

Одеський гідрометеорологічний інститут

На правах рукопису

Гордейчук Ольга Петрівна

УДК 551.59:551.32

Метеорологічні умови існування сучасного  
покривного оледеніння архіпелагу Північна Земля

11.00.09 - метеорологія, кліматологія, агрометеорологія



Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук

Одеса-1995

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00761320 (J)

Дисертацію в рукописі

Робота виконана в Одеському гідрометеорологічному інституті

Науковий керівник - доктор географічних наук, професор Говоруха Леснід Сергійович

Офіційні опоненти - доктор ф.-м. наук, професор Єфімов Владислав Анатолійович;

кандидат географічних наук, о.н.с. Грищенко Володимир Федорович

Провідна організація: Одеський державний університет, Міносвіти, м.Одеса

Захист відбудеться 9 листопада 1995 р. в 13 год. на засіданні спеціалізованої Вченої Ради Д 05.02.01 при Одеському гідрометеорологічному інституті в залі засідань за адресою: 270016, м.Одеса-16, вул.Львівська,15, ОГМІ

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського гідрометеорологічного інституту.

Автореферат розісланий 6 жовтня 1995 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

*Н.С.Лобода* Н.С.Лобода

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

## Загальна характеристика роботи.

### Актуальність і ступінь дослідженості тематики дисертації

Фізичні процеси, які проходять в гляціосфері Землі, та властивості льодового покриву, які в значній мірі формують клімат Землі, ще недосконало вивчені.

Гляціосфера, як одна із самостійних частин глобальних природних та кліматичних систем, відіграє важливу роль в формуванні механізму теплового масообміну між атмосферою, океаном та сушею, та відображає найбільш суттєві риси як макро-, так і мезоциркуляції та трансформації повітряних мас.

Актуальність дисертаційної роботи обумовлена необхідністю вивчення процесів взаємодії між тропосферою та підстиляючою поверхнею, в тому числі і сніжно-льодовою, яка вивначає особливості льодового клімату.

Велике значення це набуває в зв'язку з прилученням України до наукових досліджень Антарктиди.

### Мета та основні завдання роботи

Основною метою роботи є укладання комплексної кліматичної характеристики архіпелагу Північна Земля, яка може в якійсь мірі служити природною моделлю Антарктиди.

До нинішнього часу клімат Північної Землі описувався в деякій мірі односторонньо: розглядалися метеорологічні умови тільки вільного від льоду узбережжя, тобто перегляціальної зони Сев льодової частини архіпелагу, яка займає близько 50% всієї території.

Відповідно з метою дослідження вирішуються наступні завдання:

- складання комплексної характеристики метеорологічних умов льодової зони архіпелагу; аналіз кліматичних особливостей Північної Землі (льодова зона та перигляціал);

- дослідження метеорологічних умов процесів накопичення (аккумуляції) та вмечення (абляції) льодової маси; статистична оцінка величин, що обумовлюють ці процеси; вивчення

режимів температури та опадів в використанні методів апроксимації рідів теоретичними розподілами;

- дослідження синоптичних процесів для періоду інтенсивної акумуляції (вересень - травень) при різних характерах температури та опадів;

- дослідження синоптичних процесів для періоду абляції (червень-серпень) в використанні кластерного аналізу.

### Теоретична й практична цінність дослідження

Теоретична цінність дисертації полягає в дослідженні синоптичних і метеорологічних умов процесів абляції та акумуляції та наданні достовірних показників основних метеорологічних величин шляхом статистичної оцінки їх параметрів.

Практична цінність дисертації обумовлена вивченням льодового клімату та самих льодовиків як показників кліматичних змін, особливо у високих широтах, найбільш відчутних до змін циркуляційних умов. Це відноситься як до Арктики, так і до Антарктики, де починає роботу перша Українська Антарктична експедиція.

Методика дослідження по куполу Вавілова може бути використана при вивченні гляціокліматичних характеристик в Антарктиці.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

1. Вперше дана характеристика льодовикового клімату Північної Землі.

