

УДК 551.525.4:551.583 (477.7)

ОЦІНКА ВЕСНЯНИХ РЕГІОНАЛЬНИХ ВІДГУКІВ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я НА ЗМІНУ ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ

О. М. Прокоф'єв^{1,2}, Л. Д. Гончарова¹,

¹ Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
вул. Всеволода Змієнка, 2, 65000, Одеса, Україна,

² Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України
leggg0707@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5669-0181>;
goncharova.luda.50@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6340-2424>

У статті, на прикладі станцій Одеської області, пропонується статистичний підхід до визначення регіональних відгуків в температурному режимі Північно-Західного Причорномор'я у зв'язку з глобальною зміною клімату. На першому етапі аналізуються основні кількісні показники середньої місячної температури повітря для 10 станцій Одеської області за 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. Визначено, що від першого до другого тридцятиріччя весни в регіоні стали в середньому теплішими на 1,1°C. На наступних етапах на прикладі ст. Одеса проведено дослідження багаторічних змін показників середньодобової температури повітря, яка більш детально відбиває особливості часового розподілу температури повітря, ніж середня місячна. Використовуючи базу емпіричних даних за 1909 весняних днів періоду 2001-2023 рр., проаналізована динаміка міждодової мінливості температури повітря та визначено число днів зі середньодобовою температурою повітря у різних градаціях. Порівнюючи два періоди ХХІ століття (І – 2001-2010 рр. та ІІ – 2013-2023 рр.) визначено, що у березні від першого до другого періоду різко зростає кількість днів із середньою добовою температурою повітря в межах від 5,1 до 15,0°C: зі 43,2% до 62,1% днів; з температурою вище 15,0°C не зафіксовано ні одного випадку у перше десятиліття ХХІ століття, на відміну від періоду 2013-2023 рр.; зменшилась на 2,3% кількість днів із температурою повітря нуль градусів і нижче. У квітні в період 2001-2023 рр. переважала температура повітря в межах від 5,1 до 15,0°C і складала 88,7%. В останній місяць весни від першого до другого періоду на 1,4% зросла кількість днів із середньою добовою температурою в межах від 10,1°C до 20,0°C: від 84,8% до 86,2%, але зменшився на 0,3% показник в межах 20,1-25,0°C. У квітні та травні останніх десятиріч не зафіксовано випадків з температурою повітря нуль градусів і нижче. Проаналізована повторюваність середньої добової температури повітря в певних межах, тобто визначено середнє значення абсолютної частоти. Аналіз середньої кількості днів із середньодобовою температурою повітря на ст. Одеса за 4 багаторічні періоди (1895-1975, 1961-1990, 2001-2010, 2013-2023 рр.) дозволив визначити динаміку вказаного показника більш ніж за 100-річний період. З'ясовано, що в районі дослідження на початку ХХІ століття зросла повторюваність середньої добової температури повітря в більш високих температурних межах, що вказує на тепліші весни, порівняно з ХХ століттям.

Запропонований статистичний підхід (на прикладі конкретної станції) є певним внеском у вивчення як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження термічного режиму окремих територій з використанням емпіричних даних. Отримані результати можуть бути враховані для перспективного планування та адаптації різних галузей економіки в умовах глобальних кліматичних змін.

Ключові слова: клімат, показники термічного режиму, календарний сезон, багаторічні характеристики, температура мінливість.

1. ВСТУП

Проблема зміни клімату – найбільш актуальна проблема сучасності. Вона стосується як метеорологів, кліматологів, так і вчених інших напрямів, тому що має не тільки науковий та

практичний інтерес, але й соціально-економічний. З огляду на те, що в даний час проблема зміни клімату знаходиться на вищому рівні глобальних викликів ХХІ століття і пріоритетів міжнародної політики, в багатьох країнах світу вона розглядається як одна з ключо-

вих складових національної безпеки в довгостроковій перспективі [1-4].

У зв'язку з цим, концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року [5] спрямована на розробку національної кліматичної програми та запобігання зниження ризиків, пов'язаних з ними. Складність і неоднозначність зв'язків у кліматичній системі, постійна еволюція її компонентів з різною інерційністю, є причиною багатьох кліматичних трансформацій. Перш за все, досить швидко відбуваються зміни температури повітря, яка є однією з ключових характеристик кліматичної системи, оскільки всі природні процеси безпосередньо залежать від температурного режиму. Дані про коливання температур, особливо їх екстремуми, мають значний інтерес для різних сфер економіки та впливають на життєдіяльність людей.

Як відомо, кліматичний режим кожного регіону формується як синтез особливостей температури, вологості, опадів, вітру, які базуються на закономірностях розподілу радіаційного, теплового та водного балансів і впливу атмосферної циркуляції. Взаємодія цих чинників, їх інтенсивність і особливості впливу характеризуються певною територіальною індивідуальністю. На думку вітчизняних науковців [6-15] внаслідок глобального потепління клімат на території України стане різко змінюватися і тому кожне нове дослідження в цьому напрямі дасть можливість проаналізувати кліматозумовлені природні ресурси, щоб забезпечити сталий соціально-економічний розвиток нашої країни, особливо південних її областей. Температура повітря визначає стан багатьох природних ресурсів, які є складовою частиною економічних ресурсів [6-8, 12]. Дослідження змін та коливань температурного режиму в цілому, а також окремих його характеристик, в цілях врахування в сферах господарської діяльності, і розробка досконалих методів його прогнозування для різних територій України з великою завчасністю мають у теперішній час велике значення.

