

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: « Дослідження баричного режиму
у регіоні Антарктичного півострова»

Виконав студент 2 курсу групи МЗК-18
спеціальності 103 – «Науки по Землю»
Сокол Дмитро Сергійович

Керівник к.геогр.н., доцент
Гончарова Людмила Дмитрівна

Рецензент к.геогр.н.
Лужбін Анатолій Михайлович

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра _____ метеорології та кліматології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 «Науки про Землю» _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Кліматологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

Прокоф'єв О.М.

“ 23 ” березня 2020 року _____

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

Соколу Дмитру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: _____ «Дослідження баричного режиму
у регіоні Антарктичного півострова» _____

керівник роботи _____ Гончарова Людмила Дмитрівна, к. геогр. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 04 березня 2020 року № 23-с

2. Строк подання студентом роботи _____ 12 травня 2020 р. _____

3. Вихідні дані до роботи

Середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря за період 1958-1998 рр. в 224 вузлах сітки точок 2,5° на 2,5° західної частини Південної полярної області (50°-70° півд. ш.; 90°-20° зах. д.) проекту ERA-40.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Побудувати та проаналізувати середні поля і поля середніх квадратичних відхилів атмосферного тиску для центральних місяців чотирьох основних сезонів року; реалізувати повну проблему власних значень матриці кореляції середньомісячного атмосферного тиску та отримати власні значення і власні вектори матриці кореляції для 11-ти (крім грудня) місяців року; визначити головні компоненти, що вичерпують більше 85% сумарної дисперсії полів, що розглядаються; дослідити статистичну структуру рядів першої головної компоненти атмосферного тиску за допомогою методики дослідження нестационарних випадкових процесів; проаналізувати тенденції в просторово-часових змінах атмосферного тиску в західній частині Південної полярної області наприкінці XX та на початку XXI століть.

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

Побудувати графіки вихідних та згладжених рядів першої головної компоненти атмосферного тиску на рівні моря за січень, лютий, березень, квітень, травень, червень, липень, серпень, вересень, жовтень та листопад. Нанести поліноміальні та лінійні тренди.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 23.03.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи.	23.03-31.03 2020р.	80	добре
2.	Підготовка кліматичних даних до статистичної обробки.	01.04.-05.04 2020 р.	80	добре
3.	Обробка вихідних даних за допомогою графічно-розрахункових пакетів «Microsoft Office Excel», «Paint» «SKR», «Korel», «Metnew».	06.04-10.04.2020 р.	80	добре
4.	Отримання результатів реалізації алгоритму компонентного аналізу; розв'язання задачі стиску вихідної інформації.	11.04-13.04.2020 р.	80	добре
5.	Дослідити періодичну складову одинадцяти перших головних компонент (по кількості місяців року, що розглядалися) за допомогою інтегрального перетворення Фур'є.	14.04-17.04.2020 р.	80	добре
6.	За допомогою косинус-фільтра отримати, проаналізувати згладжені ряди перших головних компонент. Визначити детерміновану основу вказаних часових рядів. Побудувати відповідні графіки.	18.04-20.04.2020 р.	80	добре
Рубіжна атестація		20.04-26.04.2020 р.	80	добре
7.	Аналіз отриманих результатів.	21.04-25.04.2020 р.	80	добре
8.	Оформлення магістерської роботи.	26.04-11.05.2020 р.	80	добре
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня за етапами)			80	добре

Студент _____
(підпис)

Сокол Д.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Гончарова Л.Д.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Дослідження баричного режиму у регіоні Антарктичного півострова».

Автор: Сокол Дмитро Сергійович.

Актуальність проведеного дослідження визначається необхідністю постійного моніторингу метеорологічного режиму Південної полярної області, де розташована Українська антарктична станція «Академік Вернадський», та його динаміки в світі сучасних кліматичних змін.

Метою даного дослідження є комплексний фізико-статистичний аналіз просторово-часових змін баричного режиму в західній частині Південної полярної області наприкінці XX-го та на початку XXI-го століть.

