

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

на тему: Динаміка льодовитості Південного океану

Виконала студентка групи МКА-41  
Спеціальності 103 «Науки про Землю»

Гребеник Юлія Олексіївна  
(прізвище, ім'я, по батькові студента)

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

Консультант \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Гідрометеорологія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
метеорології та кліматології  
Прокоф'єв О.М.  
«05» травня 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студентці Гребеник Юлії Олексіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Динаміка льодовитості Південного океану

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

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

затверджені наказом ОДЕКУ від «18» грудня 2020 року № 254 - С

2. Строк подання студентом роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Дослідження динаміки льодовитості Південного океану проводити за даними Британського центру атмосферних даних. Вихідні дані представляють собою середньомісячні значення льодовитості за період з 2000 по 2019рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Проаналізувати тенденції багаторічних змін льодовитості досліджуваного регіону; розрахувати та проаналізувати статистичні характеристики льодовитості; визначити значущі періоди коливань; визначити та проаналізувати трендові складові льодовитості Південного океану; розрахувати та проаналізувати аномалії льодовитості за десятирічні періоди з 2000 по 2019рр.;

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

Графіки річного ходу льодовитості; графіки міжрічної мінливості льодовитості Південного океану; гістограми статистичних характеристик льодовитості та трендової складової.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05 травня 2021 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Отримання завдання та збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	05.05.2021 р. – 10.05.2021 р.	60	3 (задовільно)
2.	Розрахунок та аналіз основних статистичних характеристик льодовитості.	11.05.2021 р. – 13.05.2021 р.	60	3 (задовільно)
3.	Визначення прихованих періодичностей в часових рядах льодовитості, побудова згладжених рядів льодовитості.	14.05.2021 р. – 17.05.2021 р.	60	3 (задовільно)
4.	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>17.05.2021 р. – 22.05.2021 р.</b>	60	3 (задовільно)
5.	Визначення трендових складових льодовитості для кожного місяця року. Аналіз отриманих результатів.	18.05.2021 р. – 23.05.2021 р.	86	4 (добре)
6.	Розрахунок аномалій льодовитості Південного океану. Аналіз отриманих результатів	24.05.2021 р. – 01.06.2021 р.	90	5 (відмінно)
7.	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	02.06.2021 р. – 10.06.2021 р.	88	4 (добре)
8.	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	10.06.2021 р.- 12.06.2021 р.	-	-
9.	Підготовка паперової версії кваліфікаційної роботи бакалавра і презентаційного матеріалу захисту.	-	-	-
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>	-	<b>74,0</b>	-

Студентка \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Гребеник Ю.О.**  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Прокоф'єв О.М.**  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 МЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ РЕЖИМ І КЛІМАТ АНТАРКТИДИ .....	5
1.1 Антарктична суша і своєрідність її як підстильної поверхні .....	5
1.2 Водяні простори Антарктики та Субантарктики .....	10
1.3 Умови утворення льодяного покриву Антарктиди.....	12
1.4 Основні умови, які призводять до розширення або скорочення площі морського льоду.....	24
2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	27
2.1 Характеристика вихідної інформації.....	27
2.2 Методи розрахунку основних статистичних параметрів .....	28
2.3 Методи розрахунку аномалій льодовитості .....	35
3 БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА ЛЬОДОВИТОСТІ АНТАРКТИЧНОГО МАТЕРИКУ .....	36
3.1 Статистичні характеристики льодовитості Антарктичного материку.....	36
3.2 Динаміка льодовитості досліджуваного регіону.....	39
3.3 Динаміка аномалій льодовитості досліджуваного регіону.....	42
ВИСНОВКИ.....	45
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	47

## ВСТУП

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Динаміка льодовитості Південного океану» присвячена аналізу сучасних багаторічних змін площі розповсюдження морського льоду в акваторії Антарктичного материка.

