

В.О. Кравченко, О.М. Євтушевський,  
Г.П. Міліневський

## ПЕРІОДИЧНІ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ ЗИМОВОГО ПОТЕПЛІННЯ В РАЙОНІ АНТАРКТИЧНОГО ПІВОСТРОВА

За даними проекту READER в роботі розглянуто варіації аномалій зимової температури в районі Антарктичного півострова. Використано дані для восьми антарктичних наукових станцій за 1950-2009 рр. Оцінки для усередненого часового ряду аномалій температури, виконані із застосуванням методики ковзного тренду з вікном 10 років, виявили статистично значущі екстремуми у швидкості зимового потепління, які спостерігаються з почерговою зміною знаку. Спектр коливань температурного тренду вказує на переважання періодичної складової з періодом близько 16 років. Така періодичність у регіональних змінах клімату в Західній Антарктиці раніше не досліджувалася.

**Ключові слова:** Антарктичний півострів, температура повітря, зимовий сезон, десятирічний тренд, періодичність, потепління.

### Вступ

Найбільш відчутне потепління клімату в південній півкулі спостерігається в районі Антарктичного півострова (АП) у зимові місяці [3, 16, 18]. На станції Фарадей/Вернадський (британська/українська станції до/після 1996 року; 65° S, 64° W) з середини минулого століття тренд зимової температури становив 1,1° C/10 р. із загальним підвищенням температури до початку 2000-х років на ~6° C [12, 18]. Із рис. 1 видно відмінність між довготривалими змінами літніх та зимових температур, які для станції Фарадей/Вернадський наведено за даними проекту READER [15] за 1950-2009 рр.

Лінійний тренд літньої та зимової температур (0,22° C/10 р. та 1,05° C/10 р. відповідно) дає середнє підвищення температури на 1,3° C та на 6,3° C за останні шістьдесят років. Для порівняння: середньорічне глобальне потепління у 1956-2005 рр. відбувалося зі

швидкістю  $0,13^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  [7]. Із рис. 1 видно також, що зимове потепління виглядає як поступове звуження діапазону варіацій температури, яке відбувається за рахунок негативних зимових екстремумів температури. В попередніх дослідженнях відзначалося, що якраз зростання зимових температур дає найбільший внесок у тренд середньорічних температур на Антарктичному півострові, а в зимовому потеплінні основну роль відіграє зниження суворості холодних зим [3, 8, 18].

Потепління в Західній Антарктиці пов'язують із посиленням західного вітру внаслідок зміни фази Південної кільцевої моди (ПКМ) з переходом індексу ПКМ від від'ємних до додатних значень [7, 16]. В той же час, тренд індексу ПКМ у зимовий сезон незначний [5]. Цей та деякі інші механізми не дають пояснення швидкого зимового потепління в районі АП [4, 17, 18]. У роботі [2] показано, що зростання температури повітря на станціях АП в останні десятиріччя, зокрема в зимовий сезон, супроводжується зсувом на схід центрів дії атмосфери в західній Антарктиці. Це спричинює посилення циклонічності західніше АП з переважним надходженням теплих північно-західних повітряних потоків у напрямку АП.

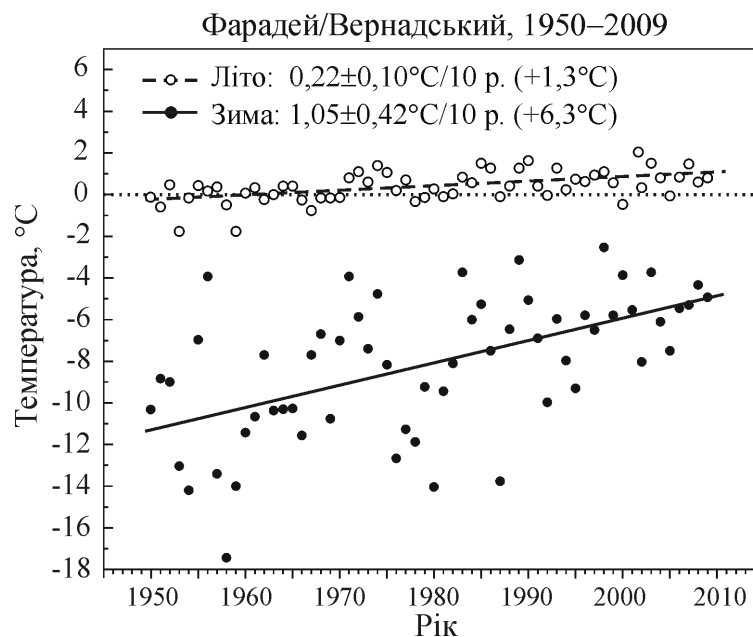


Рис. 1. Зміни літніх (грудень-лютий) та зимових (червень-серпень) температур на станції Фарадей/Вернадський ( $65,25^{\circ}\text{ S}$ ,  $64,25^{\circ}\text{ W}$ ) упродовж 1950-2009 рр.

