

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

Комплексна магістерська кваліфікаційна робота

Багаторічна динаміка термобаричного режиму Антарктичного півострова
та його зв'язок з геомагнітною активністю

СКЛАД:

1. Багаторічна динаміка термічного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю

Виконала студентка групи МНЗ- 2к
Прокоф'єва Ірина Георгіївна
Керівник: к.геогр.н. Сущенко Андрій Іванович

2. Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю

Виконав студент групи МНЗ- 2к
Маковічук Артем Борисович
Керівник: к.геогр.н., доц. Прокоф'єв Олег Милославович

Провідний науковий керівник: к.геогр.н., доц. Прокоф'єв Олег Милославович

Рецензент: д.геогр.н., доцент Овчарук Валерія Анатоліївна

Одеса 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова
та його зв'язок з геомагнітною активністю

Виконав студентв 2 курсу групи МНЗ- 2к
спеціальності 103 – “Науки по Землю”
Маковійчук Артем Борисович

Керівник к.геогр.н., доцент
Прокоф'єв Олег Милославович

Рецензент д.геогр.н., доцент
Овчарук Валерія Анатоліївна

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 "Науки про Землю"
(шифр і назва)
Освітня програма Кліматологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Івус Г.П.

" 29 " жовтня 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Маковійчуку Артему Борисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю.

керівник роботи Прокоф'єв Олег Милославович, к.геогр.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 5 жовтня 2018р. № 271-с

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018р.

3. Вихідні дані до роботи. Дослідження баричного режиму Антарктичного півострова проводилося за даними, отриманими з сайту Британської Антарктичної служби. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря дванадцяти станцій Антарктичного півострова за період з 1950 по 2015рр. (на деяких станціях період спостережень зменшено у зв'язку з відсутністю даних).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Проаналізувати тенденції багаторічних змін атмосферного тиску досліджуваного регіону; розрахувати та проаналізувати статистичні характеристики атмосферного тиску; визначити значущі періоди коливань атмосферного тиску на рівні моря; визначити та проаналізувати трендові складові атмосферного тиску; розрахувати та проаналізувати аномалії атмосферного тиску за десятирічні періоди з 1986 по 2015рр.; дослідити зв'язок між атмосферним тиском та геомагнітною активністю за допомогою кореляційного та взаємного спектрального аналізів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Карто-схеми трендової складової атмосферного тиску на рівні моря, карто-схеми просторово-часового розподілу аномалій атмосферного тиску, гістограми сум аномалій атмосферного тиску за десятиріччя, графіки статистичних оцінок взаємної

спектральної щільності середньомісячних значень атмосферного тиску та індексу геомагнітної активності.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
	Огляд літературних джерел за темою кваліфікаційної роботи	29.10-05.11 2018р.	65	задовільно
	Формування бази даних атмосферного тиску на рівні моря та індексу Ар	06.11-09.11 2018р.	78	добре
	Розрахунок та аналіз статистичних характеристик атмосферного тиску на рівні моря.	10.11-12.11 2018р.	80	добре
	Розрахунок трендової складової атмосферного тиску та аналіз особливостей багаторічних змін атмосферного тиску на рівні моря.	13.11-16.11 2018р.	72	задовільно
	Розрахунок аномалій атмосферного тиску, аналіз їх динаміки та просторового розподілу.	17.11-19.11 2018р.	76	добре
	Рубіжна атестація	19.11-24.11 2018р.	74	добре
	Дослідження та аналіз глобальних статистичних взаємозв'язків між атмосферним тиском та геомагнітною активністю за допомогою взаємного спектрального аналізу	20.11-30.11 2018р.	75	добре
	Оформлення кваліфікаційної роботи, підготовка доповіді та презентації	01.12-10.12 2018р.	80	добре
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		75	добре

Студент

(підпис)

Маковійчук А.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Прокоф'єв О.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» є частиною комплексної кваліфікаційної роботи «Багаторічна динаміка термобаричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю».

Актуальність теми. Актуальність теми визначається необхідністю постійного моніторингу метеорологічного режиму Антарктиди та його динаміки в світлі сучасних кліматичних змін.

Метою досліджень: аналіз особливостей динаміки баричного режиму антарктичного півострова, а також його зв'язку з геомагнітною активністю.

Об'єкт дослідження. Середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря дванадцяти станцій Антарктичного півострова.