Відповідно до поставленої мети розв'язано наступні **задачі**:

- побудовані та проаналізовані середні поля і поля середніх квадратичних відхилів атмосферного тиску для центральних місяців чотирьох основних сезонів року;
- реалізована повна проблема власних значень матриці кореляції середньомісячного атмосферного тиску та отримані власні значення і власні вектори матриці кореляції для 11-ти (крім грудня) місяців року;
- отримані головні компоненти, що вичерпують більше 85% сумарної дисперсії полів, що розглядаються;
- визначена статистична структура рядів першої головної компоненти атмосферного тиску за допомогою методики дослідження нестационарних випадкових процесів та проаналізовані тенденції в просторово-часових змінах атмосферного тиску в Західній Антарктиді.

Предмет дослідження: середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря за період 1958-1998 рр. проекту ERA-40.

Об'єктом дослідження є просторово-часові зміни баричного режиму в регіоні Антарктичного півострова.

Методи дослідження: компонентний аналіз, методи дослідження нестационарних випадкових функцій.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в комплексному статистичному дослідженні просторово-часових особливостей баричного режиму в регіоні Антарктичного півострова в умовах змін глобального клімату.

Практичне значення отриманих результатів. Застосовані принципи статистичного дослідження та одержані результати можуть бути використані при вивченні змін глобального клімату, а також при розробці фізико-статистичних моделей довгострокових прогнозів погоди для Південної півкулі.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 93 сторінок складається з вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань з 53 джерел, 1 додатку, містить 35 рисунків та 3 таблиці.

Ключові слова: атмосферний тиск, головні компоненти, детермінована основа, глобальний клімат.

ANNOTATION

Theme: "Exploring the Bar Regime in the Antarctic Peninsula".

Author: Sokol Dmytro.

The relevance of the study is determined by the need for constant monitoring of the meteorological regime of the South polar region, where the Ukrainian Antarctic Station "Academician Vernadsky" is located, and its dynamics in the world of modern climate change.

The purpose of this study is a comprehensive physico-statistical analysis of the spatial-temporal changes of the bar regime in the region of the South Polar region at the end of the XXth and the beginning of the XXI centuries.

According to the goal, the following tasks were **solved**:

- constructed and analyzed average and mean square deviations of atmospheric pressure for the central months of the four major seasons of the year;
- the complete problem of eigenvalues of the correlation matrix of the average monthly atmospheric pressure is realized and the eigenvalues and eigenvectors of the correlation matrix are obtained for the 11th (except December) months of the year;
- obtained the main components, which exhaust more than 85% of the total dispersion of the fields under consideration;
- the statistical structure of the series of the first major component of atmospheric pressure was determined by the method of investigation of non-stationary random processes and the tendencies in the space-time changes of atmospheric pressure in the Western Antarctica are analyzed.

The subject of the study: the average monthly value of atmospheric pressure at sea level for the period 1958-1998 of the ERA-40 project.

Object of research is to determine the spatial and temporal changes of the barricial regime in the Antarctic Peninsula region.

Methods of research: component analysis, methods of investigation of non-stationary random functions.

The scientific novelty of these results is a comprehensive statistical study of the spatial and temporal features of the barrice regime in the Antarctic Peninsula in the face of global climate change.

The practical significance of the obtained results. The principles of statistical research applied and the results obtained can be used in the study of global climate change, as well as in the development of physical and statistical models of long-term weather forecasts for the Southern Hemisphere.

The 93-page master's qualification consists of an introduction, five sections, conclusions, a list of links from 53 sources, 1 appendix, contains 35 figures and 3 tables.

