

БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ В РАЙОНІ СТАНЦІЇ «АКАДЕМІК ВЕРНАДСЬКИЙ»

Кричун Д.М.¹, Прокоф'єв О.М.^{2,3}, Боровська Г.О.²

¹Кіровоградський обласний центр з гідрометеорології
вул. Чміленка, 84, 25022, м. Кропивницький

²Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

³Інститут кліматично орієнтованого сільськогосподарства
Національної академії аграрних наук України
вул. Маяцька дорога, 24, 67667, смт. Хлібодарське
dmitrii.krychun@gmail.com, leggg0707@gmail.com, bga6319@gmail.com

З середини ХХ століття спостерігається потепління атмосфери і океану, льодовий покрив обох півкуль зменшується, а рівень світового океану підвищується. Глобальне потепління, а також суттєва зміна клімату, яка спостерігається з 1950-х років, на думку багатьох вчених, є наслідком впливу антропогенного фактору, пов'язаного з викидом парникових газів. Саме полярні зони планети найбільш чутливі до зміни клімату. Важлива задача для науковців сьогодні це – вивчити різні стани системи океан-атмосфера, а потім спробувати перенести на клімат окремих районів нашої планети результату їх впливу.

Окрім впливу на глобальні кліматичні процеси, Антарктида відіграє ключову роль у підтримці екологічної рівноваги нашої планети. Її суворі кліматичні умови безпосередньо формують унікальні екосистеми Південного океану, які є домівкою для різних організмів. Морський лід, який покриває значні частини Антарктики, слугує середовищем існування для багатьох видів, включаючи криль – основу харчового ланцюга для багатьох морських мешканців. Криль є важливим джерелом харчування для риб, тюленів, китів і пінгвінів. Зміни в обсязі морського льоду, що спричинені потеплінням клімату, безпосередньо впливають на доступність цього ресурсу і можуть спричинити ланцюгові реакції в екосистемах Південного океану.

Кліматичні зміни в Антарктиді також мають глобальний ефект. Танення антарктичних льодовиків підвищує рівень світового океану, загрожуючи прибережним регіонам і островам, а також порушує термохалінну циркуляцію океанів – систему, яка впливає на клімат у багатьох частинах світу. Зменшення кількості морського льоду змінює структуру харчових ланцюгів, впливаючи на риболовлю та економіку країн, які залежать від морських ресурсів. Окрім цього, зміни у водних потоках та океанічних течіях можуть змінювати глобальні погодні патерни, що спричинить більш екстремальні погодні явища в різних кутках світу.

Таким чином, дослідження клімату та метеорологічного режиму Антарктиди є надзвичайно важливим не лише для розуміння регіональних екологічних процесів, але й для прогнозування глобальних змін у кліматичній системі. Антарктида виступає своєрідним барометром змін, що дозволяє науковцям краще оцінити потенційні наслідки глобального потепління. Вивчення цього континенту допомагає не лише оцінити екологічні виклики, а й розробити стратегії для їх пом'якшення, зокрема зменшення викидів парникових газів, захист морських екосистем та розробку глобальних екологічних політик.

Ключові слова: клімат, приземна температура повітря, Антарктичний півострів, середнє значення, асиметрія, ексцес.

Long-term dynamics of statistical characteristics of the thermal regime in the area of the “Academic Vernadsky” station. Krychun D., Prokofiev O. Borovska H.

Since the mid-20th century, warming of the atmosphere and oceans has been observed, the ice cover of both hemispheres has been shrinking, and the global sea level has been rising. Global warming and significant climate changes observed since the 1950s are, according to many scientists, a consequence of anthropogenic factors related to greenhouse gas emissions. The polar regions of the planet are particularly sensitive to climate change. A crucial task for scientists today is to study the various states of the ocean-atmosphere system and then attempt to apply the results of their influence to the climate of specific regions of our planet.

In addition to its impact on global climate processes, Antarctica plays a key role in maintaining the ecological balance of our planet. Its harsh climatic conditions directly shape the unique ecosystems of the Southern Ocean, which serve as habitats for a variety of organisms. Sea ice, covering significant parts of Antarctica, provides a critical environment for many species, including krill—a cornerstone of the food chain for numerous marine inhabitants. Krill serves as a vital food source for fish, seals, whales, and penguins. Changes in the volume of sea ice, driven by climate warming, directly affect the availability of this resource and can trigger cascading effects in the ecosystems of the Southern Ocean.