Результати, викладені у науковій статті, підготовлено за тематикою науково-дослідних робіт кафедр факультету Гідрометеорології і екології Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова: «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (№ ДР 00115U006532); «Комплексний метод ймовірносно-прогностичного моделювання екстремальних гідрологічних явищ на річках Півдня України для забезпечен-

ня сталого водокористування в умовах кліматичних змін» (№ДР 0121U010964); «Районування території України за ступенем вразливості до зміни клімату та вибір оптимальних шляхів адаптації» (№ДР 0125U001204).

2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, визивають занепокоєння наукової спільноти. Дослідження українських вчених вказують на перебудову кліматичних складових, які відбувались протягом XX і продовжуються у XXI столітті [14-21]. Динаміку температурно-вологісного режиму та оцінку його майбутніх змін і коливань за різними кліматичними сценаріями для України представлено в роботах [7, 8, 12, 13]. Результати цих досліджень вказують на суттєві регіональні зміни не тільки в часовому, а й у його просторовому розподілі. Формування кліматичних полів відбувається у тісному зв'язку з процесами циркуляції повітряних мас [12,18-23]. Автори [22, 23] підкреслюють, що у глобальному масштабі відмічається послаблення зональної циркуляції та зростання меридіональної південної складової в усі сезони року. Циркуляційним аспектам просторово-часового розподілу термічного режиму для Східно-Європейського регіону в основні та перехідні сезони року присвячена робота [22], в якій представлені результати статистичного дослідження взаємозв'язків у кліматичній системі Атлантико-Європейського регіону.

Як відомо, кліматичні фактори мають вирішальне значення, зокрема, й у формуванні гідро-екологічного стану водних ресурсів. Взагалі, потепління інтенсифікувало глобальний гідрологічний цикл, збільшивши глобально-осереднені опади, випаровування та стік. Більше того, наслідками глобального потепління є не тільки зміни середніх величин, а й загальне збільшення екстремальних проявів. Протягом останніх тридцяти років в Україні мали місце екстремальні прояви, пов'язані, насамперед, з режимом опадів. Наприклад, у деяких областях істотно збільшилася кількість аномально посушливих років, зим та літ, а зміна у температурному режимі відбулася тільки у підвищеній кількості аномально спекотних літ. Такі зміни призвели до того, що, наприклад, протягом 1998-2007 років майже кожного року в окремих областях України спостерігалися посухи [24]. У зв'язку з очікуваним підвищенням температури повітря у Північній півкулі продовольча безпека України (і особливо її південних областей) буде залежати від того,

наскільки ефективно адаптується сільське господарство до змін клімату [7, 12].

Враховуючи результати досліджень багатьох науковців [9-11, 14, 15, 18-20, 24, 25], які вказують на особливо суттєві зміни клімату за останні десятиріччя у помірних широтах Північної півкулі, автори [22] дослідили сучасну динаміку температурного режиму Східно-Європейського регіону в секторі 40-60° півн. ш. та 20-44° сх. д. На базі реаналізу даних «ERA-INTERIM» за період 1979-2013 рр. проаналізовані середньомісячні значення приземної температури повітря та атмосферного тиску в 144-х вузлах регулярної сітки точок 2°×2°. Аналіз динаміки температурного режиму в перехідні сезони року вказує на зростання температури повітря біля поверхні землі в досліджуваному регіоні [22].

Південь України за кліматичними характеристиками, особливостями атмосферної циркуляції, впливом Чорного та Азовського морів виділяють в окрему область, яка потребує дослідження її кліматозумовлених природних ресурсів. Для території Одеської області дослідженню просторово-часової динаміки багаторічних показників температурно-вологісного режиму присвячено ряд робіт [14-17, 25]. Автори на основі співставлення кліматичних характеристик, що розраховані за різні періоди осереднення, отримали результати, що вказують на варіації регіонального масштабу, які особливо відчутні на сучасному етапі зміни глобального клімату.

Таким чином, як свідчать результати наведених публікацій, вкрай важливим є дослідження кількісних показників природних факторів, які впливають на формування клімату, що дозволить передбачити їх майбутні зміни, а це в свою чергу допоможе своєчасно оцінити метеорологічні й екологічні ризики в вирішенні соціальних проблем, щоб забезпечити сталий розвиток нашої країни і особливо Північно-Західного Причорномор'я.

Дана стаття має на меті, на прикладі станцій Одеської області, представити результати статистичного підходу до визначення регіональних відгуків в основних показниках температурного режиму Північно-Західного Причорномор'я на ті зміни, що відбулися в кліматичній системі в період другого глобального потепління, яке розпочалося з 70-х років минулого століття і продовжується по теперішній час.

