

УДК 550.3

DOI: <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322567>

Динаміка геомагнітного поля в районі УАС «Академік Вернадський» за результатами спостережень на геодинамічному полігоні

А.О. Роменець¹, Ю.П. Сумарук¹, Ю.С. Отруба², 2025

¹Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна

²ДУ «Національний антарктичний науковий центр», Київ, Україна

Одним з найбільш важливих напрямів геолого-геофізичних досліджень в Антарктиці є вивчення глибинної будови регіону. Особливий інтерес становлять дослідження сучасної геодинаміки земної кори, оскільки до тектонічно активних розломів часто приурочені великі родовища нафти і газу та інші види корисних копалин. Оцінено динаміку геомагнітного поля для часового інтервалу 2008—2023 рр. і наведено результати розрахунку підмагнічуючого ефекту і значень складової δB_a , яка може бути зумовлена сучасними геодинамічними процесами.

Ключові слова: магнітне поле, аномалії, підмагнічуючий ефект, геодинаміка.

Згідно із затвердженою програмою досліджень в Антарктиці на станції «Академік Вернадський» («АВ») проводиться широкий спектр різноманітних досліджень. Станція «АВ» є потужною геофізичною

обсерваторією, що безперервно працює з 1947 р. (до 1996 р. — «База F», Великобританія). Перші геомагнітні виміри було проведено в 1955 р.

Одним з найбільш важливих напрямів

Citation: Romenets, A.O., Sumaruk, Y.P., & Otruba, Y.S. (2025). The geomagnetic field dynamics at Akademik Vernadsky Station based on the geodynamic study site observations. *Geofizychnyi Zhurnal*, 47(2), 300—306. <https://doi.org/10.24028/gj.v47i2.322567>.

Publisher S. Subbotin Institute of Geophysics of NAS of Ukraine, 2025. This is an open access article under the CC BY-NC-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

геолого-геофізичних досліджень в Антарктиці є вивчення глибинної будови регіону. Розуміння процесів, які сформували сучасний тектонічний вигляд Західної Антарктики, неможливо без усестороннього аналізу уявлень про еволюцію і геодинаміку регіону в цілому і його окремих фрагментів зокрема. Особливий інтерес становлять дослідження сучасної геодинаміки земної кори, оскільки до тектонічно активних розломів часто приурочені великі родовища нафти і газу та інші види корисних копалин [Максимчук и др., 2008].

Аналіз наявної магнітометричної інформації засвідчує доволі слабку вивченість території Антарктиди й Антарктичного півострова магнітними вимірами. У 80-х роках ХХ ст. співробітниками Британської антарктичної служби на підставі узагальнення магнітних зйомок різних років і ви-

сотної аеромагнітної зйомки ($h=2\ 500$ м) було побудовано карту аномального магнітного поля м-бу 1:1 500 000 для Антарктичного півострова та прилеглих акваторій [Renner et al., 1985]. У відділі геомагнетизму створено цифрову версію цієї карти [Роменець, Орлюк, 2008].

Завдяки проведеним у різні роки наземним і морським дослідженням для території архіпелагу «Аргентинські острови», прилеглих акваторій та островів побудовані цифрові магнітні карти модуля індукції геомагнітного поля B і його аномалій B_a , що дозволяє чітко визначати аномальні зони та робити висновки про характер і структуру геомагнітного поля. Карта аномального магнітного поля на епоху 2007,5 року [Роменець, Орлюк, 2008] свідчить про наявність аномалій з інтенсивністю в перші тисячі нанотесла, доволі велику неоднорід-