Keywords: atmospheric pressure, major components, deterministic basis, global climate.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 МІСЦЕ АНТАРКТИЧНОЇ ОБЛАСТІ В ЗАГАЛЬНОПЛАНЕТАРНІЙ КЛІМАТИЧНІЙ СИСТЕМІ ЗЕМЛІ..	11
1.1 Географічні особливості Південної полярної області	11
1.2 Температурний режим та циркуляційні процеси у південних полярних широтах	22
1.3 Клімат Західної Антарктиди та напрями його дослідження українськими вченими.....	32
2 СУЧАСНІ КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ В ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ ПІВДЕННОЇ ПОЛЯРНОЇ ОБЛАСТІ.....	37
2.1 Зміни кліматичного стану Антарктиди	37
2.2 Особливості багаторічних баричних полів в районі дослідження	40
2.3 Багаторічна мінливість полів атмосферного тиску в районі.....	43
3 ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ КЛІМАТИЧНИХ ПОЛІВ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ В РАЙОНІ ЗАХІДНОЇ АНТАРКТИДИ	46
3.1 Основні теоретичні положення щодо розкладання полів метеорологічних об'єктів по природних ортогональних функціях	46
3.2 Розв'язання задачі стиску вихідної інформації про кліматичні поля атмосферного тиску в районі дослідження	51
4 СТАТИСТИЧНА СТРУКТУРА ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ	54
4.1 Виявлення періодичностей у випадковому процесі за допомогою інтегрального перетворення Фур'є	54
4.2 Структура періодичних складових часових рядів головних компонент атмосферного тиску.....	57
5 ТЕНДЕНЦІЇ В ЗМІНАХ БАРИЧНОГО РЕЖИМУ В РАЙОНІ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА НАПРИКІНЦІ XX ТА НА ПОЧАТКУ XXI СТОЛІТЬ.....	61
5.1 Основні теоретичні положення щодо методики згладжування часових рядів нестационарних випадкових процесів	61

5.2	Статистична структура детермінованої основи головних компонент атмосферного тиску	65
	ВИСНОВКИ.....	73
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	77
ДОДАТОК А	Вихідний ряд та детермінована основа першої головної компоненти атмосферного тиску на рівні моря в західній частині Південної полярної області (січень-листопад).....	82

ВСТУП

З огляду на те, що в даний час проблема зміни клімату знаходиться на вищому рівні глобальних викликів XXI століття і пріоритетів міжнародної політики багатьох країн світу, вона розглядається як одна з ключових складових національної безпеки в довгостроковій перспективі.

Серед різноманітних проблем сучасної метеорології особливе місце належить циркуляції атмосфери над високими широтами Південної півкулі, яка до останнього часу залишалася «білою плямою» на загальній схемі повітряних течій Землі. Цілком очевидні відмінності географії Південного і Північного полярних районів не дозволяють розглядати циркуляцію над Південним географічним полюсом по аналогії з такою над Північним полюсом.

Антарктида – найхолодніший материк на Землі. Вона впливає на зміну багатьох метеорологічних параметрів інших материків, на коливання рівня Світового океану, на виникнення як поверхневих, так і глибинних океанічних течій. Тому Антарктика має важливе значення у формуванні атмосферних процесів усієї нашої планети. Вона розташована в її високоширотному поясі – чутливому «камертоні» сонячно-земних зв'язків. Основним транспортним енергетичним агентом є потоки заряджених частинок від Сонця (сонячний вітер), які переносять гігантську енергію на орбіту Землі. Найенергійніші з них пробивають магнітну броню – магнітосферу, розповсюджуються у верхній атмосфері, викликають магнітні бурі, феєричні полярні сяйва, електромагнітні випромінювання. Дослідження фізиків, геофізиків, екологів спрямовані на вивчення й прогнозування саме цих процесів, стимульованих енерговиділенням в атмосферу ззовні від Сонця до Землі, та їх впливу на навколишнє середовище.