2. Вперше узагальнені матеріали метеорологічних спостережень на льодовику Вавілова за період роботи гляціологічного стаціонару, одержана статистична оцінка окремих параметрів за періоди акумуляції та абляції льодовиків. Дана характеристика синоптичних умов, що сприяють процесам накопичення та розтанання; проведена їх типізація.

Впровадження наукових розробок.

Отримані результати по Північній Землі в цілому і куполу Вавілова окремо, включені до курсу лекцій з гляціології для студентів п'ятого курсу ОГМІ.

Апробація та публікація наукових дослідів.

Основні результати роботи доповідались на наукових кон-

ференціях ОГМІ (1994-1995 рр), на розширеному науковому семінарі кафедри геофізичної гідродинаміки та теорії клімату (1995 р); на міжнародній гляціологічній конференції (Пушіно, 1995 р).

Основні результати досліджень надані у двох статтях.

#### Обсяг та структура роботи.

Дисертація включає в себе: вступ, чотири розділи, заключну частину, список літератури із 98 найменувань та додаток. Обсяг роботи складає 155 сторінок, з них 96 сторінки машинописного тексту, в тому числі 40 таблиць та 16 рисунків.

Конкретний особистий вклад дисертанта в розробку наукових результатів, які виносяться на захист.

На захист виносяться основні позиції, які були одержані безпосередньо дисертантом. Вони складаються з наступного:

- комплексна характеристика метеорологічних умов льодової зони Північної Землі.

- аналіз синоптичних процесів, що обумовлюють режим оледеніння архіпелагу.

Методологія та методи досліджень. В роботі пропнується комплексний підхід до кількісних оцінок періодів акумуляції в притягненням метеорологічних та синоптичних даних. Як головна інформація були використані дані експериментальних спостережень, які проводились ААНДІ на льодовику Бавілова за 1974-1989 роки.

При розрахунках кліматичних характеристик був приміненний сучасний апарат математичної статистики та кластерний аналіз. Усі розрахунки виконувалися за допомогою ПЕОМ.

#### Зміст роботи

У вступі формується ціль, новизна, актуальність, основні напрямки роботи.

У першому розділі розглядаються фізико-географічні особливості Північної Землі. Дається загальна характеристика сучасного следеніння архіпелагу.

У другому розділі по даним сіткови: ГМС дана кліматична характеристика архіпелагу в цілому, а саме проаналізовані кліматоутворюючі фактори, радіаційний режим, цирку-

ляційні умови, що визначають температурно-вологовий режим.

Головними факторами, що впливають на формування радіаційного режиму архіпелагу, і його високоширотне географічне положення, характер підстилаючої поверхні, довготривале існування снігового та льодового покриву на морі та на суші. Для високих широт характерна відносно мала висота Сонця та явище полярного дня і полярної ночі.

Тому позитивний радіаційний баланс має місце всього 4-5 місяців за рік (з травня по вересень).

На формування загальної картини синоптичної обстановки району впливають інтенсивність Ісландського та Азіатського мінімумів, а також максимум на Північно-Східній частині Європейської материка та велика повторюваність антициклонів влітку над Ірландським, Норвезьким та Баренцевим морями. Циклогенезу (згідно класифікації П. П. Вонгенгейма) звичайно відповідає тип західної циркуляції, антициклогенезу - східної або меридіональної. Для формування температурного режиму Північної Землі суттєво те, що вона розміщена в тій частині Північно-Льодовитого океану, в якій немає теплої поверхневої морської течії. Це визначає пізній перехід середньодобової температури повітря через нуль в сторону підвищення (на початку липня) та короткий період в температурою вище нуля, який триває до 2.5 місяців.

Дослідження особливостей метеорологічного та радіаційного режиму в льодовій зоні бавується на спостереженнях на льодовику Вавилова, розташованого в південно-західній частині на о. Жовтневої Революції, одного з чотирьох самих великих островів архіпелагу. Площа льодовика складає приблизно 1/5 частину істєї площі оселення (1800 км<sup>2</sup>).