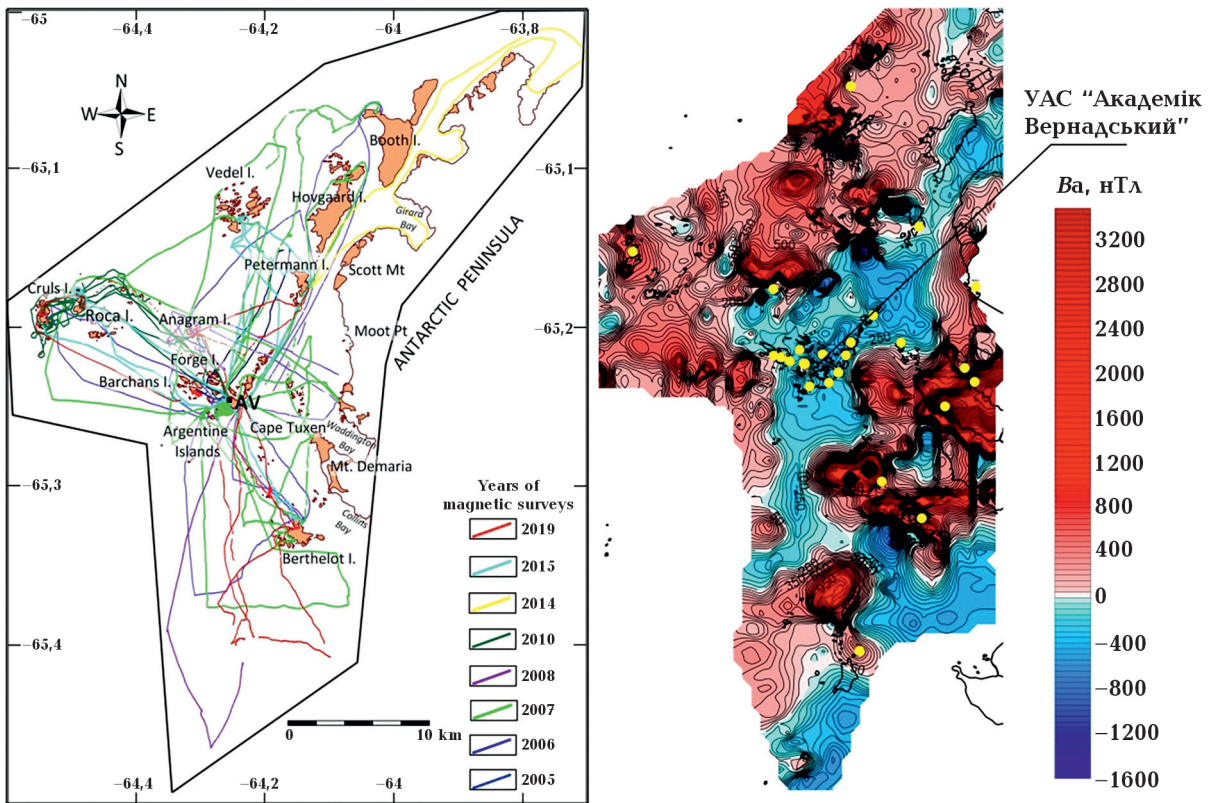


Рис. 1. Карта магнітної зйомки різних років [Bakhmutov et al., 2023] і карта аномального магнітного поля території навколо архіпелагу «Аргентинські острови» з точками тектономагнітних вимірювань на епоху 2007,5 року [Роменець, Орлюк, 2008; Orlyuk, Romanets, 2008].

Fig. 1. Magnetic survey map of different years [Bakhmutov et al., 2023] and map of the anomalous magnetic field of the Argentine Islands archipelago with points of tectonomagnetic measurements [Romanets, Orlyuk, 2008; Orlyuk, Romanets, 2008].

ність поля в районі архіпелагу і, відповідно, незначну глибину залягання порід з різко відмінними магнітними властивостями (рис. 1).

Поле B_a поблизу УАС «Академік Вернадський» досить складне, сильно диференційоване. Весь геодинамічний полігон роз-

ташований у від'ємному полі B_a в декілька сотень нанотесла. Це від'ємне поле, ймовірно, обумовлене впливом нижніх кромек джерел навколишніх додатних магнітних аномалій з інтенсивністю в декілька тисяч нанотесла, породи яких виходять на денну поверхню [Максимчук и др., 2008].

Таблиця 1. Модуль індукції B , його аномальної компоненти ΔB_a і динаміка поля за 15 років. Значення — в нТл