3. ОПИС ОБ'ЄКТА І МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У кліматичних дослідженнях температурний режим визначеної території (пункту) описується

рядом показників, які представляються і аналізуються за певні відрізки часу. Автори монографій [14, 15] підкреслюють, що для представлення річного ходу кліматичних показників можна використовувати різні способи, починаючи з поняття «сезон», який вперше був застосований у 1910 році. У теперішній час під кліматичним сезоном розуміється суттєва частина року (кілька місяців), що характеризується спільністю кліматичних умов. Тому цілком правомірно авторам даної статті представити результати, розбиті року на так звані календарні сезони, оскільки єдиний часовий параметр (три місяці) дає гарний фон для порівняння показників у різні сезони і в середині сезону. Оскільки інколи цього недостатньо, до числа кліматичних показників додається їх ритмічність у середині певного інтервалу.

Предмет дослідження – ряди середньої місячної температури повітря весняного сезону для 10 станцій Одеської області, взятих з кліматичних Кадастрів України за стандартні періоди 1961-1990 [26] та 1991-2020 [27] роки. Також в дослідженні задіяна база емпіричних даних середньодобової температури повітря за 1909 весняних днів періоду 2001-2023 рр. [27]. Число днів зі середньодобовою температурою повітря у різних градаціях за період 1895-1975 взято із монографії [28]. *Основним завданням* є визначення регіональних температурних змін в районі Північно-Західного Причорномор'я впродовж більш ніж 100-річного періоду та визначення тенденцій в температурних показниках сучасного періоду (2001-2023 рр.), порівняно з кліматичною нормою 1961-1990 рр. Відповідно до поставленої мети, в науковому дослідженні реалізовані стандартні статистичні методи оцінювання емпіричних даних [29] з подальшим їх просторово-часовим узагальненням по досліджуваній території. Для представлення результатів застосовані табличний та графічний аналізи.

4. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Період дослідження термічного режиму весняного сезону Північно-Західного Причорномор'я, результати якого наводяться в даній статті, припадає на вторинне глобальне потепління, протягом якого відбувається інтенсивне глобальне підвищення температури. Представлення отриманих статистичних оцінок параметрів відбувається в чотири етапи, в кожному з яких наводяться та аналізуються показники як середньомісячної, так і середньодобової температури повітря.

Однією із основних характеристик термічно-

го режиму є середня місячна температура повітря, просторово-часовий розподіл якої залежить від радіаційних умов, сезонних коливань циркуляції атмосфери та фізико-географічних особливостей регіону. Просторово-часовий розподіл різних показників термічного режиму проаналізовано по середнім місячним температурам та визначені аномальні відхилення впродовж певного часового інтервалу [12, 30]. Тому результатом *першого етапу дослідження* є аналіз бага-

торічних показників місячної температури повітря на станціях Північно-Західного Причорномор'я за період 1961-2020 рр. (табл. 1). У наведеній таблиці найвищі з них представлені жирним шрифтом, а найнижчі – жирним курсивом; додатні тенденції, які визначалися порівняннями двох стандартних тридцятиріч, подаються зі знаком «+» (Δt , °C).

Таблиця 1 – Середня місячна температура повітря (t , °C) весняного сезону на станціях Одеської області за два стандартні кліматичні періоди (I – 1961-1990 рр.; II – 1991-2020 рр.)

Table 1 – Mean monthly air temperature (t , °C) of the spring season at stations in Odesa region for two standard climate periods (I – 1961-1990; II – 1991-2020)

№	Станція	Березень			Квітень			Травень		
		I	II	Δt	I	II	Δt	I	II	Δt
1	Любашівка	1,1	3,0	1,9	9,1	10,1	1,0	15,2	15,9	0,7
2	Затишшя	1,6	3,5	1,9	9,4	10,3	0,9	15,6	16,2	0,6
3	Сербка	2,2	3,9	1,7	9,6	10,4	0,8	15,8	16,4	0,6
4	Роздільна	2,2	3,9	1,7	9,6	10,5	0,9	15,7	16,5	0,8
5	Одеса	2,6	4,3	1,7	9,0	10,0	1,0	15,1	16,2	1,1
6	Білгород-Дністровський	3,0	4,8	1,8	9,9	10,9	1,0	16,3	17,3	1,0
7	Сарата	3,3	4,7	1,4	9,9	10,5	0,6	15,9	16,4	0,5
8	Болград	3,7	5,2	1,5	10,4	11,1	0,7	16,3	16,9	0,6
9	Вилкове	4,1	5,7	1,6	10,5	11,4	0,9	16,4	17,4	1,0
10	Ізмаїл	4,0	5,5	1,5	10,5	11,2	0,7	16,2	16,9	0,7
Середня по області		2,8	4,5	1,7	9,8	10,7	0,9	15,8	16,6	0,8

Як випливає з табл. 1, у березні, квітні та травні найвища середня температури повітря протягом 60 років зафіксована на ст. Вилкове, а найнижча: у березні – це ст. Любашівка, у квітні – ст. Одеса. Травневий мінімум температури повітря різниться за локацією і кліматичним періодом. У перше тридцятиріччя він зафіксований на ст. Одеса (15,1°C), а в друге – на ст. Любашівка (15,9°C). На всіх станціях області від першого до другого часового періоду весняні температури зростають. І з трьох місяців найбільші підвищення температури повітря зафіксовані у березні: в межах від 1,4°C (ст. Сарата) до 1,9°C (ст. Любашівка та Затишшя). Крім того, у перший місяць весни середня місячна температура на всіх станціях вже додатна. Спостерігається її суттєве зростання у південному напрямку, на відміну від температурного поля квітня та травня, для яких воно стає більш однорідним для всього регіону. У квітні від першого до другого тридцятиріччя темпи підвищення температури повітря уповільнюються і вони є найнижчими з усіх весняних місяців (0,6-1,0°C). Середня температура повітря цього місяця у період