Метою даної роботи є аналіз довготривалих змін у швидкості зимового потепління у районі Антарктичного півострова. Для цього приземні температури повітря, зареєстровані на восьми станціях, розглянуто з погляду виявлення статистично значущих коливань десятирічних трендів, спільних для всього регіону.

### Дані та методика аналізу

Використано архів метеорологічних даних READER (Reference Antarctic Data for Environmental Research – Стандартизовані антарктичні дані для досліджень навколишнього середовища), створений за проектом SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research – Науковий комітет з антарктичних досліджень) [15] і розміщений на сайті <http://www.antarctica.ac.uk/met/READER>. На рис. 2 показано розміщення восьми станцій, вибраних для аналізу зимових температур у районі Антарктичного півострова, а середні показники для них представлено в табл. 1.

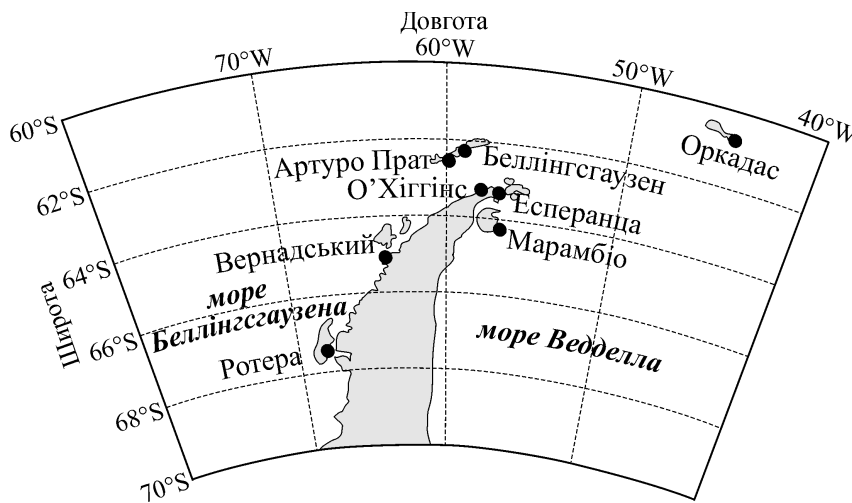


Рис. 2. Район Антарктичного півострова та розміщення восьми станцій, вибраних для аналізу довготривалих змін зимових температур

Три станції розміщені на західному узбережжі АП (Ротера, Вернадський і О'Хіггінс), дві – на Південних Шетландських островах, тобто поблизу північного краю АП (Артуро Прат і Беллінгсгаузен). На північному виступі півострова розміщена станція Есперанца, Марамбіо – на схід від півострова, а Оркадас – на північний схід від півострова на Південних Оркнейських островах. Загальна протяжність регіону становить близько 1300 км. На рис. 3 а-в представлено всі наявні дані для

цих станцій у базі READER за період 1950-2009 рр. Показано усереднені за зимові місяці (червень-серпень) температури. Видно, що ряди спостережень мають різну тривалість. Найдовші ряди зимових температур отримано на Ф/В та ОРК (60 років; див. скорочені назви станцій у табл. 1), а також ЕСП (58 років).

Таблиця 1

Географічні координати, середні зимові температури та тренди для восьми станцій району Антарктичного півострова

Станція	Середня зимова температура °C (1σ)	Тренд, °C/10 р. (2σ)	Період вимірювань (наявність зимових даних, %)
1	2	3	4
Оркадас (ОРК)	-9,63±2,57	<b>0,24±0,16</b>	1903-2009 (96%)
Беллінгсгаузен (БЕЛ)	-6,13±1,93	0,38±0,48	1968-2009 (100%)
Артуро Прат (АПР)	-6,19±2,60	<b>0,65±0,26</b>	1966-2003 (80%)
О'Хіггінс (ОХІ)	-7,94±1,73	<b>0,51±0,38</b>	1963-2008 (93%)
Есперанца (ЕСП)	-10,89±2,52	0,34±0,56	1945-1992 (94%)
Марамбіо (МАР)	-14,79±2,60	0,15±0,39	1971-2009 (95%)
Фарадей/Вернадський (Ф/В)	-8,15±3,32	<b>1,05±0,42</b>	1950-2009 (100%)
Ротера (РОТ)	-9,94±2,99	1,00±1,06	1977-2009 (97%)

