

doi: 10.15407/knit2016.03.032

УДК 550.385

Ю. П. Сумарук, Т. П. Сумарук

Інститут геофізики ім. С. І. Субботіна Національної академії наук України, Київ

ЧАСОВІ ЗМІНИ ВІКОВИХ ВАРІАЦІЙ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ В ЄВРОПІ

За даними багатолітніх рядів спостережень геомагнітних обсерваторій Європи досліджено часові зміни вікових варіацій напруженості геомагнітного поля. Показано, що вікові варіації складаються з двох компонентів: квазіпостійного від внутрішніх джерел і змінного, пов'язаного з зовнішніми джерелами. Величина і знак компонента від зовнішніх джерел добре корелює з величиною і знаком великомасштабного магнітного поля Сонця і, відповідно, з величиною і знаком середньорічного південного компонента міжпланетного магнітного поля.

Ключові слова: вікові варіації, геомагнітне поле, сонячна активність.

ВСТУП

Вікові варіації геомагнітного поля (ВВ) мають складний просторово-часовий характер. Джерела ВВ знаходяться як всередині Землі [5, 7, 11], так і ззовні [8, 13, 17, 18]. Розділити просторову і часову складові ВВ важко, оскільки невідомі усі складові та їхня зміна з часом. На європейському континенті достатньо густа мережа геомагнітних обсерваторій, котрі накопичили довгі ряди спостережень абсолютних значень геомагнітного поля, що дозволяє досліджувати короткоперіодні варіації [12], 11-, 22-річні, а також і довгоперіодні (60-, 80-, 100-річні) варіації. Варіації всіх періодів, безумовно, мають складові як від зовнішніх, так і від внутрішніх джерел. Відфільтрувати варіації коротких періодів від зовнішніх джерел легко, оскільки в даний час добре відомі зовнішні джерела варіацій та динаміка їхніх змін з часом. Це магнітосферні та іоносферні струми, тісно пов'язані із сонячною активністю, яка регулярно моніториться із 1749 р. [2]. Значення короткоперіодних варіацій можна одержати, об-

числивши кореляцію між ними та відповідним індексом сонячної активності, та побудувавши рівняння регресії між ними. Виключення короткоперіодних варіацій легко виконати методом усереднення біжучим вікном відповідного періоду. Довгоперіодні варіації вираховувати таким методом не можна, оскільки ряди спостережень геомагнітного поля короткі, а мала статистика не дає зробити достовірні висновки.

В. Ю. Максимчук із співробітниками [8] детально вивчав структуру вікового ходу геомагнітного поля на території Європи в 1950—1990 рр. Розглядалася динаміка зародження, розвитку та розпаду трьох фокусів ВВ: каспійського, європейського та арктичного. Висловлено гіпотезу, що в центральній Європі є фокус, що перемістився сюди з району Каспію; арктичний фокус, для якого характерною є тривалість 20—25 років, розпався. Вказується на певну кореляцію між ВВ та геомагнітною активністю.

У роботі [6] вказується, що для арктичних фокусів характерний 20-річний період варіацій і різкі зміни інтенсивності, тобто арктичні фокуси є короткотривалими неоднорідностями у полі ВВ.

© Ю. П. СУМАРУК, Т. П. СУМАРУК, 2016

Метою даної роботи є дослідити часові зміни напруженості геомагнітного поля та його складових за рядами спостережень геомагнітних обсерваторій Європи у 1890—2010 рр. та вивчити їхній зв'язок із сонячною та геомагнітною активністю.

Європа — єдиний регіон, де починаючи з 1920-х рр. напруженість геомагнітного поля збільшувалась у пульсуючому режимі з періодом близько 22 роки. Виключення становить тільки високоширотна обсерваторія «Медвежий» (BJN) в Норвегії, де напруженість поля спадала у 1980-х рр., та прибережні — іспанська обсерваторія «Сан-Фернандо» (SFS) та португальська «Коїмбра» (COI), де спад поля тривав до 1930-х рр.

РЕЗУЛЬТАТИ

Використовувались середньорічні значення напруженості геомагнітного поля (T) та його вертикальної (Z) і горизонтальної складових (H), згладжені біжучими вікнами в три та одинадцять років на європейських геомагнітних обсерваторіях, координати яких подано у таблиці.

На рис. 1, *a* приведено згладжені ряди величин BB_T , BB_Z і BB_H на магнітній обсерваторії «Німек» (NGK) за 1896—2009 рр. Величини BB_T і BB_Z мають подібний хід, який порушується в інтервалі часу, коли BB_H наближається до нуля, тоді $BB_T \approx BB_Z$ (1907, 1947, 1979 рр.). До 1920 р. $BB_T < 0$, а в інтервалі часу 1920—2010 рр. $BB_T > 0$.

Список обсерваторій та їхні географічні координати

Назва обсерваторії	код АВВ	φ, град	λ, град
Медвежий	BJN	74	19
Тромсе	TRO	70	19
Соданкюля	SOD	67	27
Домбос	DOB	62	09
Ленінград	LNN	60	31
Німек	NGK	52	13
Гартленд	HAD	50	356
Шамбон-ля-Форет	CLF	48	02
Тбілісі	TFS	42	45
Коїмбра	COI	40	352
Сан-Фернандо	SFS	36	354