Антарктида – це найзагадковіший і найсуворіший материк Земної кулі. Це єдиний континент, позбавлений промислової активності – викидів хімічних речовин та теплової енергії, радіовипромінювання тощо. Тут немає штучних джерел потужного електромагнітного випромінювання – електростанцій, ліній електропередач, радіо та телепередавачів, немає локальної грозової активності. Однак парадокс у тому, що глобальними природними хвилепровідними каналами в електромагнітний клімат Антарктиди «закидаються» випромінювання з промислово розвинутих частин Земної кулі практично по всій смузі радіочастот. Дослідження в Антарктиді дозволять також з'ясувати,

який вплив техногенні викиди енергії в одних регіонах нашої планети створюють метеорологічні та кліматичні зміни в інших районах Земної кулі.

Метою даної кваліфікаційної роботи є комплексний фізико-статистичний аналіз просторово-часових змін баричного режиму в західній частині Південної полярної області наприкінці XX-го та на початку XXI-го століть.

Актуальність теми проведеного дослідження визначається необхідністю постійного моніторингу метеорологічного режиму Південної полярної області, де розташована Українська антарктична станція «Академік Вернадський», та його динаміки в світі сучасних кліматичних змін.

Техніко-економічне обґрунтування доводить, що робота виконана на рівні кращих світових аналогів з використанням сучасних моделей та статистичних методів дослідження.

Предмет дослідження – середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря за період 1958-1998 рр. проекту ERA-40.

Об'єкт дослідження – просторово-часові зміни баричного режиму в регіоні Антарктичного півострова.

Основними задачами наукового дослідження є:

- підготувати базу даних про атмосферний тиск у вузлах регулярної сітки точок сектору Південної півкулі, що розглядається;
- отримати багаторічні значення атмосферного тиску на рівні моря в 224-х вузлах регулярної сітки точок західної частини Південної полярної області;
- побудувати та проаналізувати середні поля і поля середніх квадратичних відхилів атмосферного тиску для центральних місяців чотирьох основних сезонів року;
- реалізувати повну проблему власних значень матриці кореляції середньомісячного атмосферного тиску та отримати власні значення і власні вектори матриці кореляції для 11-ти (крім грудня) місяців року;
- провести розкладання полів атмосферного тиску в базисі ортонормованих власних векторів та отримати головні компоненти, що вичерпують більше 85% сумарної дисперсії полів, що розглядаються;
- дослідити статистичну структуру рядів першої головної компоненти атмосферного тиску за допомогою інтегрального перетворення Фур'є та проаналізувати періодичні складові, що визначені в цих рядах з імовірністю більше 68%;

- за допомогою косинус-фільтра провести згладжування часових рядів першої головної компоненти і проаналізувати тенденції в просторово-часових змінах атмосферного тиску в Західній Антарктиді наприкінці XX та на початку XXI століть.

Дослідження баричного режиму вказаної області проводилося за даними проекту ERA-40 Європейського Центру середньострокових прогнозів погоди (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) Рідінг, Великобританія. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення атмосферного тиску на рівні моря в вузлах регулярної мережі $2,5^\circ$ на $2,5^\circ$ в секторі Південної полярної області, а саме: 50° - 70° півд. ш.; 90° - 20° зах. д.

Реалізація перелічених задач наукового дослідження проводилася за допомогою методів багатовимірною статистичного аналізу та методів дослідження нестационарних випадкових процесів. Поля були задані значеннями атмосферного тиску на рівні моря в 224 вузлах регулярної сітки точок західної частини Південної полярної області.

Магістерська кваліфікаційна робота складається з вступу, 5-ти розділів, висновків, переліку посилань з 53 найменувань та додатків. Загальний обсяг роботи 95 сторінок друкованого тексту, включаючи 35 рисунків, 3 таблиці та 2 додатки.

У першому розділі дається огляд літературних джерел щодо загальної циркуляції атмосфери полярних широт у тропосфері та стратосфері, а також описуються географічні особливості району дослідження.

У другому розділі роботи розглядаються сучасні кліматичні зміни в районі Західної Південної полярної області та представлені багаторічні середні поля та поля середніх квадратичних відхилів атмосферного тиску на рівні моря для центральних місяців чотирьох сезонів року.

