

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
Маковіччук 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 термічного режиму Антарктичного півострова
та його зв'язок з геомагнітною активністю

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ- 2к
спеціальності 103 – “Науки по Землю”
Прокоф'єва Ірина Георгіївна

Керівник к.геогр.н.
Сущенко Андрій Іванович

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

Прокоф'євій Ірині Георгіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

керівник роботи Сущенко Андрій Іванович, к.геогр.н.

(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 термічного режиму Антарктичного півострова проводилося за даними, отриманими з сайту Британської Антарктичної служби. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення приземної температури повітря 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 приземної температури повітря досліджуваного регіону; розрахувати та проаналізувати статистичні характеристики приземної температури повітря; визначити значущі періоди коливань температури повітря; визначити та проаналізувати трендові складові приземної температури повітря; розрахувати та проаналізувати аномалії температури повітря за десятирічні періоди з 1986 по 2015рр.; дослідити зв'язок між температурою повітря та геомагнітною активністю за допомогою кореляційного та взаємного спектрального аналізів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Карто-схеми трендової складової приземної температури повітря, карто-схеми просторово-часового розподілу аномалій приземної температури повітря, гістограми сум аномалій приземної температури повітря за десятиріччя, графіки статистичних

оцінок взаємної спектральної щільності середньомісячної температури повітря 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.	85	добре
	Формування бази даних по приземній температурі повітря та індексу Ар	06.11-09.11 2018р.	97	відмінно
	Розрахунок та аналіз статистичних характеристик приземної температури повітря.	10.11-12.11 2018р.	91	відмінно
	Розрахунок трендової складової приземної температури повітря та аналіз особливостей багаторічних змін приземної температури повітря.	13.11-16.11 2018р.	92	відмінно
	Розрахунок аномалій приземної температури повітря, аналіз їх динаміки та просторового розподілу.	17.11-19.11 2018р.	87	добре
	Рубіжна атестація	19.11-24.11 2018р.	90	відмінно
	Дослідження та аналіз глобальних статистичних взаємозв'язків між приземною температурою повітря та геомагнітною активністю за допомогою взаємного спектрального аналізу	20.11-30.11 2018р.	90	відмінно
	Оформлення кваліфікаційної роботи, підготовка доповіді та презентації	01.12-10.12 2018р.	95	відмінно
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		91	відмінно

Студент _____ Прокоф'єва І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сущенко А.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Багаторічна динаміка термічного 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 термічного режиму антарктичного півострова, а також його зв'язку з геомагнітною активністю.

Об'єкт дослідження. Середньомісячні значення приземної температури повітря 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 приземної температури повітря Антарктичного півострову. Визначені характеристики статистичної структури приземної температури повітря в досліджуваному регіоні, виявлені приховані періодичності у часових рядах приземної температури Антарктичного півострова.

Досліджено динаміку приземної температури повітря 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 термічного режиму Антарктичного півострова проводилося за даними Британської Антарктичної служби. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення приземної температури повітря дванадцяти станцій Антарктичного півострова за період з 1950 по 2015рр. (на деяких станціях період спостережень зменшено у зв'язку з відсутністю даних).

Кількість сторінок – 85

Кількість рисунків – 13

Кількість таблиць – 20

Кількість використаної літератури – 31

Ключові слова: Антарктичний півострів, приземна температура повітря, індекс геомагнітної активності, аномалія, спектральна щільність, когерентність.

SUMMARY

The master's qualification work on the topic "The Long-Term Dynamics of the Thermal 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 thermal regime of the Antarctic peninsula, as well as its connection with geomagnetic activity.

Object of study. The average monthly air temperature 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 ground air temperature of the Antarctic peninsula is established in the work. The characteristics of the statistical structure of the surface temperature of air in the studied region are determined, and the hidden periodicity in the time series of the surface temperature of the Antarctic peninsula is revealed.