На трьох станціях спостереження розпочато у 1960-і роки (БЕЛ, АПР та ОХІ), а ще на двох – у 1970-і (РОТ і МАР). Повна статистика для кількості станцій, де наявні зимові дані, показана на рис. 3 г. Зазначимо, що при розгляді рядів різної тривалості температурні тренди на восьми станціях мають суттєві відмінності як за значеннями (від 0,15 до 1,05° C/10 р.), так і за статистичною значущістю (лише половина значень є значущою на рівні 5 %; табл. 1, стовпчик 3).

Однією із важливих спільних рис у змінах зимових температур, яку можна відзначити з рис. 3а-в, є синхронність міжрічних варіацій. Це свідчить про те, що район Антарктичного півострова загалом перебуває у спільному режимі атмосферної циркуляції та її змін, що підтверджується високою кореляцією температурних рядів [3, 8, 18].

Щоб забезпечити рівноцінне представлення даних із восьми станцій з різною тривалістю спостережень, аналіз температурних варіацій проводився з використанням аномалій температури (відхилень від

середніх значень зимової температури). З рис. 3г видно, що найповніше зимові дані представлені з кінця 1960-х до початку 2000-х (6-8 станцій, виділено пунктирним прямокутником). Тому для обчислення аномалій за шістдесятирічний період 1950-2009 рр. вибрано спільний для всіх станцій 30-річний базовий період 1972-2001 рр. Середні температури для кожної станції наведено в табл. 2 (стовпчик 2).