Методи дослідження. Дослідження виконувалось за допомогою методів багатовимірного статистичного аналізу (кореляційний аналіз), методами теорії випадкових процесів (взаємний спектральний аналіз, методи виявлення прихованих періодичностей).

Теоретичне та практичне значення. У роботі встановлено степінь зв'язку геомагнітної активності та атмосферного тиску Антарктичного півострову. Визначені характеристики статистичної структури атмосферного тиску в досліджуваному регіоні, виявлені приховані періодичності у часових рядах атмосферного тиску на рівні моря.

Досліджено динаміку атмосферного тиску за тридцяти річний період: визначена трендова складова, а також аномалії за десятирічні періоди. Результати можуть бути використані для дослідження метеорологічного режиму Антарктиди та його зв'язку з геомагнітною активністю. Застосовані принципи візуалізації результатів комплексного статистичного дослідження та одержані результати також можуть бути використані при визначенні динаміки регіональних змін клімату у майбутньому.

Вихідні дані. Дослідження баричного режиму Антарктичного півострова проводилося за даними Британської Антарктичної служби. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря дванадцяти станцій Антарктичного півострова за період з 1950 по 2015рр. (на деяких станціях період спостережень зменшено у зв'язку з відсутністю даних).

Кількість сторінок – 77

Кількість рисунків – 25

Кількість таблиць – 12

Кількість використаної літератури – 28

Ключові слова: Антарктичний півострів, атмосферний тиск, індекс геомагнітної активності, аномалія, спектральна щільність, когерентність.

SUMMARY

The Master's qualification work on the topic "The Long-Term Dynamics of the Baric Regime in the Antarctic Peninsula and its Relation to Geomagnetic Activity" is part of the complex qualification work "The Long-Term Dynamics of the Thermobaric Regime in the Antarctic Peninsula and its Relation to Geomagnetic Activity".

Actuality of theme. The urgency of the theme is determined by the need for continuous monitoring of the meteorological regime of Antarctica and its dynamics in the light of modern climate change.

The purpose of research analysis of the dynamics of the pressure mode of the Antarctic peninsula, as well as its connection with geomagnetic activity.

Object of study. The average monthly atmospheric pressure at the surface of the ground stations of the Antarctic Peninsula.

Research methods. The research was carried out using methods of multivariate statistical analysis (correlation analysis), methods of the theory of random processes (mutual spectral analysis, methods of detection of latent periodicity).

Theoretical and practical importance. The degree of connection of geomagnetic activity and atmospheric pressure of the Antarctic peninsula is established in the work. The characteristics of the statistical structure of atmospheric pressure in the studied region are determined, and the hidden periodicity in the sea-level sea-level time series is revealed.

The dynamics of the atmospheric pressure over the thirty-year period is investigated: a defined trend component, as well as anomalies for ten-year periods. The results can be used to study the meteorological regime of Antarctica and its connection with geomagnetic activity. The applied principles of visualization of the results of integrated statistical research and the obtained results can also be used in determining the dynamics of regional climate change in the future.

Output data. Research the pressure regime of the Antarctic Peninsula was conducted according to the British Antarctic Centre. The initial data represent the average monthly values of atmospheric pressure at the sea level of the twelve stations of the Antarctic Peninsula for the period from 1950 to 2015. (at some stations, the observation period has been reduced due to lack of data).

Number of Pages – 77

Number of figures – 25

Number of tables – 12

Number of references – 28

Keywords: Antarctic peninsula, atmospheric pressure, geomagnetic activity index, anomaly, spectral density, coherence.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ І КЛІМАТ АНТАРКТИДИ.....	10
1.1 Антарктична суша і своєрідність її як підстильної поверхні	10
1.2 Сучасні кліматичні зміни Південної полярної області.....	18
1.2.1 Кліматичні зміни Антарктиди	18
1.2.2 Характер сучасного регіонального клімату Антарктичного півострова	23
1.3 Річний хід величин тиску над Антарктидою.....	25
2 ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	31
2.1 Характеристика вихідної інформації.....	31
2.2 Методи дослідження.....	33
2.2.1 Методи розрахунку основних статистичних параметрів атмосферного тиску	33
2.2.2 Методи розрахунку аномалій атмосферного тиску.....	37
3 СУЧАСНІ ЗМІНИ БАРИЧНОГО РЕЖИМУ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА	39
3.1 Особливості багаторічних змін атмосферного тиску	39
3.2 Статистичні характеристики атмосферного тиску	41
3.3 Багаторічна мінливість атмосферного тиску Антарктичного півострова	43
4 МІНЛИВІСТЬ АНОМАЛІЙ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ НА РІВНІ МОРЯ.....	50
4.1 Динаміка аномалій атмосферного тиску	50
4.2 Просторовий розподіл аномалій атмосферного тиску.....	54
4.3 Аналіз сум аномалій атмосферного тиску по регіону	62
5 ЗВ'ЯЗОК БАРИЧНОГО РЕЖИМУ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА З ГЕОМАГНІТНОЮ АКТИВНІСТЮ.....	65