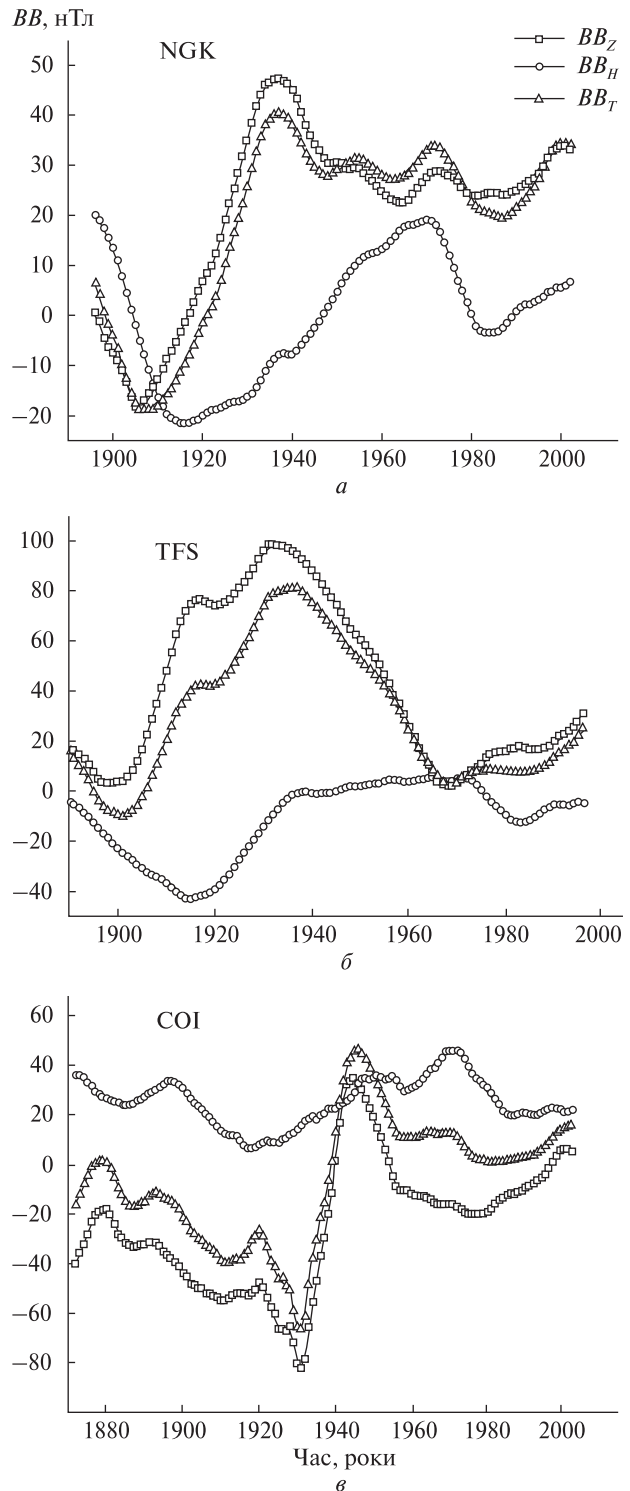


Рис. 1. Графіки часових змін середніх значень величин BB_T , BB_Z , BB_H , згладжених 3- і 11-річними біжучими вікнами на обсерваторіях NGK (*a*), TFS (*б*), COI (*в*)

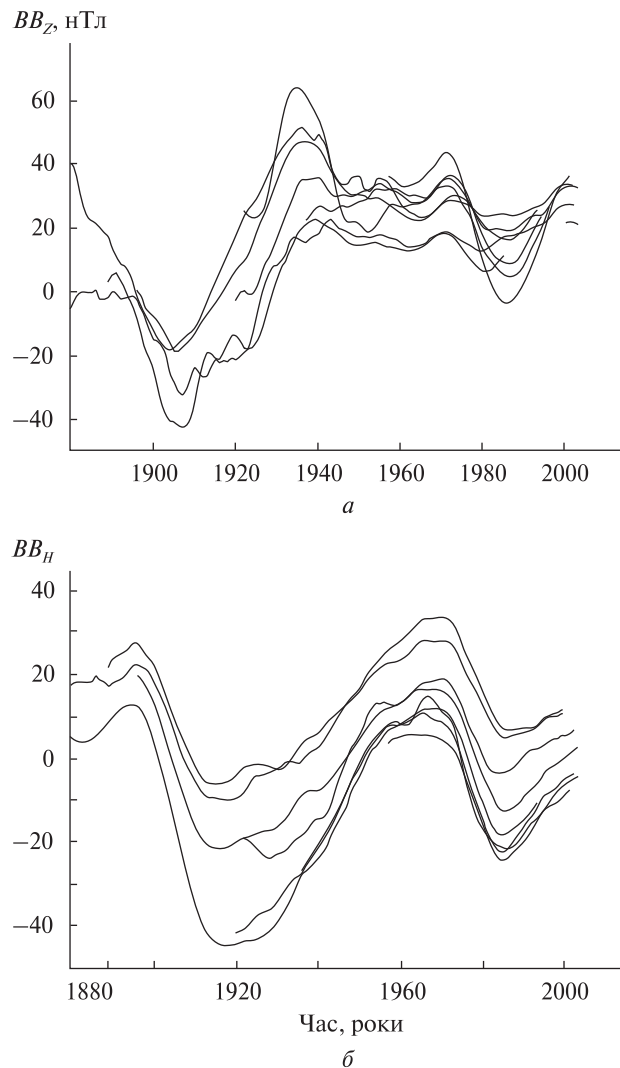


Рис. 2. Згладжені величини BB_Z (а) та BB_H (б) на високоширотних (BJN, TRO), субавроральних (SOD, DOB, LNN) та середньширотних (NGK, HAD, CLF) європейських обсерваторіях

В роки, коли $BB_H < 0$, отримано значення $BB_T < BB_Z$, а при $BB_H > 0$ — $BB_T > BB_Z$. Зі збільшенням абсолютної величини BB_H абсолютна величина різниці $BB_T - BB_Z$ також збільшується.