Потепління кліматичної системи, яке спостерігається в останні роки – є беззаперечним фактом. Більшість кліматичних змін, що зараз спостерігаються, є безпрецедентними як в масштабах сторіч так і тисячоліть! Найбільш яскраво ці зміни фіксуються в полярних регіонах Землі [1-3]. За останні тридцять років фіксувалось постійне зменшення льодовикового щита Антарктиди [1-5]. Інші льодовики земної кулі теж безперервно втрачали свою масу через підвищення глобальної температури. Тому дослідження динаміки льодовитості акваторії Антарктиди є вкрай актуальною задачею [5].

В якості вихідних даних використані середньомісячні значення льодовитості Антарктичного регіону, отримані з бази даних Британського центру атмосферних даних (The British Atmospheric Data Centre) за двадцятирічний період з 2001 по 2020рр.

В ході виконання кваліфікаційної роботи бакалавра реалізовані наступні завдання:

- розраховані та проаналізовані статистичні характеристики льодовитості;
- визначені значущі періоди коливань льодовитості;
- розраховані та проаналізовані трендові складові льодовитості;
- розраховані та проаналізовані аномалії льодовитості за два десятирічні періоди з 2001 по 2020рр.;

Актуальність теми визначається необхідністю безперервного моніторингу метеорологічного та кліматичного режимів обох полярних регіонів Земної кулі та їх динаміки в світлі сучасних кліматичних змін.

## ВИСНОВКИ

Аналіз багаторічної динаміки льодовитості акваторії Антарктиди дозволив встановити наступні особливості розповсюдження площі морського льоду досліджуваного регіону за період 2000-2019рр.:

– середньомісячні значення льодовитості коливаються в межах від 3,65 (на початку осені – лютий) до 18,77 млн. км<sup>2</sup> (кінець зими – вересень). Річний хід льодовитості чітко виражений: з настанням осені льодовитість збільшується, досягаючи максимуму наприкінці зими. З початком весни льодовитість зменшується, досягаючи мінімуму наприкінці літнього періоду. Річний хід максимальних (мінімальних) значень льодовитості повторює річний хід середніх значень з яскраво вираженим максимум взимку та мінімумом – наприкінці літа;

– найменші значення площі морського льоду в досліджуваному регіоні спостерігались у лютому 2011 року (2,72 млн. км<sup>2</sup>), а найбільше – в вересні 2014 року (20,49 млн. км<sup>2</sup>).

– середньоквадратичне відхилення коливається в межах від 0,62 (червень) до 1,14 (січень). Максимальні значення середньоквадратичного відхилення спостерігаються влітку та в перехідні сезони.

– аналіз коефіцієнтів асиметрії показав плямистість в розподілі асиметрії середньомісячних значень льодовитості протягом року. Від'ємні значення коефіцієнту спостерігаються взимку та влітку, а додатні – в перехідні сезони.

– аналіз коефіцієнта ексцесу дозволяє стверджувати, що протягом більшості місяців року льодовитість змінюється вузьких межах. Додатні значення коефіцієнту спостерігаються з серпня по жовтень, що пов'язане з закінченням зимового сезону та початком танення морського льоду;

– результати розрахунку прихованих періодичностей дозволили встановити, що для усіх місяців року, за виключенням літнього періоду, та для середньорічних значень спостерігаються дворічні коливання льодовитості Антарктичного регіону;

– аналіз розрахованих трендів льодовитості показує, що для більшості місяців року спостерігається тенденція до зменшення площі морського льоду за досліджуваний період. Величина зменшення коливається в межах від 0,13 млн. км<sup>2</sup> (червень) до 0,91 млн. км<sup>2</sup> (листопад). Зростання льодовитості спостерігається лише наприкінці літнього сезону (січень – 0,61 млн. км<sup>2</sup>), на початку зими (квітень – 0,17 млн. км<sup>2</sup>) та в центральний місяць зими (0,06 млн. км<sup>2</sup>);