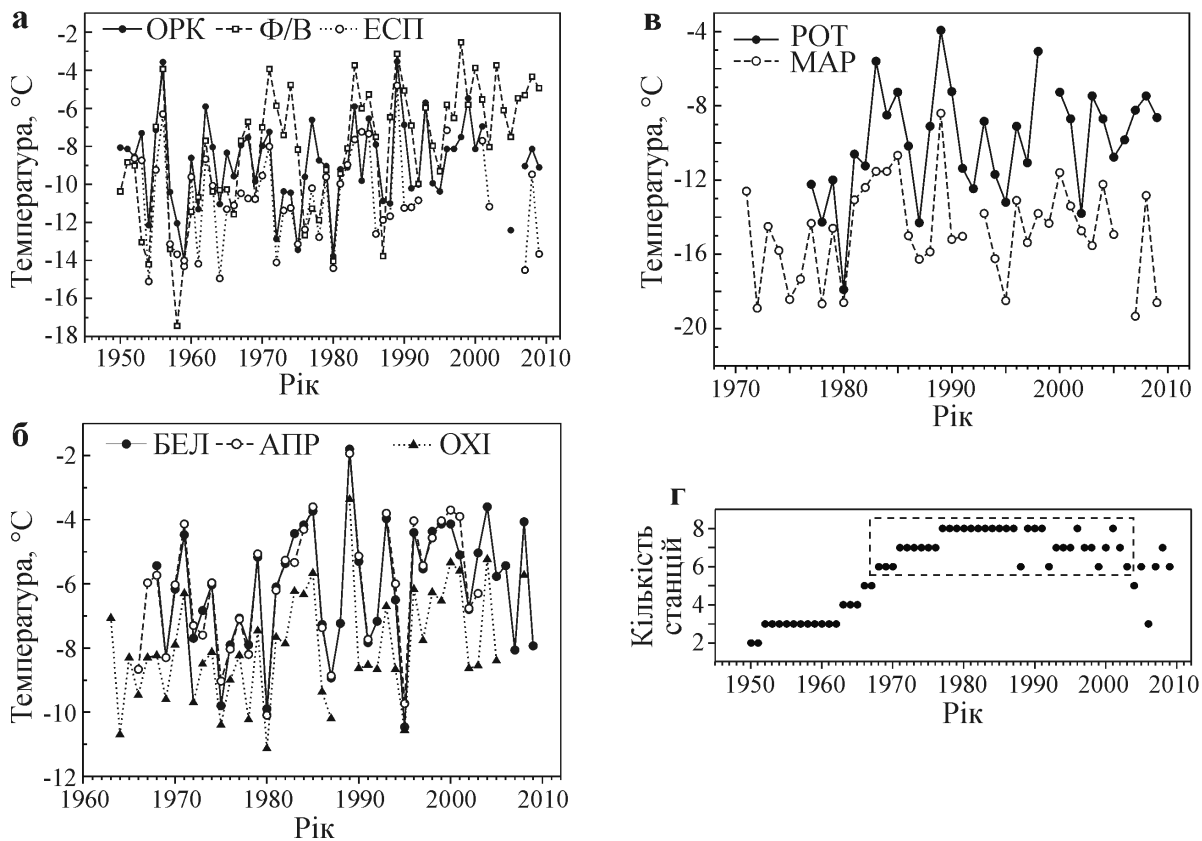


Рис. 3. Варіації зимових температур на восьми станціях у районі Антарктичного півострова за даними бази READER (а-в) та статистика наявності зимових температур за період 1950-2009 рр. (г)

Усереднений для восьми станцій часовий ряд аномалій температури у цій роботі проаналізовано із застосуванням методики 10-річного ковзного тренду.

**Базовий період 1972-2001 рр.**

Із табл. 2 видно узгодженість досить високих темпів потепління в регіоні у базовий період (0,9-1,6° C/10 р., стовпчик 3). Більшість цих значень є статистично значущою на рівні 5 % (жирний шрифт), лише для МАР і РОТ рівень значущості становить 10 %. На двох станціях (ЕСП і

РОТ) тренди є найбільшими ( $1,6^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$ ), і є підстави вважати їх дещо завищеними. Це пов'язано з найкоротшою тривалістю вимірювань на ЕСП (74 %, стовпчик 4 у табл. 2) і РОТ (80 %), а також з тим, що потепління в регіоні впродовж базового періоду відбувалося нерівномірно, як буде показано далі – з максимальною швидкістю між серединою 1970-х та серединою 1980-х.

Таблиця 2

Кліматологічні характеристики зимового сезону на станціях в районі Антарктичного півострова за період 1972-2001 рр.

Станція	Середня зимова температура, $^{\circ}\text{C}$ ( $1\sigma$ )	Тренд, $^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$ ( $2\sigma$ )	Кількість зимових місяців (%)
1	2	3	4
Оркадас	$-8,89\pm 3,33$	<b><math>1,22\pm 0,91</math></b>	89 (99%)
Беллінгсгаузен	$-6,21\pm 2,69$	<b><math>0,88\pm 0,83</math></b>	90 (100%)
Артуро Прат	$-6,10\pm 2,72$	<b><math>1,12\pm 0,80</math></b>	82 (91%)
О'Хіггінс	$-7,92\pm 2,45$	<b><math>0,92\pm 0,71</math></b>	86 (96%)
Есперанца	$-10,50\pm 3,38$	<b><math>1,64\pm 1,24</math></b>	67 (74%)
Марамбіо	$-14,70\pm 4,02$	$0,94\pm 1,07$	87 (97%)
Фарадей/Вернадський	$-7,46\pm 3,79$	<b><math>1,36\pm 1,20</math></b>	90 (100%)
Ротера	$-10,13\pm 3,24$	$1,65\pm 1,78$	72 (80%)

Оскільки десятиріччя максимального тренду розміщені всередині тридцятирічного періоду 1972-2001 рр., відсутність вимірювань на початку чи в кінці періоду (див. відповідно РОТ на рис. 3 в та ЕСП на рис. 3 а) спричинює зростання нахилу апроксимаційної прямої і відповідного значення тренду порівняно з іншими станціями. За даними табл. 2, середня для восьми станцій швидкість потепління упродовж базового періоду становить  $1,13\pm 0,36^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  Якщо виключити дещо завищені значення трендів для ЕСП і РОТ, на решті шести станціях тренд становитиме в середньому  $1,07\pm 0,37^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  Тому можна вважати, що в 1972-2001 рр. зимове потепління відбувалося достатньо однорідно і з досить високою швидкістю (близько  $1^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$ ) в межах розглянутого району Антарктичного півострова.

Зазначимо, що високі тренди спостерігаються за різних рівнів середніх зимових температур (від  $-6^{\circ}\text{C}$  до  $-15^{\circ}\text{C}$ , стовпчик 2 у табл. 2). Характерно також, що не спостерігається особливої відмінності у трендах на західному та східному узбережжях АП ( $0,9^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  на станціях БЕЛ та МАР відповідно) та на досить рознесених по широті станціях (наприклад, ОРК:  $1,22^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  на широті  $60^{\circ}\text{S}$ , та Ф/В:  $1,36^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  на широті  $65^{\circ}\text{S}$ ). Можна зробити висновок, що крім синхронізації у міжрічних варіаціях температури на станціях у районі Антарктичного півострова (рис. 3 а-в) існують спільні риси і в поведінці температурних трендів. Це було підставою для продовження аналізу цих даних у напрямі пошуку змін у швидкості зимового потепління в регіоні.