1961-1990 рр. змінювалася по області від 9,0°C (ст. Одеса) до 10,5°C (ст. Вилкове та Ізмаїл); у 1991-2020 рр. цей показник був мінімальним на ст. Одеса (10,0°C), а максимальним – на ст. Вилкове (11,4°C). У травні, як видно з табл. 1, середня місячна температура першого періоду коливалася в межах від 15,1°C (ст. Одеса) до 16,4°C (ст. Вилкове). У друге тридцятиріччя багаторічний мінімальний показник зафіксовано на ст. Любашівка (15,9°C), а максимальний – на ст. Вилкове (17,4°C). Середня по області температура повітря періоду 1961-1990 рр. у березні складала 2,8°C, у квітні – 9,8°C та у травні – 15,8°C; у період 1991-2020 рр. відповідно за місяцями – 4,5°C, 10,7°C та 16,6°C (табл. 1).

Таким чином, для території Одеської області від першого до другого тридцятиріччя весни стали в середньому теплішими на 1,1°C.

Як показують дані метеорологічних спостережень, в останні десятиріччя ХХ та на початку ХХІ століть на території України стали частішими значні перепади середньої добової температури повітря, неодноразові появи яких протягом місяця практично завжди супроводжується небезпечними та стихійними метеорологічними яви-

щами, що вимагає від наукової спільноти їх вивчення та прогнозування. Тому, для визначення кліматичних відгуків в районі Північно-Західного Причорномор'я **на наступному етапі** проведено саме дослідження *багаторічних змін середньодобової температури повітря*, яка більш детально відбиває особливості часового розподілу температури повітря, ніж середня місячна.

Таблиця 2 – Багаторічні значення середньодобової температури повітря на ст. Одеса за два періоди (I– 2001-2010 рр.; II– 2013-2023 рр.)

Table 2 – Long-term values of mean daily air temperature at Odesa station for two periods (I – 2001–2010; II – 2013–2023)

Місяць	Середня добова температура, °С				Середня місячна, °С	
	мінімальна		максимальна			
	I	II	I	II	I	II
<i>Березень</i>	-1,0	-0,3	11,4	10,7	4,5	5,5
<i>Квітень</i>	4,5	4,7	15,2	15,6	10,0	10,3
<i>Травень</i>	10,8	11,6	21,8	21,9	16,3	16,6

Як випливає з табл. 2, діапазон значень середньодобової температури повітря має широкі межі, але від першого (2001-2010 рр.) до другого (2013-2023 рр.) періодів ХХІ століття температурний фон згладжується тільки у перший та останній місяці весняного сезону, тобто зменшується різниця між найменшими і найбільшими її багаторічними значеннями.

У *березні* різниця складає 1,4°C: з 12,4°C (I період) до 11,0°C (II період); у *травні* – 0,7°C: з 11,0°C до 10,3°C та у *квітні* показник залишається майже без змін протягом 2001-2023 рр. (10,7°C та 10,9°C). Але протягом сезону спостерігаємо великі різниці наведених значень із середньою місячною температурою повітря.

На **третьому етапі дослідження**, використовуючи емпіричні ряди спостережень на ст. Одеса визначено число днів зі середньодобовою температурою повітря у різних градаціях.

У табл. 3 наводиться загальна кількість днів двох періодів зі середньодобовою температурою повітря в різних градаціях. Для визначення динаміки середнього числа днів зі середньодобовою температурою повітря у визначених межах впродовж ХХ-го початку ХХІ століть у табл. 4 представлено цей показник за чотири періоди: два з них вказані вище, до яких додаються: 1895-1975 рр. та стандартний кліматичний період 1961-1990 рр. У табл. 3 та 4 максимальні значення визначені жирним шрифтом.

Порівнюючи два періоди ХХІ століття (табл. 3) слід констатувати, що у *березні* періоду 2013-2023 рр. зафіксовано один день зі серед-

На прикладі ст. Одеса, досліджена динаміка в показниках середньодобової температури повітря за березень, квітень та травень у період 2001-2023 роки. За три весняних місяця проаналізовано 920 днів періоду 2001-2010 рр. та 989 днів періоду 2013-2023 років; розраховані багаторічні її значення та визначені найбільші та найменші з них, які наводяться в табл. 2.

ньодобовою температурою в межах від -14,9 до -10,0°C, хоча у період 2001-2010 рр. таких випадків не налічувалось. Кількість днів із середньою добовою температурою повітря в межах від -9,9 до -5,0°C протягом 2001-2023 рр. залишається незмінною – 2 дні. Але різко (на 18,9%) зростає (від першого до другого періоду) кількість днів із середньою добовою температурою повітря в межах від 5,1 до 15,0°C: зі 43,2 до 62,1% (зі 134 до 203 днів); з температурою вище 15,0°C не зафіксовано ні одного випадку у перше десятиліття ХХІ століття, на відміну від періоду 2013-2023 рр. У перший весняний місяць зменшилась на 2,3% (з 10,3 до 8,0%) кількість днів із температурою повітря нуль градусів і нижче (від загальної кількості днів, що налічувались у березні).