– за допомогою аналізу аномалій льодовитості виявлено, що в останнє десятиріччя (2010-2020pp.) переважають додатні аномалії. Величина зростання площі морського льоду незначна і коливається в межах від 0,02 до 0,09 млн. км<sup>2</sup>. Максимальне зростання льодовитості за досліджуваний період фіксується наприкінці зими – серпень-вересень.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ:

1. Ferreira D. et al. Antarctic Ocean and sea ice response to ozone depletion: A two-time-scale problem //Journal of Climate. 2015. Т. 28. №. 3. С. 1206-1226.
2. Asay-Davis X. S., Jourdain N. C., Nakayama Y. Developments in simulating and parameterizing interactions between the Southern Ocean and the Antarctic ice sheet. Current Climate Change Reports. 2017. Т. 3. №. 4. С. 316-329.
3. Stopa J. E., Sutherland P., Ardhuin F. Strong and highly variable push of ocean waves on Southern Ocean sea ice. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2018. Т. 115. №. 23. С. 5861-5865.
4. Kusahara K. et al. Roles of wind stress and thermodynamic forcing in recent trends in Antarctic sea ice and Southern Ocean SST: An ocean-sea ice model study. Global and Planetary Change. 2017. Т. 158. С. 103-118.
5. Kwok R. et al. Sea ice drift in the Southern Ocean: Regional patterns, variability, and trends. Elementa: Science of the Anthropocene. 2017. Т. 5.
6. Данова Т.Є. Полярна та морська метеорологія: конспект лекцій. Одеса, ОДЕКУ. 2006, 84с.
7. Данова Т.Є. Основи гляціології та моніторинг кріосфери: навчальний посібник. Одеса: ТЕС, 2014. 118с.
8. Аверьянов В.Т. Гляциоклиматология Антарктиды. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 198 с.
9. Данова Т.Е., Прокофьев О.М. Характеристики энергетического спектра отношения смеси и температуры воздуха в тропосфере Антарктики. Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2014. Вып. 1. С. 8-13.
10. Прокоф'єв О.М. Використання взаємного спектрального аналізу для оцінки взаємозв'язку вологовмісту та приземної температури



антарктичного повітря. Науковий вісник Чернівецького університету (серія „Географія”). 2014. Вип. 724-725. С. 95 – 99.

11. Прокоф'єв О.М. Багаторічна мінливість приземної швидкості вітру у Східній Антарктиді. Фізична географія та геоморфологія. 2015. №. 2(78). С. 145 – 151.

12. Прокоф'єв О.М., Шаменкова О.И. Многолетняя изменчивость атмосферного давления Антарктического полуострова. Символ науки. 2015. №. 8. С. 316 – 320.

13. Данова Т.Е., Прокоф'єв О.М. Влагосодержание и влагоперенос в тропосфере Причерноморского региона в теплое полугодие. Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. Москва, 2016. Вып. 360. С. 79-94.

14. Прокоф'єв О.М., Сущенко А.И. Современные изменения температурного режима Антарктического полуострова. Бюллетень науки и практики. 2016. №12 (13). С.100-106.

15. Воциліна Д.С., Прокоф'єв О.М. Дослідження багаторічних змін приземної температури повітря на станції Новолазарівська. iScience Poland (POLISH SCIENCE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL), Issue 4(13), Part 1, Warsaw, 2019 С.34-39.

16. Прокоф'єв О.М., Трегубова М.В., Черниченко А.В. Многолетняя динамика ледовитости Баренцева моря в условиях современных климатических изменений. Символ науки. 2015. №. 5. С. 262 – 264.

17. Трегубова М.В., Прокоф'єв О.М., Мухина А.В. Многолетняя динамика ледовитости Гренландского моря в условиях современных климатических изменений. Символ науки. 2015. №. 5. С. 265 – 267.

18. Гончарова Л.Д., Школьний Є.П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2006. 458 с.