Третій розділ присвячено викладенню основних положень відносно розкладання метеорологічних об'єктів по природних ортогональних функціях. В ньому аналізуються результати розв'язання задачі стиску вихідної інформації про поля атмосферного тиску в районі визначеного сектору Південної півкулі.

У четвертому розділі наводяться результати дослідження періодичних складових в часових рядах першої головної компоненти атмосферного тиску, отриманих за допомогою інтегрального перетворення Фур'є.

П'ятий розділ присвячено дослідженню детермінованої основи першої головної компоненти. В ньому ж представлені трендові та періодичні складові,

що виявлені в детермінованій основі часових рядів перших головних компонент атмосферного тиску в районі Західної Південної полярної області.

Для реалізації статистичного дослідження баричного режиму визначеної географічної області Південної півкулі використовувалося комп'ютерне програмне забезпечення: «Microsoft Office Excel», «Corel», «Paint», «SKR», «Metnew».

За результатами магістерської роботи була підготовлена наукова робота на тему «Особливості формування полів атмосферного тиску в районі Антарктичного півострова».

ВИСНОВКИ

Дослідження баричного режиму в районі Антарктичного півострова, яке проведено за багаторічними даними з застосуванням фізико-статистичного підходу, свідчать про неоднозначність змін в різні пори року і в різних широтно-довготних секторах визначеної області Південної півкулі.

1. Аналіз середніх полів атмосферного тиску на рівні моря вказує на те, що протягом року над морями Уедделла і Беллінсгаузена чітко виражені два центри зниженого тиску та слабо виражений гребінь, який знаходиться у безпосередній близькості до північної частини Антарктичного півострова. Тільки у жовтні фіксується незначне зміщення центрів низького тиску у більш високі широти (до 65° півд. ш.).
2. В зоні 50°-60° півд. ш. спостерігається незмінний протягом року напрямок горизонтального градієнта температури у тропосфері, що добре узгоджується зі структурою ізобар. Їх конфігурація у північній частині досліджуваного регіону має квазіширотний вигляд.
3. Аналіз середніх полів атмосферного тиску на рівні моря вказує на те, що найвищі горизонтальні баричні градієнти спостерігаються в перехідні сезони року.
4. Пояс середнього поля низького тиску навколо Антарктиди (60°-70° півд. ш.) виявляється єдиною зоною, де середні значення атмосферного тиску на рівні моря є найнижчими на Земній кулі. У жовтні це 980 гПа, у квітні – 986 гПа, а в основні сезони року (січень, липень) – 988 гПа.
5. Амплітуда коливань середнього атмосферного тиску на рівні моря в цій зоні змінювалася від 18 гПа у січні, до 30 гПа у жовтні.
6. Влітку (січень) спостерігається добре виражена область максимальної мінливості для цього сезону (до 5,4 гПа), яка розташована над морем Уедделла (сектор: 50°-70° півд. ш.; 20°-45° зах. д.). Над морем Беллінсгаузена (60°-70° півд. ш.; 75°-90° зах. д.) зафіксована друга, менш виражена область максимальних значень середніх квадратичних відхилів (до 4,5 гПа). Область мінімальних значень середніх квадратичних відхилів (до 2,7 гПа) спостерігалась влітку у центральній частині досліджуваного сектору.
7. Взимку (липень) зафіксована найбільш висока мінливість атмосферного тиску порівняно з іншими сезонами і область максимальних значень

середніх квадратичних відхилів (до 8,9 гПа), як і влітку, розташована над морем Уедделла. Мінімальні значення середніх квадратичних відхилів (до 3,5 гПа) взимку характерні для південних районів Тихого океану на широтах 50° - 55° в його західному довготному секторі 80° - 90° .