У *квітні* на початку ХХІ століття переважала температура повітря в межах від 5,1 до 15,0°C і складала 88,7%: 557 днів від 628 їх загальної кількості у цих межах за 2001-2023 рр.

В *останній місяць весни* від першого (2001-2010 рр.) до другого (2013-2023 рр.) періоду на 1,4% зросла кількість днів із середньою добовою температурою в межах від 10,1°C до 20,0°C: I період – 263 дні з 310 (84,8%), II період – 288 днів з 334 (86,2%), але зменшився на 0,3% показник з температурою в межах 20,1-25,0°C. У квітні та травні останніх десятиріч не зафіксовано випадків з температурою повітря нуль градусів і нижче за Цельсієм.

В табл. 4 наводиться інформація, яка дає змогу визначити повторюваність середньої добової температури повітря в певних межах, оскільки є

середнім значенням абсолютної частоти.

Таблиця 3 – Загальна кількість днів із середньодобовою температурою повітря у різних градаціях на ст. Одеса за два періоди (I – 2001-2010 рр.; II – 2013-2023 рр.)

Table 3 – Total number of days with mean daily air temperature in different gradations at Odesa station for two periods (I – 2001–2010; II – 2013–2023)

<i>i</i>	Температура, °C		Березень		Квітень		Травень	
			310	327	300	328	310	334
	від	до	I	II	I	II	I	II
1	-14,9	-10,0	-	1				
2	-9,9	-5,0	2	2				
3	-4,9	0,0	30	23				
4	0,1	5,0	142	98	21	11		
5	5,1	10,0	123	174	127	143	3	2
6	10,1	15,0	11	29	139	148	108	113
7	15,1	20,0	-	2	13	26	155	175
8	20,1	25,0					42	44
9	25,1	30,0					2	-
0°C і нижче			32	26	-	-	-	-
Вище 0°C			278	301	300	328	310	334
Показник у відсотках								
0°C і нижче			10,3	8,0				
Вище 0°C			89,7	92,0	100	100	100	100

Таблиця 4 – Середня кількість днів із середньодобовою температурою повітря у різних градаціях за чотири періоди (I – 1895-1975 рр.; II – 1961-1990 рр.; III – 2001-2010 рр.; IV – 2013-2023 рр.)

Table 4 – Average number of days with mean daily air temperature in different gradations for four periods (I – 1895–1975; II – 1961–1990; III – 2001–2010; IV – 2013–2023)

<i>i</i>	Температура, °C		Місяць											
			березень				квітень				травень			
	від	до	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	-24,9	-20,0												
2	-19,9	-15,0												
3	-14,9	-10,0	0,1	0,1		0,09								
4	-9,9	-5,0	1,2	1,3	0,2	0,2								
5	-4,9	0,0	7,0	6,2	3,0	2,1	0,1	0,1						
6	0,1	5,0	15,9	14,9	14,2	8,9	4,7	2,7	2,1	1,0	0,02			
7	5,1	10,0	6,3	7,4	12,3	15,8	16,2	16,0	12,7	13,0	1,7	2,1	0,3	0,2
8	10,1	15,0	0,5	1,1	1,1	2,6	8,0	10,1	13,9	13,5	13,2	14,5	10,8	10,3
9	15,1	20,0	0,02		0,2		1,0	1,1	1,3	2,4	13,5	12,5	15,5	15,9
10	20,1	25,0									2,6	1,9	4,2	4,0
11	25,1	30,0									0,03		0,2	
12	30,1	35,0												

У березні в період 2001-2010 рр. температура в межах від -14,9 до -10,0°C не зафіксована, хоча в інші періоди таке значення у першому весняному місяці спостерігалось у середньому один раз за 10 років. Добова температура в межах від -9,9 до -5,0°C у період 1895-1975 рр. фіксувалася щорічно, а на початку ХХІ століття спостерігалась лише 5 разів за 10 років або 1 раз за 2 роки. У березні добова температура повітря в межах 0,1-5,0°C є переважаючою у попередні три пері-

оди (14-16 днів) і тільки у період 2013-2023 рр. найбільша кількість днів припадає на більш високі температурні значення (5,1-10,0°C) і спостерігається на ст. Одеса вже майже 16 днів щорічно. Крім того, у період 2013-2023 рр. березневу добову температуру в межах 15,1-20,0°C не зафіксовано, на відміну від попереднього десятиріччя, в якому така подія зафіксована один раз за 5 років. Порівняно з кліматичною нормою, у перший весняний місяць кількість днів з добо-

вою температурою в градації 5,1-10,0°C зросла більше, ніж у два рази – з 7,4 (1961-1990 рр.) до 15,8 днів (2013-2023 рр.).

У квітні на початку XXI століття добова температура повітря в межах 0,0°C і нижче не спостерігалася, хоча з кінця XIX століття по 70-ті роки XX-го ця подія фіксувалася 1 раз кожні 10 років. У цей же період найбільшою була кількість днів із середньою добовою температурою повітря 10,1-15,0°C (13-14 днів). Для двох попередніх періодів (1895-1975 рр. та 1961-1990 рр.) переважала температура в межах 5,1-10,0°C – у середньому 16 днів.