Climate changes in Antarctica also have a global impact. The melting of Antarctic glaciers raises global sea levels, threatening coastal regions and islands, and disrupts the thermohaline circulation of the oceans – a system that influences climate across many parts of the world. The reduction in sea ice alters the structure of food chains, affecting fisheries and the economies of countries that depend on marine resources. Additionally, changes in water flows and ocean currents can modify global weather patterns, leading to more extreme weather events in different parts of the world.

Therefore, studying the climate and meteorological regime of Antarctica is critically important not only for understanding regional ecological processes but also for forecasting global changes in the climate system. Antarctica acts as a kind of barometer for change, enabling scientists to better assess the potential consequences of global warming. Research on this continent helps evaluate ecological challenges and develop strategies to mitigate them, including reducing greenhouse gas emissions, protecting marine ecosystems, and formulating global environmental policies. *Key words:* climate, near-surface air temperature, Antarctic Peninsula, mean, skewness, kurtosis.

Постановка проблеми. Антарктида – найхолодніший материк Землі. Своїми унікальними природними особливостями Антарктида завдячує географічному положенню. Практично весь материк знаходиться за Південним полярним колом. Сонце ніколи не піднімається високо над горизонтом. Влітку в Антарктику приходить полярний день, а взимку – полярна ніч, тривалість яких на Південному полюсі доходить до півроку. Косі сонячні промені не можуть зігріти цей материк, тому Антарктика перебуває у владі вічного холоду. Вона вкрита кілометровим крижаним панциром, тільки місцями з-під льоду проглядають чорні голі антарктичні скелі – нунатаки [1-3].

Природний світ материка досить мізерний. З рослин тут переважають мохи та лишайники, є кілька видів квіткових рослин. На берегах Антарктики влаштовують свої лежбища морські котики, селяться зграї пінгвінів. У Антарктиді активно ведуться міжнародні дослідження, зараз тут працює близько 37 станцій із загальною чисельністю персоналу до 3000 осіб. Дійсно, кліматичні умови Антарктики – є найсуворішими на всій планеті, при винятково низьких температурах тут випадає дуже мало опадів, і дмуть найсильніші вітри, швидкість яких може сягати 90 м/с [2-3].

Саме завдяки своїм особливостям в антарктичному регіоні найбільш яскраво проявляються загальнопланетарні зміни клімату, а саме глобальне підвищення температури.

Актуальність даного дослідження виходить з необхідності постійного моніторингу метеорологічного режиму Антарктиди та його динаміки в світлі сучасних кліматичних змін, оскільки цей регіон є одним із ключових індикаторів глобальних екологічних процесів. Зміни температури, обсягів морського льоду та циркуляції повітряних мас в Антарктиді впливають на стабільність екосистем Південного океану, які є важливою частиною біосфери планети.

Постійне спостереження за цими процесами дозволяє виявляти довгострокові тренди, які відображають глобальне потепління, і прогнозувати їхній вплив на біорізноманіття та функціонування екосистем.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконувалось у відповідності до цілей, що були сформульовані в науково-дослідних роботах Одеського державного екологічного університету та Одеського національного університету імені І.І. Мечникова з тем: «Оцінка стану кліматичної системи Західної Антарктиди у світлі мінливості циркуляції тропосфери і низької стратосфери, термічних та динамічних характеристик Південного океану, а також динаміки зледеніння» (№ ДР 0104U000958); «Вплив кліматичних змін в полярних регіонах на динаміку загального вмісту озону, температурно-вологісного режиму атмосфери та розпов-

сюдження морського льоду» (№ ДР 0110U000088); «Оцінка ампліфікації зміни клімату в полярних регіонах на основі даних радіозондування та даних наземних спостережень».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Динаміка термічного режиму досліджуваного регіону кінця XX – початку XXI століть та оцінка його майбутніх змін представлені в публікаціях як зарубіжних так і вітчизняних вчених [4-14]: Turner J. та ін. (2005); Convey P. та ін. (2009); Abrahamsen E.P. та ін. (2020); Stenni B. та ін. (2017); González-Herrero S. та ін. (2020), Martazinova V.F. та ін. (2010), Краковська С.В. та ін. (2017), Прокоф'єв О.М. та ін. (2013, 2015, 2021, 2023).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відомо, що підвищення глобальної температури впливає не лише на абсолютні значення температури повітря в Антарктиді, але й на кількість опадів, а також динаміку льодового покриву та морського льоду. Такі зміни впливають на функціонування унікальних екосистем цього регіону, включаючи харчові ланцюги в Південному океані.