Льодовик Вавилова визнаний еталонним для вивчення льодової зони Північної Землі. Його репрезентативність обумовлена такими факторами: він середній по площі та висоті, розміщений в центрі архіпелагу, в ньому відсутній айсберговий стік.

Третій розділ присвячений дослідженню кліматичних особливостей купала Вавилога. Дослідження ведуться на ньому 1962 р., а в 1974р тут був організований гляціологічний

стаціонар, який працював до 1989 року.

Проаналізовані середньомісячні температури повітря. Для виявлення кліматичних закономірностей ці ряди були перевірені на однорідність за допомогою параметричних критеріїв. Взаємо однорідними виявились ряди температур повітря чотирьох місяців, в які спостерігалась подарна ніч.

Найнижча температура спостерігається в третій декаді січня і складає  $-29.5^{\circ}\text{C}$ , найвища  $- 0^{\circ}\text{C}$  в третій декаді липня.

Ряди середньодобової температури були апроксимовані теоретичними розподілами.

В цілому температура всіх місяців описується розподілом Пірсона I-го і III-го типів. На основі апроксимації були побудовані функції розподілу та одержані імовірності середньодобових температур повітря.

Відхилення температури від норми (як середньомісячної, так і середньодобової) також в якійсь мірі визначає характер термічного режиму. Середньодобова температура може змінюватися в великих границях.

Найбільш від'ємні та додатні відхилення середньодобових температур спостерігались в грудні - лютому ( $-21.0^{\circ}\text{C}$ ,  $+15.7^{\circ}\text{C}$ ).

Це свідчить про те, що атмосферні процеси в грудні - лютому характеризуються більшою різноманітністю, ніж в період червень - серпень.

Часто відхилення середньодобових температур (як додатних, так і від'ємних) можуть утримуватися на протязі тривалого періоду. Наприклад, в серпні 1985 р. додатні значення відхилень спостерігались на протязі 29 днів з максимальним значенням відхилення  $5.7^{\circ}\text{C}$ . В середньому за три місяці (червень, липень, серпень) в сумі випадає близько 100 мм опадів, з них рідкі опади складають 31, тверді - 40 і ьмішані - 29%. З вересня по травень випадають майже тільки тверді опади.

Хуртовини на льодовику спостерігаються круглий рік. Характерна особливість метеорологічного режиму льодовиків - велика нестійкість, яка проявляється в різкій зміні не тільки середньодобової температури повітря, але й вологості.

В четвертому розділі дисертації приведений комплексний аналіз синоптичних та метеорологічних умов періодів акумуляції та абляції на льодовику Вавілова.

Акумуляція - процес збільшення маси льодовика за рахунок відкладення на його поверхні гравітаційних та наростаючих атмосферних опадів. Основне джерело акумуляції - гравітаційні тверді опади.

Період акумуляції на арктичних льодовиках продовжується в середньому від десяти місяців поблизу рівня моря до 11-11.5 місяців на вершинних плато найбільш високих куполів, тобто, приблизно від середини серпня - початку вересня до кінця травня - середини червня.

Випадіння в ході більшої частини року твердих атмосферних опадів зумовлює основні особливості снігового покриву: тривалість залягання (зв'язану з довготривалістю морозного періоду), значну густину і нерівномірність відкладення снігу в залежності від рельєфу та вітрової діяльності.

Просліджується певна висотна поясність у відкладенні снігу. На розподіл снігу на куполах впливає: висота над рівнем моря, експозиція схилу по відношенню до пануючих вітрів та його крутизна. В залежності від цих факторів товщина снігового покриву коливається в середньому від 40 до 70 см поблизу рівня моря, до 150-200 см на вершинах куполів. На льодовику Вавілова також встановлена поясність снігонакопичення: на північному схилі льодовика зона підвищеного снігонакопичення знаходиться в поясах 250-300 м і 500-700 м, а пониженого - в поясах 300-500 м.