Травень на ст. Одеса в усі часові періоди, що розглядалися, характеризувався середньою добовою температурою повітря від 10,1 до 20,0°C (26-27 днів). На початку XXI століття суттєво зросла кількість днів із середньою добовою температурою повітря в градації 20,1-25,0°C (4,0-4,2 дні), порівняно з кліматичною нормою (1,9 днів). Температура в межах 25,1-30,0°C у період 1895-1975 рр. спостерігалась три рази за 100 років; у період 2001-2010 рр. вже один раз за 5 років; у II та IV періодах температура в цих межах не зафіксована.

Таким чином, аналіз числа днів із середньодобовою температурою повітря за місяці весняного календарного сезону дозволяє стверджувати, що на початку XXI століття на ст. Одеса зросла по-

вторюваність показника в більш високих температурних межах, що вказує на тепліші весни, порівняно з XX століттям.

Як зазначено у фундаментальній монографії [12]: «Важливим показником термічного режиму визначеної території (пункту) є міждобова мінливість температури повітря. Вона відображає коливання температури повітря, спричинені адвекцією тепла або холоду». Тому на **завершальному етапі дослідження** на прикладі ст. Одеса для Північно-Західного Причорномор'я проаналізовано цей показник за кожний місяць весняного сезону. Для цього за три календарних місяця статистично опрацьовано 1909 днів середньодобової температури повітря за два багаторічні часові інтервали XXI століття: 920 днів періоду 2001-2010 рр. та 989 днів періоду 2013-2023 років. Використовуючи дані про середню добову температуру повітря на ст. Одеса за два періоди XXI століття – 2001-2010 рр. та 2013-2023 рр., розраховані багаторічні середні добові температури повітря для кожного дня конкретного місяця весняного сезону. За отриманими значеннями побудовані графіки, на яких зображено динаміку міждобової мінливості температури повітря для березня, квітня, травня та позначені кліматичні норми (1961-1990 рр.) середніх місячних температур повітря (рис. 1-3).

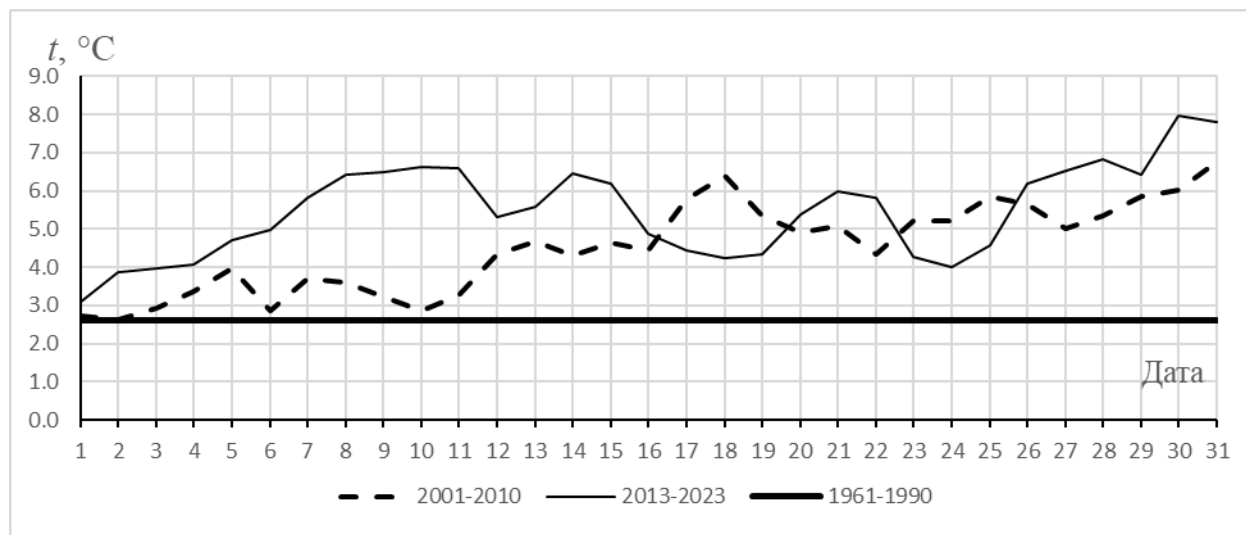


Рис. 1 – Міждобова мінливість температура повітря (ст. Одеса, березень)

Fig. 1 – Inter-diurnal variability of air temperature (Odesa station, Marth)