### **Варіації десятирічного тренду у 1950-2009 рр.**

Міжрічні зміни усереднених для восьми станцій аномалій температури за 1950-2009 рр. показано на рис. 4 а. Для усередненого ряду даних тренд в районі Антарктичного півострова становить  $0,44^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$ , статистично значущий на рівні  $< 5\%$ . У порівнянні з базовим 30-річним періодом це приблизно вдвічі менше і відповідає середньому підвищенню температури в регіоні на  $2,6^{\circ}\text{C}$  за останні шість десятиріч. Ковзний тренд, обчислений з вікном 10 років, свідчить, що це підвищення відбувалося дуже нерівномірно (рис. 4 б). Наявні не лише значні коливання тренду, а й почергові зміни його знаку.

На кривій тренду можна відзначити три максимуми і два мінімуми (позначено вертикальними стрілками на рис. 4 б), які є статистично значущими (рівень  $5\%$  нанесено пунктирною кривою). Середня періодичність коливань є близькою до 16 років. За абсолютними значеннями додатні значення тренду на рис. 4 б більші, ніж від'ємні, і саме вони роблять основний внесок у тенденцію середнього потепління  $0,44\pm 0,32^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  за останні шістьдесят років. Найвищі значення тренду спостерігалися в другому максимумі тренду (1975-1984 та 1976-1985 рр.), що припадає на базовий період 1972-2001 рр. З цим пов'язане високе значення середнього тридцятирічного тренду  $1,13\pm 0,36^{\circ}\text{C}/10\text{ р.}$  за даними табл. 2.

Фур'є-спектри на рис. 5 демонструють, що максимальна амплітуда як у варіаціях аномалій температури, так і в коливаннях десятирічного ковзного тренду припадає на гармоніку з періодом 16 років (позначено стрілками). Нам відома лише одна публікація, де згадується така

періодичність у змінах температури на Антарктичному півострові. У роботі [13] відзначено існування осциляторного тренду з періодом близько 16 років у зимовій температурі на станції Фарадей.

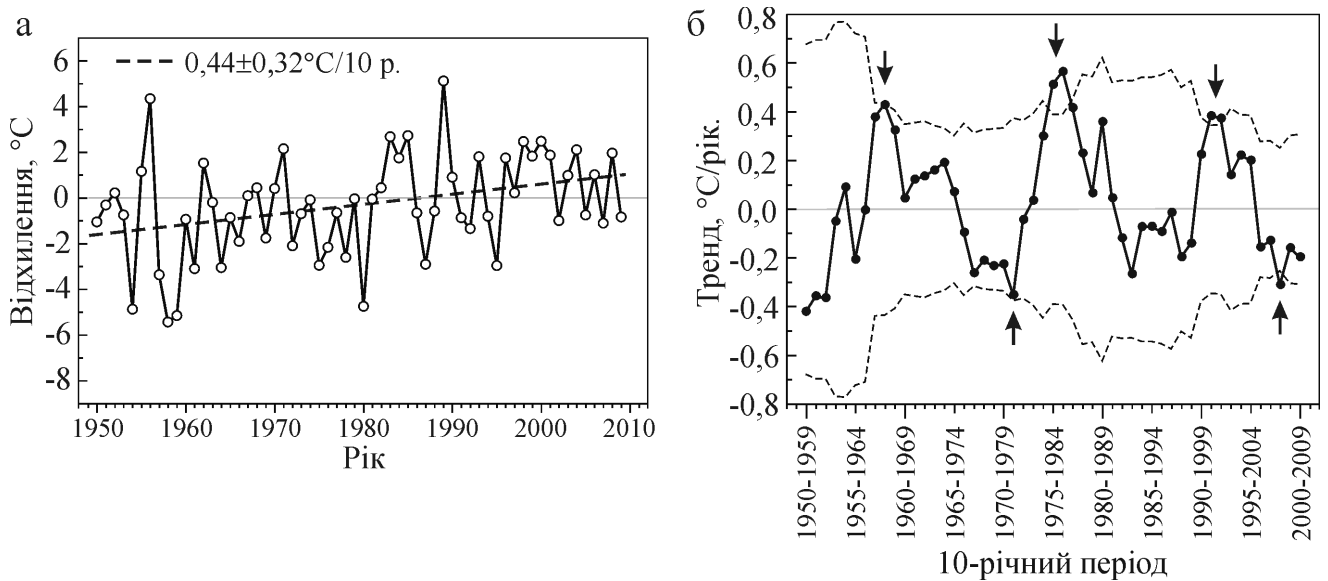


Рис. 4. Усереднений ряд температурних аномалій для 1950-2009 рр. за даними з восьми станцій у районі Антарктичного півострова (а) та ковзний тренд для цього ряду, обчислений з вікном 10 років (б)