5.1 Кореляційний аналіз атмосферного тиску та індексу геомагнітної активності	65
5.2 Взаємний спектральний аналіз атмосферного тиску та індексу геомагнітної активності A_p	67
ВИСНОВКИ	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75
ДОДАТКИ	78
Додаток А	79
Додаток Б	86

ВСТУП

Дипломний проект на тему «Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» присвячений аналізу сучасних змін атмосферного тиску на рівні моря в районі Антарктичного півострова, а також його зв'язку з геомагнітною активністю.

У наш час вивчення полярних районів набуває величезного значення, можливо, що метеорологія і кліматологія саме полярних районів допоможуть зрозуміти механізм зміни клімату на нашій планеті. Важлива задача – вивчити різні стани системи океан-атмосфера, а потім спробувати перенести на клімат окремих районів нашої планети результату їх впливу. Щоб виказати гіпотези про температурні умови, кількість опадів, вітровий режим і режим циркуляції в майбутньому, необхідно досконально вивчити сучасні умови і розібратися в суті фізичних процесів.

В якості матеріалу дослідження використовувались середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря 12 станцій Антарктичного материка.

В ході виконання дипломного проекту реалізовані наступні завдання:

- проаналізовані тенденції багаторічних змін атмосферного тиску;
- розраховані та проаналізовані статистичні характеристики атмосферного тиску на рівні моря;
- визначені значущі періоди коливань атмосферного тиску;
- визначені трендові складові атмосферного тиску;
- розраховані та проаналізовані аномалії атмосферного тиску за десятирічні періоди з 1986 по 2015рр.;
- проаналізовані суми аномалій атмосферного тиску по досліджуваному регіону.

– досліджено зв'язок між атмосферним тиском та геомагнітною активністю за допомогою кореляційного та взаємного спектрального аналізів.

Актуальність теми визначається необхідністю постійного моніторингу метеорологічного режиму Антарктиди та його динаміки в світлі сучасних кліматичних змін.

Аналіз динаміки атмосферного тиску на рівні моря в районі Антарктичного півострову свідчить про наявність певних змін, які відбуваються в баричному режимі регіону, а саме посилення ролі циклонів північно-західних траєкторій (Східно-Тихоокеанська та Південно-Американська гілки переміщення циклонів) в літній період року, та ослаблення їх в зимовий. За останні тридцять років майже в два рази зросли екстремальні значення аномалій атмосферного тиску, що може свідчити про порушення стабільності баричного режиму Антарктичного півострова.

Другий розділ роботи виконаний під керівництвом доцента кафедри фізики атмосфери та кліматології, к.геогр.н. Прокоф'єва О.М.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження динаміки і просторово-часового розподілу атмосферного тиску на основі метеорологічних даних дванадцяти станцій Антарктичного півострову та його зв'язку з геомагнітною активністю на основі метеорологічних даних дванадцяти станцій, дозволили зробити наступні висновки:

1. Для Антарктичного півострову можна виділити періоди стійкого підвищення та зменшення атмосферного тиску: період стрімко підвищення атмосферного тиску – 1960-1986рр. (0,9 гПа); період слабкого підвищення атмосферного тиску – 1986-2001рр. (0,4 гПа); період стрімко зниження атмосферного тиску – 2001-2013рр. (1,6 гПа).

2. по величині коефіцієнту асиметрії в рядах атмосферного тиску станцій Антарктичного півострову помітне переважання сильної асиметрії, що означає суттєву відмінність процесу змін клімату в південних полярних широтах від нормального та його нестационарність.

3. переважання плосковершинного розподілу над витягнутим свідчить, що атмосферний тиск на рівні моря абсолютно на усіх станціях Антарктичного півострову змінюється у широкому діапазоні.