Згідно із загальноприйнятою тепер гіпотезою основна частина вікових варіацій генерується внутрішніми джерелами. Якщо припустити, що BB_H мають основними джерелами зовнішні струми, то згідно з наведеними вище даними бачимо, що зовнішні джерела вносять значний

вклад у повну вікову варіацію, причому не хаотично, а у відповідності зі змінами сонячної і геомагнітної активності.

На рис. 1, б приведено значення BB_T , BB_H , BB_Z для геомагнітної обсерваторії Тбілісі (TFS) за 1986 — 1996 рр. Наведені вище факти підтверджуються і для цієї обсерваторії. Амплітуди BB тут набагато більші, особливо в інтервалі часу 1900 — 1947 рр. Найбільш імовірно, це пов'язано з локальними особливостями підстильної поверхні обсерваторії внаслідок впливу в цьому регіоні Каспійського максимуму T , який повністю зник до 1969 р. [8, 10].

На рис. 1, в приведено значення BB_T , BB_Z , BB_H за 1880—2010 рр. для португальської берегової геомагнітної обсерваторії Коїмбра (COI). Величина BB_H на обсерваторії позитивна за весь час спостережень. Максимальні значення величина BB_H досягла у 1969 р. Спостерігається паралелізм змін BB_Z та BB_T , який порушується тільки в інтервали часу, коли спостерігаються екстремуми BB_H . Екстремальні значення BB_Z і BB_T на COI збігаються в часі, однак роки зміни їхнього знаку різні. Слід зауважити, що максимум $BB_T > 0$ в COI спостерігався у 1947 р., а мінімум $BB_T < 0$ — у 1928 р., які збігаються з роками екстремумів BB_T на східно-американській обсерваторії Фредеріксбург (FRD). Це означає, що є зв'язок між BB на обсерваторіях східного і західного узбереж Атлантичного океану у північній півкулі Землі, і обидві обсерваторії спостерігають синхронні зміни величини від'ємного атлантичного фокуса BB .

На рис. 2 показано BB_Z (а) та BB_H (б) на високоширотних (BJN, TRO), субавроральних (SOD, DOB, LNN) та середньширотних (NGK, HAD, CLF) європейських обсерваторіях за весь час їхніх спостережень. Зміни BB_H та BB_Z мають хвилювий характер, причому амплітуди коливань BB_Z збільшуються зі збільшенням широти обсерваторії, а BB_H — із зменшенням широти. В вертикальній складовій можна виявити коливання з періодами 22 та 80 років. Амплітуди 22-річних коливань збільшуються із збільшенням широти обсерваторії. Очевидно, це прояв 22-річного хейлівського циклу сонячної активності. У горизонтальній складовій 22-річних коливань чітко

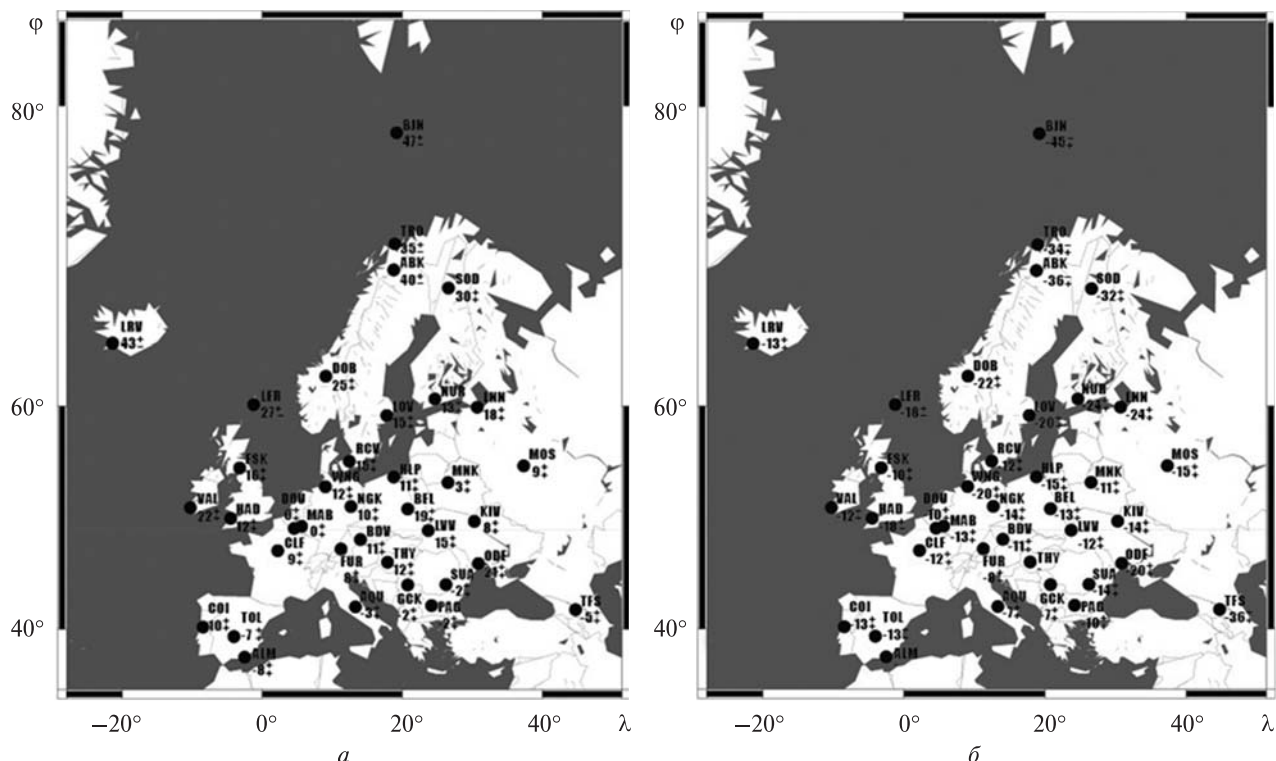


Рис. 3. Зміни величини вікової варіації повної напруженості геомагнітного поля (ΔBB_T) на європейських магнітних обсерваторіях від максимуму в 1969 р. до мінімуму в 1986 р. (а) та від цього мінімуму до максимуму в 2003 р.