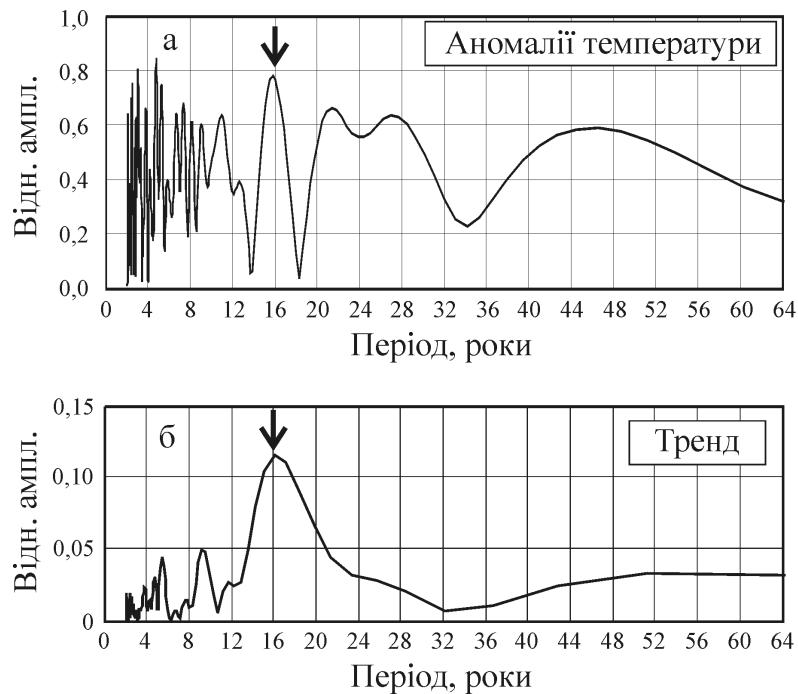


Рис. 5. Залежність амплітуди гармонік від періоду у спектрі варіацій аномалій температури (а) і ковзного тренду (б), криві для яких показано на рис. 4 а і рис. 4 б відповідно



Наші результати свідчать, що ця періодичність властива для розглянутого регіону в цілому. Можна відзначити, що основні кліматичні моди не можуть забезпечити тривалої стійкості таких осциляцій у районі Антарктичного півострова.

Загалом, процеси взаємодії між ланками кліматичної системи часто носять коливальний характер, що видно з їх назв [1]. Південна кільцева мода, Ель-Ніньо, Південне коливання та Тихоокеанічне десятирічне коливання, які тісно пов'язані з кліматом південної півкулі, показують домінування високочастотних (періоди 3-8 років) або низькочастотних коливань з періодами  $> 20$  років [5, 10, 18].

Серед цих мод лише ПКМ географічно є найвпливовішим фактором впливу на клімат у районі Антарктичного півострова. Хоча низькочастотна складова з періодом 16 років присутня у спектрі варіацій зимового індексу ПКМ, з попереднього розгляду видно, що ці варіації не мають стійкого кореляційного зв'язку з коливальним трендом температури в районі Антарктичного півострова.

### **Аналіз результатів**

Наведені результати свідчать, що середнє зростання зимової температури в районі Антарктичного півострова ( $0,44 \pm 0,32^\circ \text{C}/10$  р. за 1950-2009 рр., рис. 4 а) супроводжувалося періодичними потепліннями і похолоданнями. З коливань десятирічного ковзного тренду випливає, що: 1) одержане середнє значення тренду зумовлене більшою швидкістю потеплінь порівняно зі швидкістю похолодань (рис. 4 б) і 2) у спектрі коливань тренду переважає 16-річна періодичність. Зважаючи на систематичний зсув кривої тренду у бік додатних значень, можна припустити, що на зміни зимової температури впливає як монотонно діючий фактор (постійна складова тренду), так і періодичні збурення (змінна складова). Щоб встановити, спільним чи різним є походження періодичності тренду і асиметрії між його додатними і від'ємними екстремумами, необхідні подальші дослідження.