The dynamics of the surface air temperature 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. Investigation of the thermal regime of the Antarctic Peninsula was carried out according to the British Antarctic Service. The initial data represent the average monthly values of the surface air temperature 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 – 85

Number of figures – 13

Number of tables – 20

Number of references – 31

Keywords: Antarctic peninsula, ground air temperature, geomagnetic activity index, anomaly, spectral density, coherence.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Комплексна магістерська кваліфікаційна робота на тему «Багаторічна динаміка термобаричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» виконувалась на кафедрі метеорології та кліматології під керівництвом доцента кафедри, кандидата географічних наук Прокоф'єва Олега Милославовича та старшого викладача кафедри, кандидата географічних наук Суценка Андрія Івановича студентами групи МНЗ-2к Прокоф'євою Іриною Георгіївною – тема: «Багаторічна динаміка термічного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» та Маковійчуком Артемом Борисовичем – тема: «Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю».

Актуальність теми визначається необхідністю постійного моніторингу метеорологічного режиму Антарктиди та його динаміки в світлі сучасних кліматичних змін. Як відомо, кліматичні коливання істотно впливають на діяльність людини та економіку в різних регіонах. Навіть зовсім малі зміни середньої температури півкулі можуть відповідати великим регіональним коливанням. Зміни клімату в значній мірі впливають на всі сторони нашого життя. Зокрема, на стійкість сільськогосподарського розвитку та міського планування, безпеку водопостачання та ефективність заходів захисту від стихійних лих. Також впливають на різноманітність сільськогосподарських культур та їх урожайність; рентабельність проектів, пов'язаних з поновлюваними джерелами енергії; стійкість транспортної інфраструктури; охорону здоров'я і кампанії по боротьбі з захворюваннями, і це лише кілька видів їх впливу.

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.

Метою роботи є дослідження особливостей термобаричного режиму Антарктичного півострова, а також встановлення його зв'язку з геомагнітною активністю.

В якості матеріалу дослідження використовувались середньомісячні значення приземної температури повітря на 12 станціях Антарктичного півострову (отримані з бази даних Британського Антарктичного центру), а також індекс геомагнітної активності Ар.

В магістерській кваліфікаційній роботі, яку виконувала Прокоф'єва І.Г. – тема: «Багаторічна динаміка термічного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» представлені результати дослідження особливостей термічного режиму досліджуваного. Виявлено, що на більшості досліджуваних станцій спостерігається зростання приземної температури повітря за досліджуваний період протягом більшості місяців року. Найбільші додатні тренди спостерігаються в період антарктичної зими. Від'ємні значення тренду фіксуються переважно в літній період.

Аналіз термічного режиму Антарктичного півострову свідчить про наявність певних змін, які відбуваються в регіоні, 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 фіксується стійка тенденція до збільшення приземної температури повітря протягом більшості місяців року, що може свідчити про порушення стабільності термічного режиму Антарктичного півострова.

Взаємний спектральний аналіз приземної температури повітря та індексу геомагнітної активності A_p , також дозволив встановити існування тісного кореляційного зв'язку між періодичними складовими в часових рядах досліджуваних величин. Виявлена залежність приземної температури повітря від індексу A_p , яка спостерігається із зсувом від 270,0 до 359,7.

Кваліфікаційна магістерська робота Маковійчука А.Б. на тему: «Багаторічна динаміка баричного режиму Антарктичного півострова та його зв'язок з геомагнітною активністю» присвячена дослідженню динаміки баричного режиму Антарктичного півострова та дослідженню впливу геомагнітної активності на поля атмосферного тиску досліджуваного регіону. Виявлено, що для більшості досліджуваних станцій, характерне зменшення атмосферного тиску на рівні моря за досліджуваний період протягом більшості місяців року. Найбільші від'ємні значення тренду для усіх станцій спостерігаються в літній період. Зростання атмосферного тиску зафіксовано, переважно, наприкінці зими.