не спостерігається, оскільки у високих широтах значення BB_H невеликі. Ці факти підтверджують наявність у BB значної складової від зовнішніх джерел.

За досліджуваний інтервал часу чітко спостерігається зменшення амплітуди коливань з часом. Можна виділити два підінтервали коливань BB_H . Перший підінтервал тривав від 1880-х — до початку 1960-х рр. Тривалість підінтервалу близько 80 р. Другий підінтервал розпочався у 1960-х рр. і закінчується на початку 21-го століття, тобто його тривалість близько 50—60 років. Бачимо як зменшення амплітуди коливань BB з часом, так і тривалості підінтервалів. Такі зміни спостерігаються і для сонячної та геомагнітної активності [3].

Найбільш цікавою особливістю BB на обсерваторіях в Європі (і не тільки) є синфазність їхніх змін з часом. Тобто, варіації на всіх обсерваторіях змінюються в фазі незалежно від знаку. Це найкраще видно на кривих BB_H (рис. 2, б). Щоб

одержати графік зміни BB з часом на певній обсерваторії, потрібно взяти графік на будь-якій іншій обсерваторії і зсунути його паралельно осі ординат на певну величину. Чисельно цю величину можна визначити, знаючи базову обсерваторію, варіації на якій відповідають варіаціям змін інтенсивності зовнішнього джерела. Іншими словами, можна сказати, що BB генеруються двома джерелами. Інтенсивність першого (внутрішнього) квазіпостійна, другого (зовнішнього) — змінюється з часом.

При зсуві графіків зміни BB з часом по осі ординат можна синхронізувати роки зміни знаку BB на всіх обсерваторіях і знайти величину квазіпостійної складової BB на даній обсерваторії, а по даних постійних величин на всіх обсерваторіях побудувати модель внутрішнього джерела.

Головною складністю при такій синхронізації графіків змін BB є вибір року реальної зміни BB , тобто знаходження тієї базової обсерваторії, на якій постійна величина BB (від внутрішнього і

зовнішнього джерела) дорівнює нулеві. Задачу можна розв'язати, якщо відомий фізичний механізм зовнішнього джерела.

Якщо джерелом зміни процесів є зовнішній струм, а внутрішні струми дають квазіпостійну складову, то можна прив'язати ці зовнішні струми до змін сонячної і геомагнітної активності.

На рис. 3 показані різниці величин ВВ повної напруженості геомагнітного поля (ΔBB_T) на європейських геомагнітних обсерваторіях у другому підінтервалі від максимуму в 1969 р. до мінімуму в 1986 р. (рис. 3, а) та від цього мінімуму до максимуму у 2003 р. (рис. 3, б) Перший підінтервал 1880—1960-х рр. не розглядаємо, оскільки кількість діючих магнітних обсерваторій менша, і дані спостережень зашумлені експериментальними похибками. На рис. 3 поряд з значенням величини ΔBB_T справа нанесено два знаки. Верхній показує знак BB_T на початку інтервалу, нижній — в його кінці. Спостерігається збільшення абсолютних величин ΔBB_T із середніх до високих широт. Це означає, що джерело варіацій знаходиться у високих широтах, і інтенсивність його зменшується від максимуму в 1969 р. до мінімуму в 1986 р., а до 2003 р. знову збільшується до первинної величини. На широтах менше 45° даний процес має малу амплітуду, і

ΔBB_T не змінює знаку протягом всього підінтервалу, хоча значення вікової варіації в цьому підінтервалі сягає 30 нТл.

ОБГОВОРЕННЯ

Проведене дослідження ВВ на європейських магнітних обсерваторіях показує, що вони генеруються як внутрішніми, так і зовнішніми джерелами. Розділити ВВ від внутрішніх та зовнішніх джерел можна знаючи закономірності змін ВВ від зовнішніх джерел, через те що відомості про внутрішні джерела в даний час базуються на гіпотетичних даних.

Відомо, що основним джерелом зовнішніх геомагнітних варіацій є кільцевий магнітосферний струм, який генерує зменшення горизонтальної складової у низьких та середніх широтах та збільшення вертикальної складової у високих широтах під час магнітних бур. Із збільшенням сонячної, а значить і геомагнітної активності вклад компонента ВВ від зовнішніх джерел збільшується. Кільцевий магнітосферний струм є глобальним зовнішнім джерелом. Величина вкладу в ВВ, таким чином, залежить від геомагнітної активності.