У цьому контексті вивчення термічного режиму Антарктиди дає можливість не лише глибше зрозуміти процеси, що відбуваються у цьому регіоні, але й розробити прогнози змін глобального клімату. Це допоможе адаптувати стратегії управління природними ресурсами, зменшити негативні екологічні наслідки та попередити значні економічні втрати, пов'язані з кліматичними катастрофами.

Таким чином, моніторинг і дослідження температурних змін в Антарктиді є важливими не лише для розуміння сучасних кліматичних тенденцій, але й для забезпечення екологічної стабільності планети в умовах глобального потепління.

Метою даного дослідження є встановлення основних рис багаторічної динаміки термічного режиму Антарктичного півострова в районі станції «Академік Вернадський».

Вихідними даними виступають багаторічні значення середньої місячної температури повітря за 00 UTC на українській антарктичній станції «Академік Вернадський», отримані з бази даних Британської Антарктичної служби (<https://www.bas.ac.uk>). Період спостережень охоплює періоди двох останніх кліматичних норм (1961-1990pp. та 1991-2020pp.) і складає більше 70 років (з 1947 по 2020pp.).

Методологічне або загальнонаукове значення. Сучасні дослідження клімату Антарктиди свідчать, що очікувані зміни мають, в основному, негативні наслідки для глобальної кліматичної системи та екосистем регіону. Льодовиковий щит, морський лід та унікальні екосистеми Антарктичного континенту є ключовими елементами, які впливають на стан Світового океану, рівень його води та термохалінну циркуляцію. Ці фактори мають прямий вплив на стабільність клімату у різних частинах світу.

Зміни температурного режиму, просторового і часового розподілу тепла в Антарктиді, впливають на динаміку льодовикового покриву та сезонний хід утворення морського льоду. Ця інформація є надзвичайно важливою для прогнозування глобальних кліматичних змін, особливо тих, які можуть мати значний вплив на прибережні регіони, екосистеми та економіку багатьох країн.

Дослідження кліматичних процесів в Антарктиді дозволяє ефективніше використовувати кліматичні ресурси для вирішення конкретних соціально-економічних завдань, розробки глобальних екологічних політик та адаптаційних стратегій у відповідь на зміни клімату.

Виклад основного матеріалу. Клімат будь-якої місцевості можна охарактеризувати за допомогою статистичних характеристик. На першому етапі дослідження проведено розрахунок статистичних характеристик середньомісячних та середньорічних значень приземної температури повітря антарктичної станції «Академік Вернадський». В таблиці 1 наведені розраховані значення статистичних характеристик для всього періоду досліджень з 1947 по 2020рр.

Найвищі середньомісячні значення приземної температури спостерігаються в період антарктичного літа – січень-лютий і складають 0,8 та 0,7°C відповідно. Найнижчі – фіксуються в період антарктичної зими – червень-липень: -8,4 та -8,7°C відповідно. Річна амплітуда приземної температури складає 9,5°C.

Річний хід мінімальних температур повторює загальні риси річного ходу середніх температур, але слід зазначити, що він має один яскраво виражений максимум (січень, -1,4°C) та мінімум (липень, -20,1°C). Річна амплітуда мінімальних температур складає 18,7°C, що майже в два рази більше за амплітуду середніх значень температур. Річний хід багаторічних максимальних значень також відповідає річному ходу середніх значень, але найбільші максимальні значення фіксуються в лютому (2,4°C), а найменші – в серпні (-2,9°C). Річна амплітуда максимальних значень майже вдвічі менша за амплітуду середніх і складає 5,3°C.