За допомогою взаємного спектрального аналізу виявлено, що для спектральної щільності середньомісячних значень атмосферного тиску, 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 від індексу A_p . Ця залежність спостерігається із зсувом від 270,7 до 336,9 градусів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ І КЛІМАТ АНТАРКТИДИ.....	14
1.1 Антарктична суша і своєрідність її як підстильної поверхні	14
1.2 Сучасні кліматичні зміни Південної полярної області.....	21
1.2.1 Кліматичні зміни Антарктиди	21
1.2.2 Характер сучасного регіонального клімату Антарктичного півострова	26
2 ВИХІДНА ІНФОРМАЦІЯ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
2.1 Характеристика вихідної інформації.....	29
2.1.1 Температура повітря	29
2.1.2 Індекси геомагнітної активності.....	31
2.2 Методи дослідження.....	34
2.2.1 Методи розрахунку основних статистичних параметрів	34
2.2.2 Методи розрахунку аномалій метеорологічних величин.....	38
2.2.3 Взаємний спектральний аналіз двох випадкових процесів...39	
3 СУЧАСНІ ЗМІНИ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА	46
3.1 Статистичні характеристики приземної температури повітря.....	46
3.2 Особливості багаторічних змін приземної температури повітря....	49
4 АНАЛІЗ АНОМАЛІЙ ПРИЗЕМНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ.....	56
4.1 Динаміка аномалій приземної температури повітря.....	56
4.2 Просторовий розподіл аномалій приземної температури повітря..	60
4.3 Аналіз сум аномалій приземної температури повітря по регіону..	69
5 ЗВ'ЯЗОК ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА З ГЕОМАГНІТНОЮ АКТИВНІСТЮ	72
5.1 Кореляційний зв'язок геомагнітної активності та приземної температури повітря.....	72

5.2 Взаємний спектральний аналіз приземної температури повітря та індексу геомагнітної активності.....	76
ВИСНОВКИ	81
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	83
ДОДАТКИ	86
Додаток А.....	87
Додаток Б	94

ВСТУП

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «Багаторічна динаміка термічного 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».

Потепління кліматичної системи є незаперечним фактом, і багато змін, які спостерігаються і, що відбулися з 1950-х років, є беспрецедентними в масштабах від десятиліть до тисячоліть. Відбулось потепління атмосфери і океану, запаси снігу та льоду скоротилися, а рівень моря підвищився. Кожне з трьох останніх десятиліть характеризувалося більш високою приземною температурою повітря порівняно з будь-яким попереднім десятиріччям, починаючи з 1850 р. За останні два десятиріччя Антарктичний льодовиковий щит безперервно втрачав масу. Льодовики продовжували скорочуватися практично у всьому світі.

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 приземної температури повітря на 12 станціях Антарктичного півострову, а також індекс геомагнітної активності Ар.

В ході виконання дослідження реалізовані наступні завдання:

- проаналізовані тенденції багаторічних змін приземної температури повітря;
- розраховані та проаналізовані статистичні характеристики температури повітря;
- визначені значущі періоди коливань температури повітря;
- визначені трендові складові приземної температури повітря;
- розраховані та проаналізовані аномалії температури повітря за десятирічні періоди з 1986 по 2015рр.;
- проаналізовані суми аномалій приземної температури повітря по досліджуваному регіону;
- досліджено зв'язок між температурою повітря 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.

Проведене дослідження свідчить про наявність певних змін, які відбуваються в термічному режимі регіону, а саме впливу загальнопланетарного підвищення температури. За останні тридцять років фіксується стійка тенденція до збільшення приземної температури повітря протягом більшості місяців року, що може свідчити про порушення стабільності термічного режиму Антарктичного півострова.