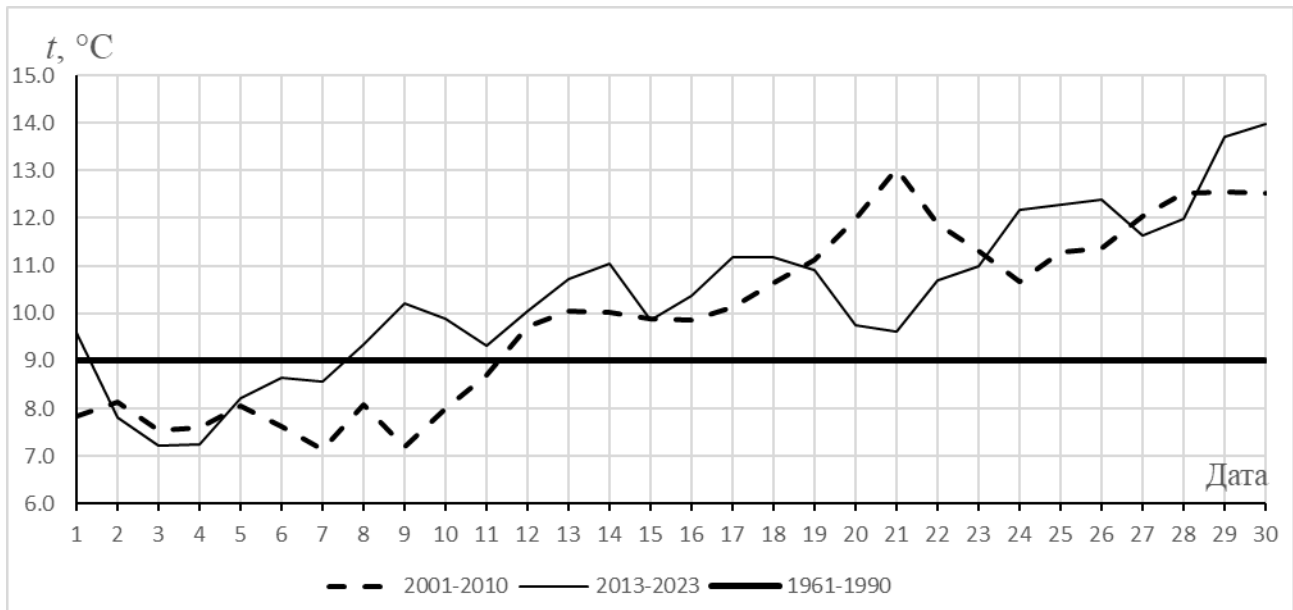


Рис. 2 – Міждобова мінливість температура повітря (ст. Одеса, квітень)
Fig. 2 – Inter-diurnal variability of air temperature (Odesa station, April)

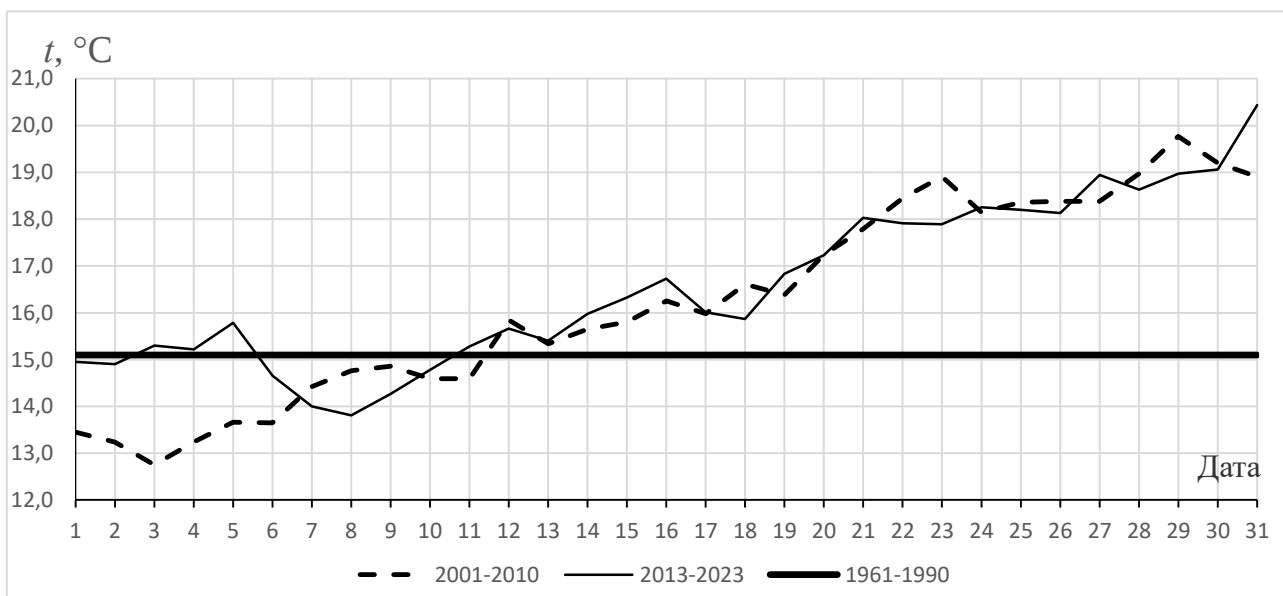


Рис. 3 – Міждобова мінливість температура повітря (ст. Одеса, травень)
Fig. 3 – Inter-diurnal variability of air temperature (Odesa station, May)

Як випливає з рис. 1-3, у березні обох періодів добова температура повітря перевищує кліматичну норму (2,6°C). Перша декада 2001-2010 рр. за добовими значеннями температури більш прохолодна, ніж у наступний період. У квітні та травні добові температури у перші декади місяців менші за кліматичну норму, тобто початок місяців є більш прохолодними, порівняно з періодом 1961-1990 рр. Друга та третя декади квітня та травня характеризуються майже однаковими тенденціями в змінах добових температур двох

періодів ХХІ століття, особливо в останній весняний місяць. Міждобова мінливість у березні складає 4,2 і 4,9°C відповідно за періодами. У квітні від періоду 2001-2010 рр. до 2013-2023 рр. мінливість зростає від 5,9 до 6,8°C, тобто термічний режим стає більш нестійким. У травні, навпаки, спостерігається зменшення міждобової мінливості температури повітря від 7,0 до 6,6°C.