В річному ході середньоквадратичного відхилення (табл. 1) спостерігається чітко виражений макси-

мум (червень – 4,4°C) та мінімум (грудень – 0,6°C), тобто максимальні значення середньоквадратичного відхилення фіксуються в період антарктичного літа, а мінімальні – в період антарктичної зими, що пов'язане з характером загальної циркуляції атмосфери в цьому регіоні.

Коефіцієнт асиметрії протягом більшості місяців року від'ємний і коливається у невеликих межах від -0,4 до -1,1, що свідчить про суттєву відмінність розподілу температури від нормального розподілу та його не стаціонарність. Найбільші значення коефіцієнту асиметрії фіксуються напочатку зими (квітень-травень) – -3,2 та -2,1 відповідно.

Щодо коефіцієнту ексцесу, то він протягом року має як додатні, так і від'ємні значення, тобто протягом деяких місяців року приземна температура змінюється в широкому діапазоні (з вересня по січень), а в деякі – у вузькому (з лютого по серпень), що, знову ж таки, обумовлено характером загальної циркуляції в регіоні.

На наступному етапі дослідження було прийняте рішення розділити досліджуваний період на два тридцятирічних періоди (1961-1990рр. та 1991-2020рр.), які відповідають кліматичним нормам (відповідно до рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації) і розраховувати статистичні характеристики приземної температури повітря станції «Академік Вернадський» окремо для кожного періоду (табл. 2).

Аналіз проведених розрахунків дозволяє стверджувати, що за досліджуваний період відбулося суттєве збільшення приземної температури повітря в районі станції «Академік Вернадський» протягом усіх місяців року! Якщо в період першої кліматичної норми (1961-1990рр.) багаторічні середньомісячні значення приземної температури для літніх місяців не перевищували 0,7°C, то в період другої кліматичної норми (1991-2020рр.) ці значення вже є вищими за 1,0°C. Найбільше зростання середньомісячних приземних температур від періоду першої кліматичної норми до другої припадає на середину зими: липень (2,6°C), серпень (3,0°C). Тобто за період від першої до другої кліматичної норми багаторічна середньомісячна температура повітря на станції «Академік Вернадський» зросла протягом усіх місяців року на величину від 0,1 (грудень, літо) до 3,0°C (серпень, зима). Отримані результати добре ілюструє табл. 3.

Таблиця 1

Статистичні характеристики приземної температури повітря станції «Академік Вернадський», розраховані за період 1947-2020рр.

хар-ка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	year
min	-1,4	-3,0	-4,6	-14,0	-13,9	-17,1	-20,1	-17,4	-14,2	-9,5	-4,7	-1,7	-8,1
max	2,3	2,4	1,6	0,5	-0,2	-1,1	-2,6	-2,9	-2,1	-0,6	0,0	1,7	-1,2
серед	0,8	0,7	-0,4	-2,4	-4,2	-6,2	-8,4	-8,7	-7,1	-4,5	-2,1	-0,2	-3,6
Sx	0,9	1,0	1,1	2,3	2,6	3,1	4,4	3,5	3,0	1,9	1,1	0,6	1,5
As	-0,4	-0,9	-0,9	-3,2	-2,1	-1,1	-1,0	-0,7	-0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,9
E	-0,4	2,5	1,8	6,1	5,2	1,5	0,3	0,0	-0,3	-0,2	-0,2	0,9	0,6

Таблиця 2

Статистичні характеристики приземної температури повітря станції «Академік Вернадський», розраховані за різні кліматичні періоди