Величини акумуляції на льодовиках приблизно в 1.5 рази менше відповідних по висоті сум опадів, тому що одна частина опадів (до 2 мм) змітається із зони живлення в область абляції в процесі хуртовинного переносу, а друга частина в вигляді талої води стікає по поверхні та в глибині льодовиків, а потім витрачається шляхом випаровування.

Визиком головним джерелом атмосферного живлення льодовиків Євроазіатського спектру Арктики твердими гравітаційними опадами є західне циклонічне вологоперенесення по Баренцево-Карській ложині Ісландського баричного мінімуму. Основними баричними центрами, що впливають на клімат Північної

Землі, являються нестационарний Арктичний антициклон, розміщений над Арктичним басейном, Сибірський антициклон, який формується над Азіатським материком і ложина Ісландського мінімуму, направлена через Баренцеве море на схід в Карське і далі впритул до островів Де-Лонга.

Аналіз збірно-кінематичних карт показав, що траєкторії багатьох вологонесучих циклонів (переважно південно-західного напрямку зі сторони Карського моря і Західного Сибіру) перетинають південну частину архіпелагу.

Циклони на досліджуваній район надходять в цілому в одній із останніх стадій розвитку, з малою швидкістю переміщення, так як вони поступають сюди з малими запасами тепла, яке в силу високоширотного положення району швидко трансформується.

В ході зимового періоду збільшується число циклонів (7-10 в місяць проти 3-4 влітку).

Другий період, який характеризується умовами існування льодовиків, абляційний.

Абляція - процес або результат зменшення маси льодовика шляхом розтавання, випаровування, здування снігу вітром, обвалів льоду та відколення айсбергів.

Головна умова інтенсивної абляції - температурний режим. Незначне розтавання може відбуватися при температурі  $-3^{\circ}\text{C}$ , але в цілому воно відбувається при температурі вище  $0^{\circ}\text{C}$ , а при підвищенні середньодобової температури повітря до  $2-3^{\circ}\text{C}$  розтавання снігу триває протягом всіх 24 годин.

Такі умови на льодовиках Північної Землі формуються в цілому з кінця червня до середини серпня.

На куполі Вагілова в річному ході багаторічних значень температури повітря немає стійкого її переходу через нуль, але відмічаються окремі періоди в температурі, яка сприяє розтаванню льодовиків.

Число днів з температурою більше нуля щорічно в червні і серпні нараховується до 5, в липні - до 7, а в аномально теплі роки в липні - до 15, а в серпні - до 14.

Найраніша дата з додатною температурою відмічалась 3 червня (1938 р.), а найпізніша - 29 серпня (1937 р.).

Всього за досліджені роки спостерігалось 86 періодів

коли середньодобова температура була більше нуля. Тривалість цих періодів коливається від 1 до 20 днів.

Звичайно, що між періодами з додатною температурою, відмічались періоди з від'ємною, їх - 74. Для цих періодів проаналізовані їх тривалість, середня за кожний період температура повітря, їх максимальне та мінімальне значення та сума опадів. Ряди цих величин були зпроксимовані теоретичними розподілами: експоненціальним, першим та третім типами кривих Пірсона. Це дало можливість одержати імовірності характеристик, що досліджуються.

Для дослідження синоптичних умов, що візначають метеорологічні особливості указаних періодів, був застосований кластерний аналіз.

Були сформовані одно-, двох-, трьох-, чотириохмірні вектори з різноманітним сполученням метеорологічних величин за періоди з температурою вище нуля та періоди з температурою нижче нуля (табл.1, 2).

В результаті реалізації процесу кластеризації множини із 86 та 74 періодів розділились на 3 кластери. Як показав аналіз, 40 із 86 періодів з температурою вище нуля, та 37 із 74 з температурою нижче нуля по усім варіантам ввійшли в один (перший) кластер.

В результаті аналізу синоптичних ситуацій для періодів кожного із кластерів встановлено, що на температурний режим на поверхні Землі впливають три типи положень баричних утворень:

перший кластер: центр та тилова частина антициклону;

другий кластер: передня частина та теплий сектор циклону;

третій кластер: передня частина антициклону.