Доведене існування тісного кореляційного зв'язку між періодичними складовими в часових рядах приземної температури повітря та індексу Ар. Виявлена залежність приземної температури повітря від індексу Ар, яка спостерігається із зсувом від 270 до 360 градусів.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з п'яти розділів. В першому розділі представлена кліматична характеристика дослідженого регіону. Другий розділ присвячений вихідній інформації та методам дослідження. Третій розділ є розрахунковим та присвячений аналізу особливостей багаторічних змін приземної температури повітря

Антарктичного півострова. В четвертому розділі представлено аналіз аномалій приземної температури повітря. П'ятий розділ присвячено дослідженню зв'язку термічного режиму Антарктичного півострова та геомагнітної активності. Дослідження проводиться за допомогою кореляційного та взаємного спектрального аналізів.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження термічного режиму Антарктичного півострова та його зв'язку з геомагнітною активністю на основі метеорологічних даних дванадцяти станцій, дозволили зробити наступні висновки:

На більшості досліджуваних станцій фіксується зростання приземної температури повітря за досліджуваний період протягом більшості місяців року. Найбільші додатні тренди спостерігаються в період антарктичної зими. Максимум зафіксовано на станціях Faraday\ Vernadsky та San_Martin (8,2 та 4,5 °C відповідно). Від'ємні значення тренду фіксуються переважно в літній період (грудень-січень).

Аналіз аномалій температури повітря показав, що в останнє десятиріччя (2006-2015pp.) спостерігається зростання приземної температури повітря на Антарктичному півострові у всі місяці року. Найбільші аномалії температури фіксуються в зимовий період.

Аналіз просторово-часового розподілу аномалій приземної температури повітря на території Антарктичного півострову дозволяє стверджувати, що в наш час відбувається зростання приземної температури на всій досліджуваній території по відношенню до тридцятирічного середнього значення протягом більшості місяців року. Величина потепління в деяких випадках сягає 7-8 °C.

Аналіз термічного режиму Антарктичного півострову свідчить про наявність певних змін, які відбуваються в регіоні, 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 фіксується стійка тенденція до збільшення приземної температури повітря протягом більшості місяців року, що може свідчити про порушення стабільності термічного режиму Антарктичного півострова.

За допомогою взаємного спектрального аналізу виявлено, що для спектральної щільності середньомісячних значень приземної температури повітря властиві річні, піврічні та сезонні коливання. Коливання з таким самим періодом виявлені і в спектральній щільності середньомісячних значень індексу A_p .

Взаємний спектральний аналіз приземної температури повітря та індексу геомагнітної активності A_p , також дозволив встановити існування тісного кореляційного зв'язку між періодичними складовими в часових рядах досліджуваних величин. Виявлена залежність приземної температури повітря від індексу A_p . Ця залежність спостерігається із зсувом від 270,0 до 359,7 градусів (для гармонік 8,8 та 5,9 місяця).

Розрахунки початку фази кожного процесу показали, що на станціях, для гармонік з періодом більше дванадцяти місяців, зв'язок геомагнітної активності з приземною температурою повітря здійснюється у фазі з незначним випередженням процесу, який характеризує приземну температуру, відносно процесу, який характеризує геомагнітну активність. Це свідчить про наявність крупномасштабного процесу, який одночасно впливає на зміну і приземної температури в регіоні, 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. Школьний. – 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. Bartels J. Collection of geom. Planetary index K_p and denived daily index A_p and C_p / J. Bartels // IAGA bull. 1962. V.18. – P. 153-165.

29. Courtillot V. Gallet Y. Fluteau F. Genevey A. Response to Comment on “Are there connections between Earth’s magnetic field and climate? Earth planet/ V.Courtillot, Y.Gallet, F.Fluteau, A.Genevey // Sci let., in press. 2008 V.265. P. 308-311.

30. Courtillot V. Are there connections between Earth’s magnetic field and climate? / V.Courtillot, Y.Gallet, F.Fluteau, A.Genevey // Earth planet sci.let. 2007 V.253. P. 328-339.

31. Bard E. Frank M. Climate change and solar variability: what’s new under the sun? / E. Bard, M. Frank // Earth planet sci.let. 2007 V.248. P. 1-14.