Вище відзначалося, що кліматичні моди, які є суттєвим фактором змін клімату в південній півкулі, за попередніми даними не є вірогідними чинниками виникнення порівняно стійкої періодичності у змінах зимової температури в регіоні. Серед механізмів, здатних впливати на клімат Антарктичного півострова, розглядають взаємопов'язані процеси в атмосфері, океані та стані морського льоду [4, 16-18].

Станції в районі півострова розміщено поблизу межі морського льоду. І зміни в концентрації льоду та його межі у зимовий сезон спричиняють помітний вплив на температуру повітря [8, 16]. У роботі [9] з використанням супутникових даних показано, що існує висока просторова когерентність у варіаціях температури не лише вздовж західного узбережжя Антарктичного півострова (коефіцієнт кореляції  $> 0,75$ ), а й на північ до протоки Дрейка та на схід до морів Ведделла і Скотія ( $> 0,5$ ). Це загалом узгоджується з даними про зміни атмосферної циркуляції, розподілу морського льоду та зимової температури в районі Антарктичного півострова.

Зокрема було показано, що великомасштабні баричні утворення у південній півкулі впродовж 1960-2000 рр. змістилися на схід [2]. Виступ субтропічної області високого тиску, який знаходився навпроти моря Беллінгсгаузена у 1960-і роки, змістився на схід у 1990-і на довготу моря Ведделла. Унаслідок цього, згідно з висновками [2], зросла інтенсивність циклонічних процесів на захід від півострова, зменшилося надходження холодних повітряних мас з континенту, і це створило сприятливий фон для зимового потепління в районі півострова. Схожі співвідношення спостерігалися в міжрічних змінах зимової температури на півострові: підвищена циклонічна активність на захід від півострова зумовлювала настання тепліших зим [11]. При цьому зміни температури корелювали зі змінами широтної межі морського льоду поблизу Антарктичного півострова.

Оскільки довготні зсуви стійких баричних утворень в окремі десятиліття змінюють напрям на протилежний [2], варто проаналізувати зв'язок цих процесів із низькочастотними коливаннями температурного тренду та його знаку на станціях в районі Антарктичного півострова. Зауважимо, що низькочастотні збурення властиві і для океанічної циркуляції. У приповерхневій зимовій температурі океану в північній Атлантиці виявлено аномалії, які розповсюджуються з періодами 16-18 років, і механізм їх виникнення пов'язують саме з циркуляцією в океані, а не з нестійкостями взаємодії "океан-атмосфера" [14]. Як відзначено в роботі [6], збурення циркуляції в Південному океані також можуть відбуватися в області низьких частот.

### **Висновки**

У роботі проаналізовано зміни зимової температури у районі Антарктичного півострова у 1950-2009 рр. Із застосуванням методики

ковзного десятирічного тренду розглянуто усереднений для восьми станцій часовий ряд аномалій температури. Виявлено періодичну повторюваність статистично значущих максимумів і мінімумів ковзного тренду. У Фур'є-спектрі тренду переважає 16-річна періодичність. Крива ковзного тренду зсунута в бік додатних значень, що й визначає середню швидкість зимового потепління в районі Антарктичного півострова за 60 років ( $0,44 \pm 0,32^\circ \text{C}/10 \text{ p.}$ ). Встановлення ланок, які у процесах взаємодії “атмосфера – океан – морський лід” можуть бути відповідальними за постійну і змінну складові зимового потепління в районі Антарктичного півострова, є завданням подальших досліджень.

\* \*

1. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьнік С.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. – К.: КНТ, 2005. – 252 с.
2. Мартазінова В.Ф., Тимофеев В.Е., Иванова Е.К. Роль изменения тропосферной циркуляции западного сектора Антарктики в формировании климатических условий Антарктического полуострова // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2009. – Вип. 258. – С. 29-42.
3. Тимофеев В.Е. Динамика современного потепления в районе Антарктического полуострова // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 112-120.
4. Convey P., Bindshadler R., Di Prisco G., et al., and the ACCE Consortium. Antarctic climate change and the environment // Antarctic Science. – 2009. – Vol. 21, № 6. – P. 541-563.
5. Fogt R.L., Perlwitz J., Monaghan A.J. et al. Historical SAM variability. Part II: Twentieth-century variability and trends from reconstructions, observations, and the IPCC AR4 Models // Journal of Climate, 2009. Vol. 22, № 20. – P. 5346-5365.
6. Hogg A.M., Blundell J.R. Interdecadal variability of the Southern Ocean // Journal of Physical Oceanography. – 2006. – Vol. 36, № 8. – P. 1626-1645.
7. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon S., Qin D., Manning M. et al.]. – Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 2007. – 996 p.
8. King J.C. Recent climate variability in the vicinity of the Antarctic Peninsula // International Journal of Climatology. – 1994. – Vol. 14, № 4. – P. 357-369.