Регіональними зовнішніми джерелами є авроральні (східний і західний) електрострумені. Їхній вклад спостерігається в зоні полярних

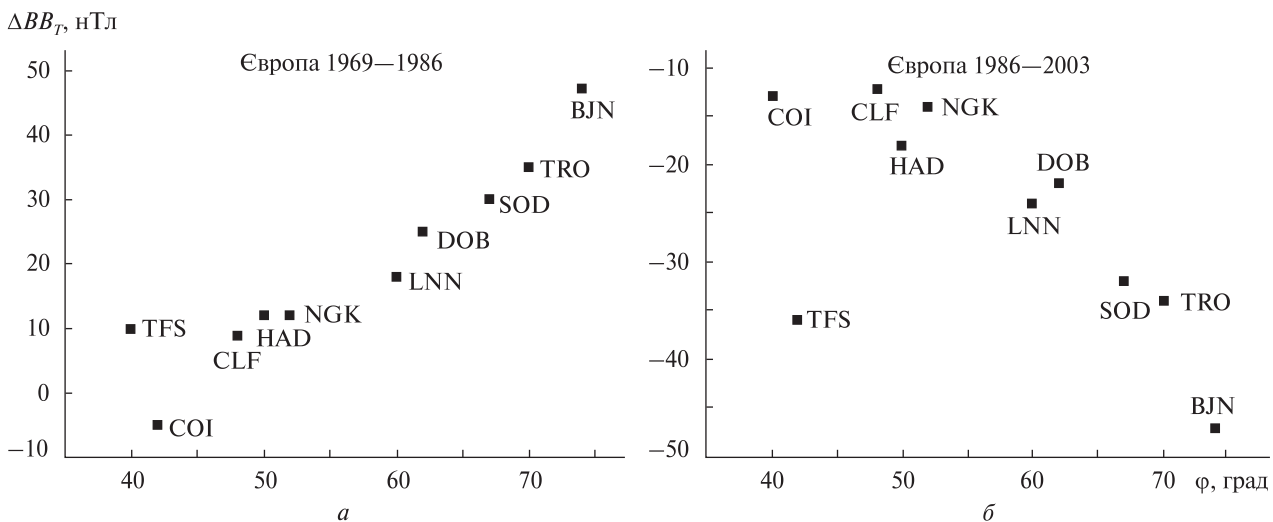


Рис. 4. Залежність зміни вікових варіацій повної напруженості поля ΔBB_T від широти обсерваторії в інтервалах часу 1969—1986 рр. (а) та 1986—2003 рр. (б)

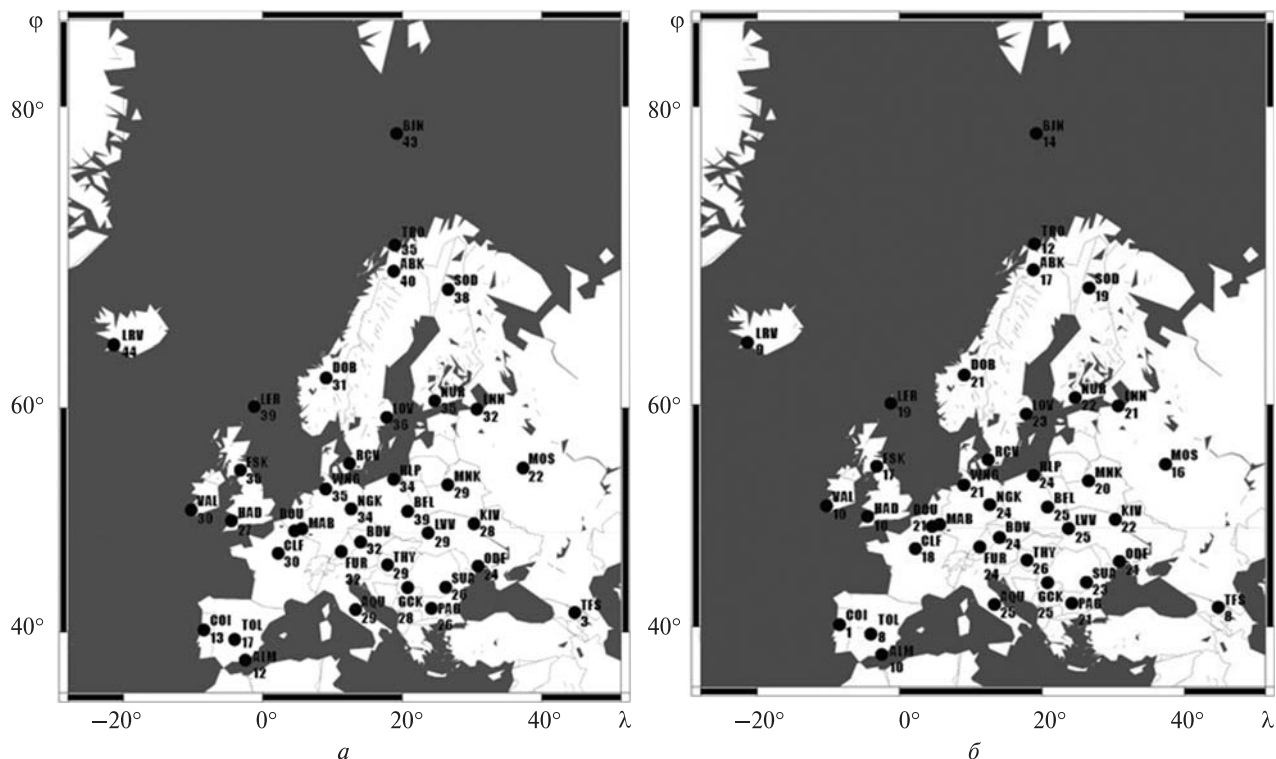


Рис. 5. Вікова варіація ΔBB_T повної напруженості геомагнітного поля на європейських магнітних обсерваторіях у 1969 р. (а) і 1979 р. (б)

сайв. Величину вкладу від авроральних електрострумів можна оцінити за різницею AU - та AL -індексів, що характеризують інтенсивність східного та західного іоносферних електрострумів відповідно. Східний авроральний електрострум дає збільшення поля на обсерваторіях, що знаходяться північніше, і зменшення поля на обсерваторіях, що південніше від нього. Західний електрострум дає вклад у збурення протилежного знаку. Західний електрострум під час бур та суббур інтенсивніший за східний. Тому результуючий вклад у BB поле буде дорівнювати різниці вкладу від кожного електроструменя, а знак його буде таким же, як і від західного електроструменя, тобто збігається із знаком компонента від кільцевого магнітосферного струму. На магнітограмах обсерваторій авроральної зони це відображається у збільшенні вертикальної складової поля, що ми спостерігаємо на обсерваторіях VJN, TRO.