4. мінімальні значення атмосферного тиску спостерігаються в період антарктичної весни (листопад), максимальні – на початку зими (травень). Максимальними значеннями атмосферного тиску характеризуються станції, що знаходяться на максимальному віддаленні від Антарктичного материка – Bellingshausen, Marsh та Great_Wall;

5. для станцій Антарктичного півострова найбільш характерні коливання з періодом 2 і 3 року. На станціях Bellingshausen, Marsh, Esperanza, Faraday\ Vernadsky спостерігаються також чотирьох – семирічні періодичності;

6. для більшості досліджуваних станцій характерне зменшення атмосферного тиску на рівні моря за досліджуваний період (1984-2013рр.) протягом більшості місяців року. Максимальне зменшення зафіксовано на станціях Great_Wall та Arturo_Pratt (-10,5 та -7,0 гПа відповідно). Найбільші від'ємні значення тренду для усіх станцій спостерігаються в літній період (грудень).

7. зростання атмосферного тиску для усіх досліджуваних станцій зафіксовано, переважно, наприкінці зими (серпень-вересень). Найбільшим ростом в ці місяці характеризуються станції San_Martin (7,1 гПа), King_Sejong (6,9 гПа) та Marambio (6,6 гПа).

8. аналіз просторово-часового розподілу аномалій атмосферного тиску на території Антарктичного півострову дозволяє стверджувати, що зменшення тиску на рівні моря в останні роки (2004-2013рр.) відбувається переважно в літні місяці року, у всі інші сезони атмосферний тиск в досліджуваному регіоні збільшується.

Аналіз динаміки атмосферного тиску на рівні моря в районі Антарктичного півострову свідчить про наявність певних змін, які відбуваються в баричному режимі регіону, а саме посилення ролі циклонів північно-західних траєкторій (Східно-Тихоокеанська та Південно-Американська гілки переміщення циклонів) в літній період року, та ослаблення їх в зимовий. За останні тридцять років майже в два рази зросли екстремальні значення аномалій атмосферного тиску, що може свідчити про порушення стабільності баричного режиму Антарктичного півострова.

За допомогою взаємного спектрального аналізу виявлено, що для спектральної щільності середньомісячних значень атмосферного тиску на рівні моря, властиві річні, піврічні та сезонні коливання. Коливання з таким самим періодом виявлені і в спектральній щільності середньомісячних значень індексу A_p .

Взаємний спектральний аналіз атмосферного тиску та індексу геомагнітної активності A_p , також дозволив встановити існування тісного

кореляційного зв'язку між періодичними складовими в часових рядах досліджуваних величин. Виявлена залежність атмосферного тиску на рівні моря від індексу A_p , яка спостерігається з зсувом від 270,7 до 336,9 градусів (для сезонних гармонік).

Розрахунки початку фази кожного процесу показали, що на станціях, для гармонік з періодом більше дванадцяти місяців, зв'язок геомагнітної активності з баричним режимом регіону здійснюється у фазі з незначним випередженням процесу, який характеризує баричний режим регіону, відносно процесу, який характеризує геомагнітну активність. Це свідчить про наявність крупномасштабного процесу, який одночасно впливає на зміну і баричного режиму, і геомагнітної активності.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Климатический режим Арктики на рубеже XX и XXI вв. Под ред. Крутский Б.А. С.-Петербург, Гидрометеиздат, 1991. – 200с.
2. Энциклопедия «Кругозор». Разделы Арктика и Антарктика.
3. Русин Н.П. Метеорологический и радиационный режим Антарктиды. Л.; Гидрометеиздат, 1961. – 448с.
4. Davis C.H. Snowfall-driven growth in East Antarctic ice sheet mitigates recent sea-level rise / C.H. Davis [et al.] // *Science*. – 2005. – V. 308, № 5730. – P. 1898-1901.
5. Payne A.J. Recent dramatic thinning of largest West Antarctic ice stream triggered by oceans / A.J. Payne [et al.] // *Geophysical Research Letters*. – 2004. – V. 31, № 23. – P. 401.
6. Shepherd A. Warm ocean is eroding West Antarctic ice sheet / A. Shepherd, D. Wingham, E. Rignot // *Geophysical Research Letters*. – 2004. – V. 31, № 23. – P. 402.
7. Vaughan D.G. Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula / D.G. Vaughan [et al.] // *Climatic change*. – 2003. – V. 60, № 3. – P. 243-274.
8. Velicogna I. Measurements of time-variable gravity show mass loss in Antarctica / I. Velicogna, J. Wahr // *Science*. – 2006. – V. 311, № 5768. – P. 1754-1756.
9. Wingham D.J. Mass balance of the Antarctic ice sheet / D.J. Wingham [et al.] // *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. – 2006. – V. 364, № 1844. – P. 1627-1635.
10. Котляков В.М. Ледовый баланс Антарктиды / В.М. Котляков, К.С. Лосев, И.А. Лосева // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.*, 1977. – №. 1. – С. 5-15.
11. Петров В.Н. Атмосферное питание ледникового покрова Антарктиды / В.Н. Петров. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 152с.

