomagnetism and aeronomy* 29(1), 164—167 (in Russian).
- Demina I. M., Koroleva T. Yu, Farafanova Yu. G., 2008a. Anomalies in the secular variation in the main geomagnetic field in the context of the hierarchic dipole model. *Geomagnetism and aeronomy* 48(6), 812—821 (in Russian).
- Demina I. M., Nikitina L. V., Farafanova Yu. G., 2008b. Secular variations in the main magnetic field of the Earth within the scope of the dynamic model of field sources. *Geomagnetism and aeronomy* 48(4), 542—550 (in Russian).
- Zharkov V. N., 1983. Internal building of the Earth and planets. Moscow: Nauka, 415 p. (in Russian).

- Zhamaletdinov A. A., Kulik S. N., 2012. First-rate anomalies of electro-conductivity on the Globe. *Geofizicheskiy zhurnal* 34(4), 22—39 (in Russian).
- Kalinin Yu. D., 1984. Secular geomagnetic variations. Novosibirsk: Nauka, 160 p. (in Russian).
- Kasyanenko L. G., Demina I. M., Sos-Ukhri-novskiy A., 2002. Presentation of the main magnetic field of the Earth by system of optimal on orientation and position dipoles. *Geomagnetism and aeronomy* 42(6), 838—844 (in Russian).
- Kononovich E. V., Shefov N. N., 2003. Fine structure of the 11-year cycles of solar activity. *Geomagnetism and aeronomy* 43(2), 156—163 (in Russian).
- Ladynin A. V., Popova A. A., 2008. Quasi-periodic geomagnetic secular variation (from 1985—2005 world observatory data). *Russian Geology and Geophysics* 49(12), 951—962 (in Russian).
- Lychak M. M., Tsaruk N. P., 2006. Tendencies of the changes of solar activity level. *Naukovi visti NTUU «KPI»* (6), 119—124 (in Ukrainian).
- OI A. I., 1949. Secular variations of the geomagnetic field and seismicity of the Earth. *Priroda* (12), 6—8 (in Russian).
- Parkinson U., 1986. Introduction to the geomagnetism. Moscow: Mir, 528 p. (in Russian).
- Ruzmaykin A. A., Sokolov D. D., Shukurov A. M., 1989. On the nature of the secular variation of the main magnetic field of the Earth. *Geomagnetism and aeronomy* 29(6), 1001—1006 (in Russian).
- Sumaruk Yu. P., Sumaruk P. V., 1995. Secular variations of geomagnetic field at the middle latitudes and their connection to geomagnetic and solar activities. *Geofizicheskiy zhurnal* 17(6), 59—62 (in Russian).
- Yanovskiy B. M., 1978. Terrestrial magnetism. Leningrad: LSU Publ., 578 p. (in Russian).
- Yaremko L. N., 1970. Equatorial an inkjet electric current. Kiev: Naukova Dumka, 116 p. (in Russian).
- Mandea M., 2001. How well is the main field secular variation known? *Contrib. Geophys. Geod.* 31(1), 233—243.
- Ryskin G., 2009. Secular variation of the Earth's magnetic field: induced by the ocean flow? *New Journal of Physics* 11, 23 p. <http://www.njp.org>.
- Strestic J., 1991. Long-term variations of geomagnetic and solar activities and secular variations of the geomagnetic field components. *Stud. Geophys. Geod.* 35(is. 1), 1—6. doi:10.1007/BF01625053.
- Sumaruk Yu. P., 2001. On external sources of secular variations of the Earth's magnetic field. *Contrib. Geophys. Geod.* 31(1), 353—354.
- Sumaruk Yu. P., 2000. Sources of secular variation of the Earth's magnetic field. *Contrib. Geophys. Geod.* 30(2), p. 158.
- Sumaruk Yu. P., Reda J., 2011. Secular variations of the geomagnetic field and solar activity. *Geophys. J.* 33(4), 134—141.