На рис. 4 показано залежність зміни BB повної напруженості ΔBB_T від широти обсерваторії в інтервалах часу 1969—1986 рр. (а) та 1986—2003 рр. (б). Спостерігається лінійна залежність ΔBB_T від широти, яка порушується тільки для обсерваторій TFS та COI. Вікові варіації на обсерваторії TFS у першій половині 20-го століття формувалися внутрішнім регіональним джерелом, яке створило каспійський максимум. Дію цього джерела спостерігає і обсерваторія «Одеса». Прибережна португальська обсерваторія COI, найбільш імовірно, зазнає впливу джерела, яке формує потужний Атлантичний фокус BB .

Із збільшенням широти вертикальна складова BB збільшується, і на полюсі $BB_T = BB_Z$. Збільшення величини змінної частини BB з широтою в даному часовому інтервалі означає, що вклад зовнішніх джерел у BB збільшується. Як показано в роботі [12], повна напруженість геомагнітного поля у північній полярній шапці досягла

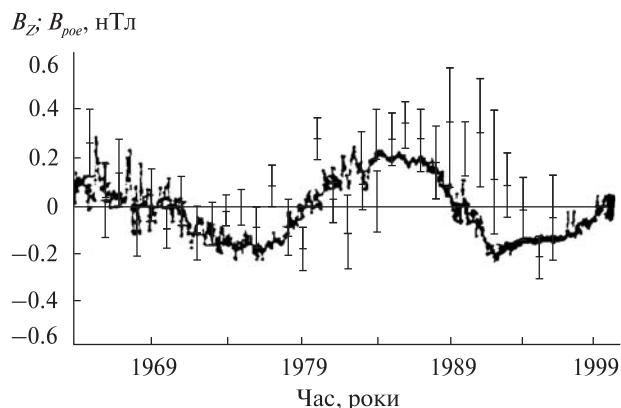


Рис. 6. Варіації ВМПС (B_{pol}) і середньорічні значення складової B_z ММП за 1965—1996 рр. [9]

максимуму у 1978 р., і почала спадати у 1979 р., тобто вікова варіація цього року змінює знак з позитивного на негативний. В літературі таку зміну знаку ВВ називають джерком, і при цьому припускається, що така зміна викликана різкою зміною активності внутрішніх джерел [15, 16], хоч деякі дослідники у цьому не впевнені [14], а у роботі [4] помічено, що джерки спостерігаються у роки максимуму сонячної активності.

На рис. 5 показано величини ВВ повної напруженості геомагнітного поля на європейських магнітних обсерваторіях у 1969 і 1979 рр. В кінці 1960-х та на початку 1970-х рр. (рис. 5, а) максимальні додатні BB_T спостерігаються у високих широтах. На обсерваторіях BJN, LRV $BB_T = 44$ нТл/рік. Такого ж порядку величини BB_T спостерігаються на обсерваторіях THU, RES, GDN (на рис. 5, а не показані). Інтенсивність BB_T зменшується із зменшенням широти обсерваторії. На обсерваторії THU $BB_T = 29$ нТл/рік, а на іспанських SFS, ALM вона складає 11—12 нТл/рік і навіть змінює знак на острівній португальській обсерваторії SMG, що свідчить про вплив від'ємного Атлантичного фокуса [10]. У 1979 р. арктичний фокус зник.

На рис. 5, б показано, що у 1979 р. максимальні BB_T спостерігаються у Центральній Європі на обсерваторії Тіхані (THU) $BB_T = 26$ нТл/рік, які поступово зменшуються із переміщенням на північ; на обсерваторії BJN $BB_T = 14$ нТл/рік, а на приполюсних THU, RES, ALE значення BB_T

за рік змінюються від -3 до -6 нТл/рік. Тобто, значення BB_T цього року тут малі і від'ємні. Це означає, що на полюсі величина BB_T від зовнішніх джерел у 1978—1979 рр. близька до нуля. Оскільки поле від кільцевого магнітосферного струму однорідне по всій Землі, можна вважати, що в цей рік величина BB_T генерувалась тільки внутрішніми джерелами. Приймавши значення ВВ за 1979 р. за нульовий рівень поля складової, залежної від зовнішніх джерел, і постулюючи, що ВВ від внутрішніх джерел мало змінюється з часом, можна знайти величину складової ВВ від внутрішніх джерел цього року та у найближчі роки. Для знаходження часових змін варіацій складової ВВ від зовнішніх джерел необхідно знати фізичну природу джерела.

На рис. 6 показано зміни великомасштабного магнітного поля Сонця (ВМПС) та середньорічних значень вертикальної складової міжпланетного магнітного поля (ММП) за 1965—1996 рр. Графіки взято з роботи [9].