8. У перехідні сезони (квітень, жовтень) максимальні значення середніх квадратичних відхилів (7.0-7.3 гПа) зафіксовані також над морем Уедделла, а в секторі 50° - 70° півд. ш.; 50° - 90° зах. д. (а це центральні та крайні західні області регіону) спостерігається помірна мінливість атмосферного тиску на рівні моря: 4.0-4.3 гПа восени і від 4.3 гПа до 5.5 гПа – навесні над морем Беллінсгаузена.
9. За допомогою компонентного аналізу було проведено розкладання полів середнього місячного атмосферного тиску на рівні моря по природних ортогональних функціях. Отримані 224 ортогональні компоненти, дисперсії яких розташовані чітко у порядку їх зменшення, що дозволило параметризувати поля атмосферного тиску в районі дослідження.
10. Аналіз власних значень матриці кореляції середнього місячного атмосферного тиску показав, що для опису баричного режиму Західної Південної полярної області треба взяти для всіх місяців року (крім травня) три власні значення, три власні вектори матриці кореляції та три головні компоненти, які характеризують більше 85% сумарної дисперсії полів атмосферного тиску на рівні моря. Виключенням є травень, для якого потрібно враховувати чотири перелічених показника.
11. Впровадження інтегрального перетворення Фур'є до часових рядів 11-ти перших головних компонент атмосферного тиску дало можливість визначити «приховані» в цих рядах періодичні складові, які притаманні всьому сектору Південної півкулі, що розглядався. З імовірністю 95% визначені дві гармоніки: це квазідворічна (лютий, травень, липень) та чотирирічна (травень); з імовірністю 75% – це 5-річна гармоніка (вересень) та квазічотирирічна у червні; 16-ти (березень, серпень, вересень), 10-ти (червень), 8-ми (травень, жовтень), 4-річна (жовтень) та 3-річні (квітень, серпень, жовтень, листопад) коливання визначені з імовірністю 68%.
12. Квазідворічні гармоніки не виявлені з заданою ймовірністю тільки в рядах першої головної компоненти атмосферного тиску у весняний сезон (вересень, жовтень, листопад).

13. За допомогою ковзного осереднення (косинус-фільтра), яке було застосовано до часових рядів 11-ти перших головних компонент (по кількості місяців), отримані згладжені часові ряди вказаних характеристик та визначені тренди, які дозволили спрогнозувати тенденції в змінах баричного режиму визначеного сектору Південної півкулі.
14. Характер детермінованої основи літнього сезону дозволив встановити, що зміна атмосферного тиску в районі дослідження має чітко виражений коливальний характер (з періодом близько 30-35 років). У січні, порівняно з 90-ми, а у лютому – 80-ми роками минулого століття намітилася тенденція зростання атмосферного тиску, яке у лютому прогнозується значно більшим (порівняно з січнем) до 2025-2030 рр.
15. Восени (березень, квітень, травень) характер проаналізованих поліноміальних трендів дає підстави вважати, що у березні та квітні до 30-х років XXI століття слід очікувати зростання атмосферного тиску в регіоні Антарктичного півострова порівняно з 80-90-ми роками. Травневий тренд показує на чітке зменшення атмосферного тиску у найближчі 10-20 років порівняно з 90-ми роками XX-го століття.
16. Зміна баричного режиму визначеної області взимку (червень, липень, серпень) по структурі тренду вказує на те, що тільки у червні атмосферний тиск буде зростати (порівняно з 1989 р.), а у липні зменшення атмосферного тиску спостерігається з 50-х років. У серпні тиск буде різко зменшуватися протягом найближчих 10-20 років порівняно з 80-ми роками XX-го століття.
17. Отримані тренди в рядах головних компонент атмосферного тиску весняного сезону дають підставі вважати, що тільки у вересні до 2030-2040 рр. різних змін у баричному режимі не буде спостерігатися. У жовтні збережеться падіння атмосферного тиску, що зафіксовано з 50-х років XX століття, а у листопаді – зростання атмосферного тиску (порівняно з 1989-1990 рр.) в регіоні Антарктичного півострова.
18. Аналіз лінійних трендів показує, що з другої половини XX-го століття і по теперішній час в районі дослідження відбувається падіння атмосферного тиску у січні, березні, квітні, травні, червні, липні, серпні, жовтні та листопаді; у лютому, навпаки – він зростає. Лінійний тренд у вересні підкреслює незмінність атмосферного тиску протягом 40-ка років, що розглядалися, і ця тенденція буде продовжуватися.