12. Гернет Е.С. Ледяные лишай / Е.С. Гернет. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
13. Аверьянов В.Т. Гляциоклиматология Антарктиды. / В.Т. Аверьянов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 198 с.
14. Брезгин Н.Н. Особенности климата и современного оледенения о. Кинг-Джордж / Н.Н. Брезгин, Л.С. Говоруха // Метеорологические исследования в Антарктике. Труды II Всес. симп. – 1986. – Т4, №II. – С. 31-36.
15. Говоруха Л.С. Гляциоклиматологическая характеристика Земли Грейама / Л.С. Говоруха // Бюлетень УАЦ. –1998. – Т. 2. – С. 70-76.
16. Швердфегер В. Климат Антарктиды / В. Швердфегер В. // Климат полярных районов. – Л., Гидрометеиздат, 1973. – С. 318-434.
17. Воронов П.С. Опыт реставрации ледникового щита Антарктиды эпохи максимального оледенения Земли / П.С. Воронов // Инф. бюлл. САЭ. – 1960. – № 23. – С. 10-24.
18. Гожик П.Ф. Материковая окраина индоокеанского сектора Антарктиды / Гожик П.Ф. и др. – Киев: ИГН НАН Украины, 1984. – 53 с. – (Препринт / НАН Украины, Ин-т. геолог. наук; 1984-6)
19. Мартазинова В.Ф. Атмосферная циркуляция Южной полярной области и климат Антарктического полуострова / В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев, Е.К. Иванова. – К.: АБЕРС, 2010. – 92 с.
20. Гончарова Л.Д. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): навчальний посібник / Л.Д. Гончарова, Є.П. Шкільний. – Одеса: Екологія, 2007. – 454 с.
21. Гавреленя Е. Статистические характеристики приземной температуры воздуха Антарктического полуострова / Е. Гавреленя, О. Прокофьев // Конференція молодих вчених ОДЕКУ, 11-16 трав. 2009 р.: тез. доп. – Одеса, 2009. – С. 83.
22. Карпішин В.Ю. Багаторічні зміни аномалій температури повітря високих широт Південної півкулі / В.Ю. Карпішин, О.М. Прокоф'єв //

Матеріали VII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ОДЕКУ, 2008. – С. 90.

23. Прокоф'єв О.М. Взаємний спектральний аналіз глобальних кліматичних індексів та приземної температури повітря станцій Антарктиди / О.М. Прокоф'єв // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Вип. 6, – С. 93-101.

24. Zhengqiu Z. Recent variations of Antarctic temperature, sea-ice and ozone / Z. Zhengqiu // Chinese Journal of Polar Science. – 1999. – V. 10, № 1. – P. 1-9.

25. Anisimov O.A. Polar regions (Arctic and Antarctic) / O.A. Anisimov [et al.] // Climate change. – Cambridge, 2007. – V. 15. – P. 653-685.

26. Rogers J.C. Spatial variability of Antarctic temperature anomalies and their association with the Southern Hemisphere atmospheric circulation / J.C. Rogers // Annals of the Association of American Geographers. – 1983. – V. 73, № 4. – P. 502-518.

27. Данова Т.Е. Статистические характеристики приземной температуры воздуха прибрежных станций Антарктиды и Антарктического полуострова / Т.Е. Данова, О.М. Прокофьев // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – 2009. – №1. –С. 189-196.

28. Мартазинова В.Ф. Состояние циркуляции нижней тропосферы южной полярной области в период современного потепления / В.Ф. Мартазинова, В.Е. Тимофеев, Е.К. Иванова // Украинский Антарктический журнал. – 2008. – №6-7. – С. 175-183.