Відомо [1], що поява південної складової $B_z < 0$ ММП веде до росту геомагнітної активності, тобто до збільшення кількості магнітних бур і суббур, при яких спостерігається зменшення горизонтальної складової геомагнітного поля у низьких і середніх широтах і збільшення вертикальної складової у високих широтах. Як бачимо з рис. 6, абсолютні значення $B_z < 0$ складової ММП збільшувались від 1969 до 1974—1976 рр. і далі зменшувались до 1979 р. Тоді ж ВМПС було направлено на північ, тобто у період з 1969 р. (рік максимуму 20-го циклу сонячної активності) до 1979 р. ВМПС і $B_z < 0$ складова ММП сприяли розвитку геомагнітної активності. Величина ВМПС в цей рік поміняла знак (до північного полюса Сонця), а середньорічні значення B_z набувають додатних значень. Геомагнітна активність почала зменшуватись, значення BB_T на європейських геомагнітних обсерваторіях почали різко зменшуватися і досягли мінімуму у 1985—1986 роках, а у високих широтах північної півкулі — змінили знак. Складова BB_H змінила знак з позитивного на негативний у 1976 р. і збільшувалась за абсолютною величиною. Нова зміна знаку ВМПС (максимумом 22-го циклу сонячної активності завершився цикл Хейла

1969—1989 рр.) відбулась у 1989 р., і поява середньорічних $B_z < 0$ складових ММП та ВМПС, направлене до півночі, призвели до таких же змін ВВ геомагнітного поля від зовнішніх джерел. Різкі зміни величини і знаку ВВ (джерки) відображають зміну величини і знаку ВМПС. Такий розвиток подій у хейлівському циклі сонячної активності 1969—1989 рр. показує, що різкого скачка арктичного фокуса на південь не було, даний фокус зник, оскільки зникло джерело, яке його створило.

ВИСНОВКИ

Вікові варіації геомагнітного поля на магнітних обсерваторіях Європи складаються з двох компонентів: квазіпостійного від внутрішніх джерел і змінного, зв'язаного із зовнішніми джерелами.

Складова від зовнішніх джерел відображається у ВВ вертикальної та горизонтальної складових поля, і її величина збільшується у вертикальній складовій зі збільшенням широти місця спостереження, а у горизонтальній — зі зменшенням широти.

Величина і знак складової ВВ від зовнішніх джерел добре корелює з величиною і знаком ВМПС, а також з величиною і знаком середньорічних значень південної складової ММП.

1. *Акасофу С. І., Чепмен С.* Солнечно-земная физика. — М.: Мир, 1975. — 512 с.
2. *Витинский Ю. И.* Цикличность и прогнозы солнечной активности. — М.: Наука, 1973. — 150 с.
3. *Гвишиани А. Д., Старостенко В. И., Сумарук Ю. П. и др.* Уменьшение солнечной и геомагнитной активности с 19-го по 24-й цикл // Геомагнетизм и аэрономия. — 2015. — **55**, № 3. — С. 314—322.
4. *Головков В. П., Симонян А. О.* Джерки в вековых геомагнитных вариациях на интервале 1930—1980 гг. // Геомагнетизм и аэрономия. — 1989. — **29**, № 1. — С. 164—167.
5. *Калинин Ю. Д.* Вековые геомагнитные вариации. — Новосибирск: Наука, 1984. — 160 с.
6. *Коломийцева Г. И., Саютина О. А.* Особенности векового хода геомагнитного поля полярных областей // Геомагнетизм и аэрономия. — 1988. — **28**, № 6. — С. 1038—1041.
7. *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. — **49**, № 12. — С. 1262—1273.

8. *Максимчук В. Ю., Горюдицкий Ю. М., Кузнецова В. Г.* Динамика аномального магнитного поля Земли. — Львів: Євросвіт, 2001. — 308 с.
9. *Обридко В. Н., Гальщев С. А., Левитин А. Е.* Связь структуры крупномасштабного магнитного поля Солнца в циклах солнечной активности со структурой ММП, оказавшей влияние на геомагнитную активность // Геомагнетизм и аэрономия. — 2004. — **44**, № 4. — С. 449—552.
10. *Орлов В. П., Ивченко М. И., Базаржапов А. Д., Коломийцева Г. И.* Вековой ход геомагнитного поля для периода 1960—1965 гг. — М.: ИЗМИРАН, 1968. — 70 с.
11. *Петрова Г. Н., Бурлацкая С. П.* Современные представления о вековых вариациях. Проблемы изучения палеогеомагнитных вариаций магнитного поля Земли. — Владивосток: Изд-во АН СССР, 1979. — С. 5—15.
12. *Сумарук Ю. П., Сумарук П. В.* Особенности вековых вариаций геомагнитного поля в северной полярной части Земли // Геофиз. журн. — 2013. — **35**, № 2. — С. 137—145.
13. *Шевнин А. Д., Левитин А. Е., Громова Л. И. и др.* Солнечная циклическая вариация в магнитных элементах обсерватории «Москва» // Геомагнетизм и аэрономия. — 2009. — **49**, № 3. — С. 315—320.
14. *Malin S., Hodder B.* Was the 1970 geomagnetic jerk of internal or external origin? // Nature. — 1982. — **296**. — P. 726—728.
15. *Mandea M.* How well is the main field secular variations known? // Contrib. Geophys. and Geod. — 2001. — **31**, N 1. — P. 233—243.
16. *Mandea M., Bellanger E., Le Mouel J.-L.* A geomagnetic jerk for the end of the 20th century // Earth Planet Sci. Lett. — 2000. — N 183. — P. 369—373.
17. *Sumaruk Yu. P.* On external sources of secular variations of the Earth's magnetic field // Contrib. Geophys. and Geod. — 2001. — **31**, N 1. — P. 353—354.
18. *Verbanac G., Luhr., Rother M., Korte M., Mandea M.* Contributions of the external field to the observatory annual means and proposal for their corrections // Earth Planet Space. — 2007. — **59**. — P. 251—257.