Номер пікету	Місце розташування	Координати 2008 р.	Координати 2023 р.	B_{-2005}	B_{a-2005}	B_{-2008}	B_{a-2008}	B_{-2023}	B_{a-2023}	$\delta B_{-2023-2008}$
1	о. Бархани, захід	S 65°14,362' W 64°19,023'	65,2393434° 64,3171029°	39454,2	16	39119,6	-51,687	37789,5	-45,518	-1330,13
1a	о. Бархани, центр	S 65°14,410' W 64°18,447'	65,2401324° 64,3075259°	39468,9	27	39153,9	-16,232	37829,6	-4,438	-1324,31
2	о. Бархани, схід	S 65°14,544' W 64°17,862'	65,2424251° 64,2977171°	39207	-238	38953,8	-216,19	37641,5	-191,54	-1312,35
3	о. Троє поросят	S 65°14,617' W 64°16,855'	65,2436307° 64,2809883°	39661	199	39391,2	223,331	38052,9	221,874	-1338,36
3a	о. Троє поросят, захід	S 65°14,630' W 64°16,761'	65,2438321° 64,2792888°	39618	162	39353,8	185,97	37999,8	168,822	-1353,95
4	мис Пінгвін-Поїнт	S 65°14,919' W 64°14,332'	65,2486591° 64,2389262°	39194	-297	38910,4	-253,84	37609,7	-217,34	-1300,7
5	о. Скуа	S 65°15,225' W 64°15,029'	65,2537605° 64,2505268°	39148	-339	38872,9	-297,2	37553,2	-275,8	-1319,7
6	о. Ялур	S 65°14,035' W 64°09,715'	65,2338799° 64,1619166°	39359	-99	39105,3	-33,944	37813,6	21,6305	-1291,63
7	мис Расмуссен	S 65°14,852' W 64°05,097'	65,2471644° 64,0852294°	40120	628	39849,6	713,88	38882,6	1094,64	-966,94
8	о. Барселот	S 65°19,436' W 64°08,419'	65,3238671° 64,1403511°	39841	297	39572,1	368,512	38271,6	420,596	-1300,51
9	о. Уругвай, південь	S 65°14,398' W 64°13,752'	65,2399452° 64,2292292°	39154	-319	38885,4	-270,47	37592,5	-226,5	-1292,93
10	о. Уругвай, північ	S 65°14,005' W 64°13,389'	65,2333759° 64,2230624°	39297	-159	39038,2	-111,6	37734,6	-77,439	-1303,64
11	о. Ірізар	S 65°13,186' W 64°11,710'	65,2197390° 64,1951865°	39369	-79	39103,4	-31,069	37810,7	13,7048	-1292,73
12	о. Пітерман	S 65°10,501' W 64°08,258'	65,1750366° 64,1375797°	39433	-1	39166,2	75,9716	37863,1	119,066	-1303,07
13	о. Рока	S 65°11,079' W 64°29,146'	65,1846694° 64,4863866°	40321	851	—	—	38674,8	869,821	—
14	мис Вейт	S 65°31,051' W 64°05,061'	65,5175204° 64,0843178°	—	—	40124,7	784,33	38813,3	823,246	-1311,48
15	о. Форджі	S 65°14,201' W 64°17,140'	65,2366827° 64,2856202°	—	—	38907,2	-256,37	37579,2	-246,85	-1328,09
16	о. Скуа	S 65°15,323' W 64°16,461'	65,2553995° 64,2743456°	—	—	39280,7	105,017	37949,5	122,493	-1331,23
17	о. Гротто	S 65°14,352' W 64°15,440'	65,2392145° 64,2573017°	—	—	38399,4	-761	37143,5	-679,54	-1255,94

У 2023—2024 рр. проведено повторні виміри модуля індукції магнітного поля B на 28 пунктах. Для кожного пункту виділено аномальну компоненту B_a . Методику магнітних вимірів розроблено з урахуванням особливостей, властивих даній території. Проводились наземні точкові та профільні вимірювання. Методика вимірів полягала у синхронних спостереженнях варіацій модуля B на станції «АВ» і точках виміру. Це дало змогу виключити варіаційну складову магнітного поля ΔB та отримати для точок спостережень абсолютні значення модуля B на момент вимірювання $B_{\text{абс.}} = B_{\text{вимір}} - \Delta B$. Аномальні значення модуля визначаються виразом $B_a = B_{\text{абс.}} - B_{\text{IGRF}}$. Розрахунок B_{IGRF}

для 28 пунктів (в табл. 1, як приклад, наведено 17 пунктів) виконано у режимі on-line з використанням програмного забезпечення Британської геологічної служби (BGS) (https://geomag.bgs.ac.uk/data_service/models_compass/wmm_calc.html). У результаті безперервних спостережень на магнітній обсерваторії визначено середньорічне значення модуля B для 2023 року, необхідне для подальшої обробки і приведення даних до єдиного рівня. З урахуванням цієї величини було визначено величину аномалій B_a у кожній точці спостережень.