В центральній та тилівій частині антициклону відмічається частий перехід температури через нуль, ця синоптична ситуація характерна для першого кластеру, в якому об'єднані як періоди з додатною, так і періоди з від'ємною температурою.

Аналіз всього ряду спостережень показав, що найбільш часто реалізується перехід синоптичних ситуацій від кластеру до кластеру по виду: від першого до третього та від

Таблиця 1

Центри кластерів метеорологічних параметрів  
періоду абляції з додатними температурами

Варіант	Кластер	Тривалість періоду (дні)	$t_{\text{ср}}$ (°C)	$t_{\text{max}}$ (°C)	Сума опадів (мм)	Число векторів
I	1	3	1.4	2.0	0.9	71
	2	6	2.0	3.4	7.7	11
	3	9	2.3	4.4	15.8	4
II	1	-	1.5	2.2	1.1	75
	2	-	2.1	3.3	9.6	8
	3	-	1.4	3.2	17.4	2
III	1	-	1.5	-	1.1	75
	2	-	2.1	-	9.6	8
	3	-	1.4	-	17.4	3
IV	1	-	0.9	-	-	58
	2	-	2.2	-	-	20
	3	-	4.2	-	-	8
V	1	2	1.3	1.7	-	62
	2	5	2.3	3.7	-	13
	3	11	2.6	5.1	-	9
VI	1	2	1.3	-	-	64
	2	5	2.3	-	-	11
	3	11	2.6	-	-	9

Таблиця 2

Центри кластерів метеорологічних параметрів  
періоду аблиці з від'ємними температурами

Варіант	Кластер	Тривалість періоду (дні)	$t_{\text{ср}}$ (°C)	$t_{\text{макс}}$ (°C)	Сума опадів (мм)	Число векторів
I	1	4	-1.8	-2.7	3.4	66
	2	10	-2.6	-4.2	26.7	5
	3	16	-3.5	-6.4	46.2	3
II	1	-	-1.8	-2.7	3.2	66
	2	-	-2.3	-3.7	20.5	4
	3	-	-3.4	-5.8	43.8	4
III	1	-	-1.1	-	-	42
	2	-	-2.5	-	-	17
	3	-	-3.5	-	-	15
IV	1	2	-1.6	-2.1	-	55
	2	10	-2.6	-4.9	-	13
	3	18	-3.6	-6.4	-	6
V	1	2	-1.6	-	-	54
	2	10	-2.5	-	-	14
	3	18	-3.6	-	-	6

третього до другого.

Істотний внесок в зміну погодних умов вносять чередування висотних гребенів та ложин, які переміщуються з заходу до архіпелагу.

Для прогнозу важливо також визначити інтенсивність та напрямок переміщення цих баричних форм. Так, при інтенсивному розвитку гребенів над північчю Росії та над Східним Сибіром можлива зміна по типу: від першого до третього кластеру; або: від першого до другого, від другого до третього, в мінімальною тривалістю типу "два". Якщо ж більший розвиток отримує ложина, то тип "два", який реалізується, буде мати більшу тривалість. Перехід від третього до першого реалізується при зміщенні одного і того ж антициклону над Північною Землею, тобто коли передня його частина замінюється центральною та тиловою.

Перший кластер (центр та тил антициклонів) характеризується неодноразовим переходом температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ , невеликою кількістю опадів. Тривалість періодів першого кластеру складає 5-12 днів. Переважає вітер південного напрямку (34%).

Другий кластер (передня частина та центр циклону) характеризується температурою, відмінною від  $0^{\circ}\text{C}$  в середньому на  $2^{\circ}\text{C}$ . Сума опадів за період - 6 мм, довжина періодів коливається від 3 до 17 днів з переважним вітром південного напрямку (32%). Істотний внесок мають вітри східного напрямку (біля 19 %).