1961-1990pp.													
хар-ка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	year
min	-0,7	-1,0	-2,6	-5,6	-7,4	-11,3	-19,9	-16,4	-14,2	-8,5	-4,6	-0,8	-6,1
max	2,3	2,4	1,4	-0,4	-1,6	-2,7	-2,7	-3,4	-2,1	-1,6	-0,5	0,8	-1,2
серед	0,7	0,7	-0,5	-2,3	-4,2	-6,3	-9,0	-9,8	-7,5	-5,0	-2,3	-0,2	-3,8
Sx	0,8	0,9	1,0	1,4	1,4	2,3	4,8	3,6	3,1	2,0	1,1	0,4	1,3
As	0,3	0,4	-0,1	-0,6	-0,5	-0,4	-0,8	-0,3	-0,2	-0,1	-0,4	0,5	0,2
E	-1,1	-0,6	-0,6	-0,2	0,0	-0,7	-0,3	-0,6	-0,5	-1,0	-0,9	-0,8	-1,0
1991-2020pp.													
хар-ка	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	year
min	-0,4	-0,3	-2,2	-4,6	-6,9	-10,9	-12,2	-12,2	-11,8	-9,5	-4,5	-1,2	-4,3
max	2,2	2,3	1,6	0,5	-0,2	-1,1	-2,6	-2,9	-2,3	-0,6	0,0	1,7	-1,5
серед	1,1	1,0	-0,1	-1,6	-3,0	-4,8	-6,4	-6,9	-6,2	-4,0	-1,7	-0,1	-2,7
Sx	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	2,1	2,3	2,1	2,4	1,8	0,9	0,7	0,7
As	-0,4	-0,1	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,0	-0,3	-0,2	-1,1	-0,4	0,9	-0,5
E	-0,4	-0,9	0,6	2,3	2,1	1,5	1,0	0,2	-0,3	2,8	1,8	0,7	-0,4

Таблиця 3

Різниці між багаторічними середніми значеннями приземної температури повітря станції «Академік Вернадський» II та I кліматичних періодів (°C)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	year
0,4	0,3	0,4	0,7	1,2	1,5	2,6	3,0	1,3	1,1	0,5	0,1	1,1

Для мінімальних температур характерна така сама тенденція, як і для середніх: протягом майже усіх місяців року спостерігається зростання мінімальної температури від першого кліматичного періоду до другого. Максимальне зростання фіксується в зимовий період (7,7°C – липень), мінімальне – в літній (0,3°C – січень). Слід зазначити, що у грудні на станції «Академік Вернадський» мінімальні температури від першого до другого кліматичного періоду зменшилися, хоча й не суттєво на 0,4°C.

Що стосується динаміки багаторічних максимальних середньомісячних приземних температур за два кліматичні періоди, то картина їх розподілу суттєво відрізняється від розподілу середніх та мінімальних. А саме, в січні та лютому фіксується зменшення максимальних температур від першого кліматичного періоду до другого. Величина зменшення складає лише 0,1°C. Слід також відмітити, зменшення максимальних температур фіксується також в жовтні на величину 0,2°C.

Перейдемо до аналізу середньоквадратичних відхилів (табл. 2). Для більшості місяців року найбільші значення середньоквадратичних відхилів фіксуються для повного періоду спостережень з 1947 по 2020pp., що зрозуміло, оскільки за вказаний період розкид середніх значень є максимальним. В той же час для чотирьох зимових місяців (з

липня по жовтень) найбільші значення середньоквадратичного відхилення характерні для першого кліматичного періоду (1961-1990pp.), що свідчить про наявність в ці місяці в першому кліматичному періоді більш високих екстремальних (мінімальних та / або максимальних) значень приземної температури повітря.

Середньоквадратичні відхилення, які фіксуються в другому кліматичному періоді (1991-2020pp.), є найменшими для усіх місяців року, що може свідчити про те, що приземна температура в період останньої кліматичної норми на станції «Академік Вернадський» коливалася у дещо вужчих межах, ніж у попередні роки.

Річний хід коефіцієнта асиметрії для різних періодів спостережень більш-менш одноманітний (табл. 2). Для більшості місяців року найбільші значення коефіцієнту фіксуються для повного періоду спостережень (з 1947 по 2020pp.), що є зрозумілим. В другому кліматичному періоді коефіцієнти асиметрії переважно найменші. Слід зазначити, що для усіх місяців року та усіх періодів характерні від'ємні коефіцієнти асиметрії, окрім листопада.

Що стосується коефіцієнту ексцесу (табл. 2), то для нього характерна плямистість в розподілі протягом року за різні періоди спостережень. Так, весною та на початку зими (з лютого по червень) найбільші

коефіцієнти експесу фіксуються для повного періоду спостережень. В інші місяці року найбільші коефіцієнти експесу характерні для другого кліматичного періоду.