Величини B_a у пунктах спостережень мають значення від -1006 до 4003 нТл, що засвідчує сильну магнітну неоднорідність

Т а б л и ц я 2. Величини модуля магнітного поля B_{IGRF} , аномальної компоненти B_a в пунктах, величина підмагнічуючого ефекту ΔB_a та потенційного внеску δB_a внаслідок геодинамічних(?) явищ. Значення — в нТл

Номер пікету	Місце розташування	$B_{\text{IGRF}-2008}$	$B_{\text{IGRF}-2023}$	B_{a-2008}	B_{a-2023}	$B_{a-p-2023}$	$\Delta \Delta B_{a-2023}$	$\delta B_{a-2023-2008}$
1	о. Бархани, захід	39129	37835	-51,69	-45,52	-49,98	4,46	1,71
1a	о. Бархани, центр	39128	37834	-16,23	-4,44	-15,70	11,26	0,54
2	о. Бархани, схід	39212	37833	-216,19	-191,54	-208,59	17,05	7,60
3	о. Троє поросят	39210	37831	223,33	221,87	215,48	6,40	-7,85
3a	о. Троє поросят, захід	39210	37831	185,97	168,82	179,43	-10,61	-6,54
4	мис Пінгвін-Поїнт	39207	37827	-253,84	-217,34	-244,91	27,57	8,93
5	о. Скуа	39208	37829	-297,20	-275,80	-286,75	10,95	10,45
6	о. Ялур	39169	37792	-33,94	21,63	-32,75	54,38	1,19
8	о. Барселот	39229	37851	368,51	420,60	355,57	65,03	-12,94
9	о. Уругвай, південь	39198	37819	-270,47	-226,50	-260,95	34,45	9,52
10	о. Уругвай, північ	39191	37812	-111,80	-77,44	-107,67	30,23	3,93
11	о. Ірізар	39175	37797	-31,07	13,70	-29,98	43,68	1,09
12	о. Пітерман	39121	37744	75,97	119,07	73,30	45,77	-2,67
14	мис Вейт	39370	37990	784,33	823,25	756,84	66,41	-27,49
15	о. Форджі	39206	37826	-256,37	-246,85	-247,35	0,49	9,02
16	о. Скуа	39206	37827	105,02	122,49	101,32	21,17	-3,69
17	о. Гротто	39203	37823	-761,00	-679,54	-734,21	54,67	26,79

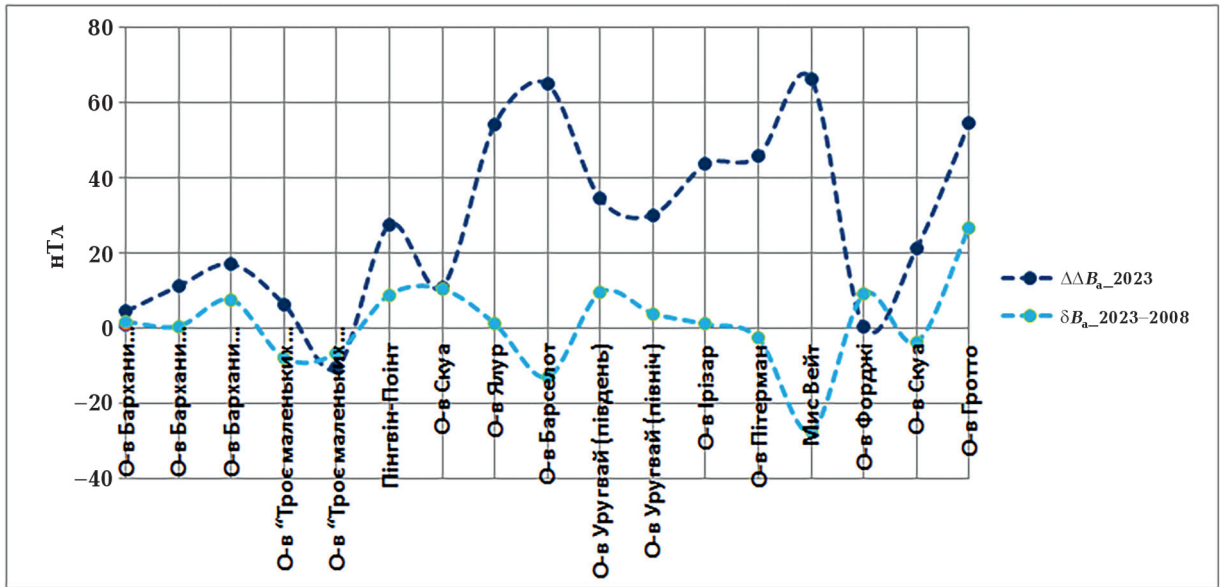


Рис. 2. Величина ΔB_a підмагнічуючого ефекту за 15 років (2008—2023) і величина внеску δB_a внаслідок геодинамічних(?) явищ.