Третій кластер (передня частина антициклону) відрізняється від'ємною температурою  $-4^{\circ}\text{C}$ , тривалими (до 22 днів) періодами та порівняно великою кількістю опадів. Переважні вітри - південний (22%) і південно-східний (16%).

#### Основні результати роботи зводяться до наступного:

1) Вперше одержана комплексна характеристика клімату льодової зони архіпелагу Північна Земля (на прикладі купола Бавілова).

2) Вперше зроблено узагальнення матеріалів метеорологічних спостережень на дослідженому льодовику Бавілова під

час роботи унікального у своєму роді гляціологічного стаціонару.

3) Одержана статистична оцінка окремих параметрів метеорологічних величин, які визначають процеси акумуляції та абляції, режими температури та опадів з використанням методів апроксимації рядів теоретичними розподілами.

4) Досліджені та проаналізовані синоптичні умови при рівному характері режиму температури та опадів, які визначають процеси накопичення та розтавання; проведена їх типізація.

#### Висновки

1) Досліджено сучасне обмерзання Північної Землі в його розвитку: з виразними ознаками успадкованої географії та режиму, а також в рядом рис динамічної та морфологічної перебудови у зв'язку з мезоциркуляційними умовами, що змінюються в межах архіпелагу, які поки що можливо пояснити тільки стійкою зміною циркуляційних епох.

2) В цілому режим снігонакопичення на льодовиках Північної Землі в період акумуляції визначається західним циклонічним влагоперенесенням, а в період абляції - частими адвективними вторгненнями континентального полярного повітря та континентального тропічного повітря, яке можна вважати нормою для літніх місяців (особливо для липня та серпня).

3) Оледеніння Північної Землі втрачає щорічно в середньому біля 2-3 км<sup>3</sup> льоду, звільнює в рік декілька км<sup>2</sup> території островів. Деяка стабілізація масового балансу в останні роки відбулася як за рахунок підвищеного сезонного снігонакопичення, так і внаслідок скорочення періоду абляції, що властиво району Карського моря.

По темі дисертації опубліковано такі наукові роботи:

1. Просторова та часова мінливість режиму оледеніння архіпелагу Північна Земля. - Деп. у ДНТБ України 4.04.95, №694 - Ук 95.

2. Дослідження мінливості погодних умов періоду абляції льодової зони Північної Землі (в печаті МГП, 1995 р.)

АНОТАЦІЯ

Гордейчук Ольга Петровна

Метеорологічні умови існування сучасного покривного оледенення архіпелагу Северна Земля.

Дисертація в формі рукопису на соискання ученої степені кандидата географічних наук по спеціальності 11.00.09 - метеорологія, кліматологія і агрометеорологія. Одеський гідрометеорологічний інститут. Одеса 1995.

Викладено результати дослідження льодикового клімату архіпелагу Северна Земля за періоди абляції і аккумуляції. Дана його загальна характеристика. Проведена комплексна оцінка метеорологічних умов існування покривного оледенення архіпелагу.

Ключові слова: дослідження, льодовий, абляція, аккумуляція, покривне оледеніння.

GORDEITCHOUK OLGA PETROVNA

Meteorological conditions of contemporary covered glaciation of Northern Land Archipelago.

The manuscript of the dissertation for the search of the academic degree of candidate of geographic sciences the speciality of 11.00.09 - meteorology, climatology and agrometeorology. The Odessa Hydrometeorological Institut. Odessa 1995.

Results of Northern Land's glacier climate research within ablation and accumulation period are given.

Complex estimation of meteorological conditions of covered glaciation existence on the archipelago is carried out.

Keywords: research, glacier, ablation, accumulation, covered glaciation.

45489

Подп. в печати 3.10.95г. Формат 60x84 1/16.  
Об'єм 1,0п. л. 0,7уч. изд. л. Заказ № 759/3. Тираж 100 экз.  
Гортілографія Одеського управління напечати, цех № 1.  
Ленина 49.

АН України

AB 33.262

**AB 33.262**

[Faint, illegible text covering the majority of the page, likely bleed-through from the reverse side.]