19. Статистична структура детермінованої основи перших головних компонент атмосферного тиску визначеного сектору Південної півкулі має чітко виражену періодичну складову. У детермінованій основі вказаних рядів тільки у травні, червні та жовтні не визначені квазідворічні коливання атмосферного тиску. В інші місяці року вони є переважаючими. З довгоперіодних коливань вдалося встановити наявність в детермінованій основі першої головної компоненти атмосферного тиску трирічні (січень, лютий, березень, квітень), квазіп'ятирічні (серпень, вересень), 8-ми, 10-ти річні коливання. Останні характерні для травня, червня та жовтня.
20. Визначені багаторічні змінення характеру баричного режиму регіону Антарктичного півострова (як одного з внутрішніх кліматоутворювальних факторів), на наш погляд, можуть бути враховані в довгострокових прогнозах погоди для Західної Антарктиди та для вивчення змін і коливань сучасного глобального клімату.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аверьянов В.Т. Гляциоклиматология Антарктиды. / В.Т. Аверьянов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 198 с.
2. 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.
3. Воронов П.С. Опыт реставрации ледникового щита Антарктиды эпохи максимального оледенения Земли / П.С. Воронов // ИНФ. бюлл. САЭ. – 1960. – № 23. – С. 10-24.
4. Воскресенская Е.Н., Полонский А.Б. Тренды и межгодовая изменчивость параметров крупномасштабного взаимодействия океана и атмосферы в Северной Атлантике. // Метеорология и гидрология, 1993, № 11. – С. 73 - 80.
5. Воскресенский А.И., Чуканин К.И. Основные черты циркуляции атмосферы над Антарктидой // Сборник докладов на Всесоюзном симпозиуме по исследованию климата Антарктиды // Под ред. И.М. Долгина. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 170-176.
6. Гавреленя Е. Статистические характеристики приземной температуры воздуха Антарктического полуострова / Е. Гавреленя, Воронов П.С. Опыт реставрации ледникового щита Антарктиды эпохи максимального оледенения Земли / П.С. Воронов // Инф. бюлл. САЭ–1960. – № 23.–С.10-24.
7. Герман Дж. Р.Голдберг Р.А. Солнце, погода и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 320 с.
8. Гернет Е.С. Ледяные лишай / Е.С. Гернет. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
9. Говоруха Л.С. Гляциоклиматологическая характеристика Земли Грейама / Л.С. Говоруха // Бюлетень УАЦ. –1998. – Т. 2. – С. 70-76.
10. 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).
11. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьный Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: Навчальний посібник. – К.: КНТ, 2005. – 251 с.
12. Гончарова Л.Д., Школьный Є.П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник.– Одеса, 2007. – 458 с.