Головні висновки. Проведене дослідження статистичних характеристик приземної температури повітря Антарктичного півострову для різних кліматичних періодів дозволяє стверджувати про певні порушення стабільності термічного режиму досліджуваного регіону, а саме потепління в другий кліматичний період (1991-2020рр.) по відношенню до першого (1960-1991рр.) протягом усіх місяців року, яке досягає максимальних значень в зимовий період року.

Отримані результати – це перший крок у дослідженні змін термічного режиму Антарктичного півострова. Наступним кроком буде розрахунок та аналіз трендової складової приземної температури повітря, а також аномалій приземної температури, розрахованих для різних кліматичних періодів. Отримані результати можуть бути використані для розробки екологічних стратегій з адаптації до кліматичних змін, таких як захист морських екосистем, створення природоохоронних зон і впровадження практик сталого управління природними ресурсами. Таким чином, моніторинг клімату Антарктиди не лише сприяє розумінню регіональних змін, але й допомагає вирішувати глобальні екологічні виклики.

Література

1. Антарктида. URL: <https://vue.gov.ua/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B4%D0%B0> (дата звернення 23.09.2024).
2. Природна історія Антарктики. URL: <https://expedicia.org/prirodnaistoriya-antarktiki/> (дата звернення 23.09.2024).
3. Районування, клімат, топографія та геологія району Аргентинських островів. URL: <https://expedicia.org/raionuvannya-klimattopografiya-ta-geo/> (дата звернення 23.09.2024).
4. Antarctic climate change during the last 50 years / Turner J., Colwell S.R., Marshall G.J., Lachlan-Cope T.A., Carleton A. M., Jones P.D., Jagovkina S. *International journal of Climatology*. 2005. № 25(3). Pp. 279-294.
5. Antarctic climate change and the environment / Convey P., Bindaschadler R., Di Prisco G., Fahrback E., Gutt J., Hodgson D.A. *Antarctic Science*. 2009. № 21(6), Pp. 541-563.
6. Данова Т.Є., Прокоф'єв О.М. Динаміка приземної температури повітря Антарктиди у світлі сучасних кліматичних змін. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки*. 2013. № 16. С. 62-67.
7. Antarctica and the Southern Ocean / Abrahamsen E.P., Barreira S., Bitz C.M., Butler A., Clem K.R., Colwell S., Wang L. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2020. № 101(8). Pp. S287-S320.
8. Antarctic climate variability on regional and continental scales over the last 2000 years / Stenni B., Curran M.A., Abram N.J., Orsi A., Goursaud S., MassonDelmotte V., Frezzotti M. *Climate of the Past*. 2017. № 13(11). Pp. 1609-1634.
9. Climate warming amplified the 2020 record-breaking heatwave in the Antarctic Peninsula / González-Herrero S., Barriopedro D., Trigo R. M., LópezBustins J. A., Oliva M. *Communications Earth & Environment*. 2022. № 3(1), Pp. 122.
10. Prokofiev, O.M., Chernyshov V.A. Dynamics of the meteorological regime of the Antarctic peninsula using the example of the Antarctic station Bellingshausen in Modern aspects of natural science research in the context of sustainable development of society: Scientific monograph. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 2023. Pp. 339-352.
11. Martazinova, V.F., Tymofeev, V.E., Ivanova, E.K. Modern Regional Climate of Antarctic Peninsula and Vernadsky base. *Ukrainian Antarctic Journal*. 2010. № 9. Pp. 231-248.
12. Краковська С.В., Писаренко Л.А. Зміна приземної температури повітря у XX – XXI сторіччях в районі Антарктичного півострова за даними кліматичних моделей. *Український антарктичний журнал*. 2017. Вип. 16. С. 52-65.
13. Prokofiev O., Goptsiy M. Dynamics of the Temperature Regime of the Antarctic Peninsula. *Другий Всеукраїнський гідрометорологічний з'їзд: тези доповідей*. Одеса: Одеський державний екологічний університет. 2021. С. 113-114.
14. Прокоф'єв О.М. Багаторічна мінливість приземної швидкості вітру у Східній Антарктиді. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. №. 2(78). С. 145-151.
15. Воциліна Д.С., Прокоф'єв О.М. Дослідження багаторічних змін приземної температури повітря на станції Новолазарівська. *iScience Poland*. 2019. Issue 4(13). Part 1. С. 34-39.