Стаття надійшла до редакції 01.10.15

REFERENCES

1. *Akasofu S.-I., Chapman S.* Solar-Terrestrial Physics, 512 p. (Mir, Moscow, 1975) [in Russian].
2. *Vitinskij Ju. I.* Cyclic recurrence and solar activity forecast, 150 p. (Nauka, Moscow, 1973) [in Russian].
3. *Gvishiani A. D., Starostenko V. I., Sumaruk Y. P., Soloviev A. A., Legostaeva O. V.* A decrease in solar and geomagnetic activity from cycle 19 to cycle 24. *Geomagnetism and Aeronomy*, **55** (3), 314—322 (2015) [in Russian].
4. *Golovkov V. P., Simonyan A. O.* The Jerks in Geomagnetic Secular Variations in the Interval of Years 1930—1980. *Geomagnetism and Aeronomy*, **29** (1), 164—167 (1989) [in Russian].

5. Kalinin Iu. D. Secular geomagnetic variations, 160 p. (Nauka, Novosibirsk, 1984) [in Russian].
6. Kolomijtseva G. I., Sayutina O. A. Peculiarities of the secular variation of the geomagnetic field in polar regions. *Geomagnetism and Aeronomy*, **28** (6), 1038—1041 (1988) [in Russian].
7. Ladynin A. V., Popova A. A. Quasi-periodic geomagnetic secular variation (from 1985–2005 world observatory data). *Russian Geology and Geophysics*, **49** (12), 1262—1273 (2008) [in Russian].
8. Maksymchuk V. Ju., Gorodys'kyj Ju. M., Kuznjecova V. G. The dynamics of the anomalous magnetic field of the Earth, 308 p. (Evrosvit, Lviv, 2001) [in Ukrainian].
9. Obridko V. N., Golyshev S. A., Levitin A. E. Relation between the structure of the large-scale solar magnetic field in the activity cycles and IMF governing geomagnetic activity. *Geomagnetism and Aeronomy*, **44** (4), 449—552 [in Russian].
10. Orlov V. P., Ivchenko M. I., Bazarzhapov A. D., Kolomijtseva G. I. The age-old course of the magnetic field for the 1960 - 1965 period, 70 p. (IZMIRAN, Moscow, 1968) [in Russian].
11. Petrova G. N., Burlackaja S. P. Modern views on the secular variations. Problems in the Study paleo-secular variations of the magnetic field of the Earth, 5—15 (Izd-vo AN SSSR, Vladivostok, 1979) [in Russian].
12. Sumaruk Yu. P., Sumaruk P. V. Special features of secular variations of geomagnetic field in the northern polar area of the Earth. *Geophysical journal*, **35** (2), 137—145 (2013) [in Ukrainian].
13. Shevnin A. D., Levitin A. E., Gromova L. I., Dremukhina L. A., Kaynara L. N. Solar cyclic variation in magnetic elements of Moscow observatory. *Geomagnetism and Aeronomy*, **49** (3), 315—320 (2009) [in Russian].
14. Malin S., Hodder B. Was the 1970 geomagnetic jerk of internal or external origin? *Nature*, **296**, 726—728 (1982).
15. Manda M. How well is the main field secular variations known? *Contribution to Geophysics and Geodesy*, **31** (1), 233—243 (2001).
16. Manda M., Bellanger E., Le Mouel J.-L. A geomagnetic jerk for the end of the 20th century. *Earth Planet Sci. Lett.*, N 183, 369—373 (2000).
17. Sumaruk Yu. P. On external sources of secular variations of the Earth's magnetic field. *Contribs to Geophys. and Geod.*, **31** (1), 353—354 (2001).
18. Verbanac G., Luhr H., Rother M., Korte M., Manda M. Contributions of the external field to the observatory annual means and proposal for their corrections. *Earth Planet Space*, **59**, 251—257 (2007).

Ю. П. Сумарук, Т. П. Сумарук

Институт геофизики им. С. И. Субботина
Национальной академии наук Украины, Киев

ЧАСОВЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕКОВЫХ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЕВРОПЕ

Исследованы часовые изменения напряженности геомагнитного поля по данным магнитных обсерваторий Европы, которые имеют длинные ряды наблюдений. Показано, что вековые вариации состоят из двух компонент: квазипостоянной — от внутренних источников и переменной связанной с внешними источниками. Величина и знак компоненты от внешних источников хорошо коррелирует с величиной и знаком крупномасштабного магнитного поля Солнца и, соответственно, с величиной и знаком среднегодовой южной компоненты межпланетного магнитного поля.

Ключевые слова: вековые вариации, геомагнитное поле, солнечная активность.

Yu. P. Sumaruk, T. P. Sumaruk

S. I. Sybbotin Institute of Geophysics
of the National Academy of Science of Ukraine, Kyiv

TEMPORAL CHANGES OF THE SECULAR VARIATIONS OF GEOMAGNETIC FIELD IN EUROPE

We investigated temporal changes of the secular variations of geomagnetic field intensity using perennial series of observations of the European geomagnetic observatories. It is shown that secular variations have two components: the first — quasi-constant, from the internal sources, and the second — variable, from the external sources. The magnitude and sign of the external sources component is highly correlated to the magnitude and sign of the large scale magnetic field of the Sun and, correspondingly, to the magnitude and sign of the mean annual southern component of the interplanetary magnetic field.

Key words: secular variations, geomagnetic field, solar activity.