Fig. 2. The magnitude of the ΔB_a magnetizing effect over 15 years (2008—2023) and the magnitude of the δB_a contribution due to geodynamic(?) phenomena.

верхньої кори. Від'ємні аномалії можуть бути як мінімумами від намагнічених за полем магнітних джерел, так і мати самостійне значення у випадку їх обумовленості обернено намагніченими породами.

Згідно з картою (див. рис. 1), більшість островів архіпелагу, включно зі станцією «АВ», розташовані в області від'ємного магнітного поля з інтенсивністю від -50 до -300 нТл. На цьому фоні ряд пунктів геодинамічного полігону мають великі позитивні значення поля B_a , що доводить необхідність більш детального покриття цього району магнітними вимірами. Аномальне магнітне поле B_a на багатьох ділянках сильно диференційоване, з градієнтами до $20\text{--}40$ нТл/м, це, очевидно, пов'язане з наявністю високонамагнічених вулканогенних порід.

Для кількісного оцінювання просторово-часових змін модуля індукції B і B_a на геодинамічному полігоні було використано наявні в авторів цифрові дані на епоху 2008 р. та отримані в 2023—2024 рр. результати повторних замірів модуля B , приведених до епохи 2023 р. Зауважимо, що оскільки зйомка виконувалася GPS приймачами різного типу і в різні роки, то можливі певні

розбіжності у визначенні точного розміщення деяких пунктів заміру модуля B .

Згідно з розрахунками (див. табл. 1) виявлено інтенсивні часові зміни локального магнітного поля. Як бачимо, в районі УАС «АВ» магнітне поле за 15 років зменшилось у середньому на 1300 нТл. Виявлені зміни аномального поля B_a пов'язані зі зміною магнітних параметрів порід і можуть бути спричинені як активними геодинамічними явищами, зокрема тектономагнітними (п'єзомагнітний ефект), так і пасивними, викликаними віковою варіацією (SV) — підмагнічуванням порід. Можливість помітного внеску підмагнічення в часові зміни є наслідком доволі великих значень вікового ходу геомагнітного поля в цьому регіоні (\approx від -80 до -90 нТл/рік). У статті [Orlyuk et al., 2024] розроблено технологію побудови карт модуля індукції геомагнітного поля з урахуванням точних вихідних даних модуля B , зміни поля B_{IGRF} і розрахунок величини підмагнічуючого ефекту внаслідок вікової варіації. На підставі такої технології за вихідними даними 2008 р. було розраховано аномалію $B_{a_p_2023}$ на 2023 р. (табл. 2), що дало змогу визначити величину $\Delta B_a = B_{a_p_2023} - B_{a_2023}$.

Таким чином, для наявних пунктів отримано аномалію модуля індукції за розрахунком ($B_{a-p, 2023}$) та за результатами зйомки 2023 р., що дало змогу визначити величину δB_a , яка може бути зумовлена сучасними геодинамічними (в тому числі тектономагнітними) процесами.

Висновки. Згідно з результатами спостережень і розрахунків виявлено суттєве зменшення модуля індукції геомагнітного поля в районі станції «АВ» за 15 років у середньому на 1300 нТл. Унаслідок вікової варіації за результатами зйомок 2008

і 2023 рр. для наявних пунктів було отримано аномалію модуля індукції $B_{a-p, 2023}$. Розрахунок величини $B_{a-p, 2023}$ дав змогу визначити величину підмагнічуючого ефекту ΔB_{a-2023} і величину δB_a , яка може бути зумовлена сучасними геодинамічними процесами.

Дослідження виконано в рамках НДР «Вивчення сучасної геодинаміки та сейсмічності Антарктичного півострова за результатами моніторингових досліджень в районі антарктичної станції «Академік Вернадський». Окрема подяка УАЦ за надані матеріали.