9. *King J.C., Comiso J.C.* The spatial coherence of interannual temperature variations in the Antarctic Peninsula // *Geophysical Research Letters*. – 2003. – Vol. 30. – 10.1029/2002GL015580.
10. *Mantua N.J., Hare S.R.* The Pacific Decadal Oscillation // *Journal of Oceanography*. – 2002. – Vol. 58, № 1. – P. 35-44.
11. *Marshall G.J., King J.C.* Southern Hemisphere circulation anomalies associated with extreme Antarctic Peninsula winter temperatures // *Geophysical Research Letters*. – 1998. – Vol. 25, № 13. – P. 2437-2440.
12. *Roscoe H.K., Marshall G.J., King J.C.* Low potential for stratospheric dynamical change to be implicated in the large winter warming in the central Antarctic Peninsula // *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. – 2006. – Vol. 132, № 616. – P. 803-820.
13. *Sansom J.* Antarctic surface temperature time series // *Journal of Climate*. – 1989. – Vol. 2, № 10. – P. 1164-1172.
14. *Selten F.M., Haarsma R.J., Opsteegh J.D.* On the mechanism of North Atlantic decadal variability // *Journal of Climate*. – 1999. – Vol. 12, № 7. – P. 1956-1973.
15. *Turner J., Colwell S.R., Marshall G.J. et al.* The SCAR READER Project: Toward a high-quality database of mean Antarctic meteorological observations // *Journal of Climate*. – 2004. – Vol. 17, № 14. – P. 2890-2898.
16. *Turner J., Colwell S.R., Marshall G.J. et al.* Antarctic climate change during the last 50 years // *International Journal of Climatology*. – 2005. – Vol. 25, № 3. – P. 279-294.
17. *Turner J., Overland J.* Contrasting climate change in the two polar regions // *Polar Research*. – 2009. – Vol. 28, № 2. – P. 146-164.
18. *Vaughan D.G., Marshall G.J., Connolley W.M. et al.* Recent rapid regional climate warming on the Antarctic Peninsula // *Climatic Change*. – 2003. – Vol. 60, № 3. – P. 243-274.
19. *White W.B., Gloersen P., Simmonds I.* Tropospheric response in the Antarctic circumpolar wave along the sea ice edge around Antarctica // *Journal of Climate*. – 2004. – Vol. 17, № 14. – P. 2765-2779.

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

**В.А. Кравченко, А.М. Евтушевский, Г.П. Милиневский**

**Периодические изменения скорости зимнего потепления в районе Антарктического полуострова**

*По данным проекта READER в работе рассмотрены вариации аномалий зимней температуры в районе Антарктического полуострова. Используются данные для восьми антарктических научных станций за 1950-2009 гг. Оценки для усредненного временного ряда аномалий температуры, выполненные с применением методики скользящего тренда с окном 10 лет, выявили статистически значимые экстремумы в скорости зимнего потепления, которые наблюдаются с поочередным изменением знака. Спектр колебаний температурного тренда указывает на преобладание периодической составляющей с периодом около 16 лет. Такая периодичность в региональных изменениях климата в Западной Антарктике ранее не исследовалась.*

**Ключевые слова:** Антарктический полуостров, температура воздуха, зимний сезон, десятилетний тренд, периодичность, потепление.

**V.O. Kravchenko, O.M. Evtushevsky, G.P. Milinevsky**

**Periodic variations of the winter warming rate in the Antarctic peninsula region**

*The variations of the winter temperature anomalies in the Antarctic Peninsula region based on the READER project data are considered. Data from the eight Antarctic research stations over 1950-2009 are used. Estimations for averaged time series of the temperature anomalies obtained with running decadal trend revealed the statistically significant extremes in the warming rate, which are observed with the alternate change of the sign. The spectrum of the temperature trend oscillations shows dominance of the periodic component with about 16-year period. This periodicity in the West Antarctic regional climate changes has not been studied before.*

**Keywords:** Antarctic Peninsula, air temperature, winter season, decadal trend, periodicity, warming.