13. Гончарова Л.Д. Методи багатовимірною статистичного аналізу метеорологічних полів та атмосферних процесів: Навчальний посібник. – Одеськ. держ. екол-ний. ун-т. – Одеса: ТЕС, 2016.–196 с.
14. 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.
15. Добрышман Е.М. Динамика экваториальной атмосферы.– Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 228 с.
16. Долганов Л.В. Атмосферные условия Южной полярной области. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 173 с.
17. Дымников В.П., Филатов А.М. Устойчивость крупномасштабных атмосферных процессов. –Л.: Гидрометеиздат, 1980.
18. Жданов Л.А. Об атмосферной циркуляции над Антарктидой // Метеорологические исследования. – 1966. – № 11. – С. 43-125.
19. 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.
20. Климатический режим Арктики на рубеже XX и XXI вв. / Под ред. Крутского Б.А. С.- Петербург. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 200 с.
21. 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.
22. Луценко Э. И. Годовые колебания термобарических полей в тропосфере северного и южного полушарий // Труды ордена Ленина арктического и антарктического НИИ. – Том 371. –Л.: Гидрометеиздат, 1983. –С. 34-47.
23. Луценко Э. И., Прямиков С. Н., Сарухнян Э. И., Смирнов Н. П. Полугодовые колебания термобарических полей в северном и южном полушариях // Труды ордена Ленина арктического и антарктического НИИ. – Том 371. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – С. 6-18.
24. Макаров К.К., Бардин В.И., Лебедев В.Л., Орлов А.И., Суетова И.А. География Антарктиды. – М.: Мысль, 1968. – 438 с.
25. 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.
26. Маршунова М.С. Об изменчивости солнечной радиации в Антарктиде //

- Тр. ААНИИ, 1976. –Т. 328. – С. 93-105.
27. Маршунова М.С. Режим коротковолновой радиации в Антарктиде по результатам наблюдений за 20 лет // Сборник докладов на Всесоюзном симпозиуме по исследованию климата Антарктиды // Под ред. И. М. Долгина. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С. 11-19.
 28. Молодых В. А. Об изменениях среднемесячных температур воздуха в Северной Америке с периодом около 20-ти лет // Тр. ГГО. –1986. – Вып. 503. – С. 142-148.
 29. Остапенко П.Д. Атмосферные процессы в высоких широтах южного полушария. - М.: Изд-во академии наук СССР, 1960. – 283 с.
 30. Петров В.Н. Атмосферное питание ледникового покрова Антарктиды / В.Н. Петров. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 152 с.
 31. Полонский А. Б., Воскресенская Е. Н. Низкочастотная изменчивость меридиональных дрейфовых переносов в Северной Атлантике // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 7. – С. 89-99.
 32. Полонский А.Б. О междесятилетней изменчивости в системе океан-атмосфера. // Метеорология и гидрология. – 1998. – № 5. – С. 55-63.
 33. 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.
 34. Русин Н.П. Метеорологический и радиационный режим Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 448 с.
 35. Цветков А.В., Сазонов Б.И. О квазипериодических колебаниях в некоторых климатических характеристиках Азиатского региона // Труды ГГО. – 1986. – Вып. 503. – С. 148-156.
 36. Швердфегер В. Климат Антарктиды / В. Швердфегер В. // Климат полярных районов. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – С. 318-434.
 37. Школьный Є.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації: Підручник.- К.: Міносвіти України, 1999. – 600 с.
 38. Энциклопедия «Кругозор». Разделы Арктика и Антарктика.
 39. Anisimov O.A. Polar regions (Arctic and Antarctic) / O.A. Anisimov [et al.] // Climate change. – Cambridge. – 2007. – V. 15. – P. 653-685.

40. 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.
41. Bartels J. Collection of geom. Planetary index Kp and denived daily index Ap and Cp / J. Bartels // *IAGA bull.* – 1962. – V.18. – P. 153-165.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
45. 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.
46. 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.
47. Saes de Adana F. Javier, Colucci Stephen J. (Department of Earth and Atmospheric Scienes, Cornell University, Ithaca, New York). *J.Atmos. Sci.* – 2005. – № 5. – p. 1614-1625.
48. 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.
49. Suzuki Kazue, Yamanouchi Takashi, Hirasava Naohiko, Yasunari Tetzuko (Department of Polar Science, The Graduate University for Advaced Studies, Kaga 1- chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515). *Polar Meteorol. And Glaciol.* – 2004. – № 18. – P. 96-113.
50. 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.
51. Velicogna I. Measurements of time-variable gravity show mass loss in Antarctica / I. Velicogna, J. Wahr // *Science.* – 2006. – V. 311, № 5768. – P. 1754-1756.

52. 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.
53. 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.