Список літератури

- Максимчук В.Ю., Бахмутов В.Г., Городський Ю.М., Чоботок І.А. Состояние, результаты и перспективы тектономагнитных исследований в Западной Антарктике. *Геофиз. журн.* 2008. Т. 30. № 1. С. 71—83.
- Роменець А.О., Орлюк М.І. Нові дані щодо просторово-часової структури геомагнітного поля в районі УАС «Академік Вернадський». *Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища. Матеріали наукової конференції 6—10 жовтня 2008 р.*, Львів, С. 30—31.
- Bakhmutov, V., Yegorova, T., Bakarzhiev, M., Mytrokhyn, O., Shpyra, V., Orlyuk, M., Maksymchuk, V., Tarasov, V., Romenets, A., Nakalov, Y., Brillinh, Y., Romanyuk, O., Otruba, Y., & Litvinov, D. (2023). Magnetic field map of the Wilhelm Archipelago shelf zone, West Antarctica. *Acta Geophysica*, 72, 1693—1712. <https://doi.org/10.1007/s11600-023-01190-6>.
- Orlyuk, M.I., & Romenets, A.A. (2008). Geomagnetic maps of the region of the station «Academic Vernadsky»: geological and ecological aspects. *Ukraine in Antarctica — National Priorities and Global Integration. International Antarctic Conference IAC2008. May 23—25, 2008, Kyiv, Ukraine, International Polar Year 2007/8.* Abstracts, P. 89.
- Orlyuk, M., Marchenko, A., Romenets, A., Bakarzhiev, M., & Orliuk, I. (2024). Development of geomagnetic field induction module maps for the territory of Ukraine. *Geodynamics*, (1), 74—84. <https://doi.org/10.23939/jgd2024.01.074>.
- Renner, R.G.B., Sturgeon, L.J.S., & Garrett, S.W. (1985). *Reconnaissance gravity and aeromagnetic surveys of the Antarctic Peninsula.* British Antarctic Survey Scientific Reports, No. 110, 54 p.

The geomagnetic field dynamics at Akademik Vernadsky Station based on the geodynamic study site observations

A.O. Romenets¹, Y.P. Sumaruk¹, Y.S. Otruba², 2025

¹S. Subbotin Institute of Geophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²SI «National Antarctic Research Center», Kyiv, Ukraine

One of the most important areas of geological and geophysical research in Antarctica is the study of the deep structure of the region. Of particular interest are studies of modern geodynamics of the Earth's crust, since large deposits of oil and gas and other types of

minerals are often located near tectonically active faults. The thesis estimates the dynamics of the geomagnetic field for the time interval 2008—2023 and presents the results of calculating the magnetizing effect and the values of the δB_a component, which may be caused by modern geodynamic processes.

Key words: magnetic field, anomalies, submagnetizing effect, geodynamics.

Reference

- Maksimchuk, V.Yu., Bakhmutov, V.G., Gorodysky, Yu.M., & Chobotok, I.A. (2008). The state, results and prospects of tectonomagnetic studies in West Antarctica. *Geophysical Journal*, 30(1), 71—83 (in Russian).
- Orlyuk, M.I. (2005). *Report on the results of scientific research in the field of «geological and geophysical research» during the 10th Ukrainian Antarctic Expedition (2004—2005)*. Kyiv: Publ. IGPH-UAC, 26 p. (in Ukrainian).
- Romenets, A.O., & Orlyuk, M.I. (2008). New data on the spatial-temporal structure of the geomagnetic field in the area of the UAS «Akademik Vernadsky». *Geophysical technologies for forecasting and monitoring the geological environment. Proc. of the scientific conference of October 6—10, 2008, Lviv* (pp. 30—31) (in Ukrainian).
- Bakhmutov, V., Yegorova, T., Bakarzhievya, M., Mytrokhyn, O., Shpyra, V., Orlyuk, M., Maksymchuk, V., Tarasov, V., Romenets, A., Nakalov, Y., Brillinh, Y., Romanyuk, O., Otruba, Y., & Litvinov, D. (2023). Magnetic field map of the Wilhelm Archipelago shelf zone, West Antarctica. *Acta Geophysica*, 72, 1693—1712. <https://doi.org/10.1007/s11600-023-01190-6>.
- Orlyuk, M.I., & Romenets, A.A. (2008). Geomagnetic maps of the region of the station «Academic Vernadsky»: geological and ecological aspects. *Ukraine in Antarctica — National Priorities and Global Integration. International Antarctic Conference IAC2008. May 23—25, 2008, Kyiv, Ukraine, International Polar Year 2007/8*. Abstracts, P. 89.
- Orlyuk, M., Marchenko, A., Romenets, A., Bakarzhieva, M., & Orliuk, I. (2024). Development of geomagnetic field induction module maps for the territory of Ukraine. *Geodynamics*, (1), 74—84. <https://doi.org/10.23939/jgd2024.01.074>.
- Renner, R.G.B., Sturgeon, L.J.S., & Garrett, S.W. (1985). *Reconnaissance gravity and aeromagnetic surveys of the Antarctic Peninsula*. British Antarctic Survey Scientific Reports, No. 110, 54 p.