Можна констатувати, що навесні в районі дослідження тільки у травні міждобова мінливість температури повітря залишалася майже без змін

протягом періоду 2001-2023 рр..

Таким чином, навесні міждобова мінливість в районі дослідження, яка відображає коливання температури повітря, що спричинені адвекцією тепла або холоду, і які, в свою чергу, пов'язані з атмосферною циркуляцією, вказує на великий розкид значень показника і залежить від місяця сезону. На наш погляд це пов'язано зі змінами циркуляційних процесів у Північній півкулі, які зафіксовані наприкінці ХХ-го та на початку ХХІ століть [21], що і є відгуком в районі Північно-Західного Причорномор'я.

5. ВИСНОВКИ

1. Аналіз багаторічних показників температури повітря у весняні місяці на станціях Одеської області за період 1961-2020 рр. показав, що у березні, квітні та травні найвища середня температура повітря протягом 60 років зафіксована на ст. Вилкове, а найнижча: у березні – це ст. Любашівка, у квітні – ст. Одеса. Травневий мінімум температури повітря різнився за локацією і кліматичним періодом. У перше тридцятиріччя він зафіксований на ст. Одеса ($15,1^{\circ}\text{C}$), а в друге – на ст. Любашівка ($15,9^{\circ}\text{C}$). На всіх станціях області від першого до другого часового періоду весняні температури зростають. І з трьох місяців найбільші підвищення температури повітря зафіксовані у березні: в межах від $1,4^{\circ}\text{C}$ (ст. Сарата) до $1,9^{\circ}\text{C}$ (ст. Любашівка та Затишшя). Середня по області температура повітря періоду 1961-1990 рр. у березні складала $2,8^{\circ}\text{C}$, у квітні – $9,8^{\circ}\text{C}$ та у травні – $15,8^{\circ}\text{C}$; у період 1991-2020 рр. відповідно за місяцями – $4,5^{\circ}\text{C}$, $10,7^{\circ}\text{C}$ та $16,6^{\circ}\text{C}$. Для території Одеської області від 1-го до 2-го тридцятиріччя весни стали в середньому теплішими на $1,1^{\circ}\text{C}$.

2. Для кожного місяця весняного сезону 2001-2023 років на прикладі ст. Одеса за 920 днів І періоду 2001-2010 рр. та 989 днів ІІ періоду 2013-2023 років проаналізована динаміка показників середньодобової температури повітря. Діапазон значень температури повітря має широкі межі, але від першого до другого періодів ХХІ століття температурний фон згладжується тільки у березні та травні, тобто зменшується різниця між найменшими і найбільшими її багаторічними значеннями. У березні різниця складає $1,4^{\circ}\text{C}$: з $12,4^{\circ}\text{C}$ (І період) до $11,0^{\circ}\text{C}$ (ІІ період); у травні – $0,7^{\circ}\text{C}$: з $11,0^{\circ}\text{C}$ до $10,3^{\circ}\text{C}$ та у квітні показник залишається майже без змін протягом 2001-2023 рр. ($10,7^{\circ}\text{C}$ та $10,9^{\circ}\text{C}$). Але протягом сезону спостерігаємо великі різниці наведених значень із середньою місячною тем-

пературою повітря.

3. Використовуючи базу емпіричних даних на ст. Одеса за 1909 весняних днів періоду 2001-2023 рр. визначено число днів зі середньодобовою температурою повітря у різних градаціях. Порівнюючи два періоди ХХІ століття (І – 2001-2010 рр. та ІІ – 2013-2023 рр.) встановлено, що у березні від першого до другого періоду різко зростає кількість днів із середньою добовою температурою повітря в межах від $5,1$ до $15,0^{\circ}\text{C}$: зі $43,2\%$ до $62,1\%$ днів; з температурою вище $15,0^{\circ}\text{C}$ не зафіксовано ні одного випадку у перше десятиліття ХХІ століття, на відміну від періоду 2013-2023 років; зменшилась на $2,3\%$ кількість днів із температурою повітря нуль градусів і нижче. У квітні в період 2001-2023 рр. переважала температура повітря в межах від $5,1$ до $15,0^{\circ}\text{C}$ – $88,7\%$. В останній місяць весни від першого до другого періоду на $1,4\%$ зросла кількість днів із середньою добовою температурою в межах від $10,1^{\circ}\text{C}$ до $20,0^{\circ}\text{C}$: з $84,8\%$ до $86,2\%$, але зменшився відсоток днів з температурою в межах $20,1$ - $25,0^{\circ}\text{C}$ – на $0,3\%$. У квітні та травні останніх десятиріч не зафіксовано випадків з температурою повітря нуль градусів і нижче.

4. Аналіз середньої кількості днів із середньодобовою температурою повітря на ст. Одеса за 4 багаторічні періоди (1895-1975, 1961-1990, 2001-2010, 2013-2023 рр.) дозволив визначити динаміку вказаного показника більш ніж за 100-річний період. З'ясовано, що в районі дослідження на початку ХХІ століття зросла повторюваність середньої добової температури повітря в більш високих температурних межах, що вказує на тепліші весни, порівняно з ХХ століттям.

5. Міждобова мінливість середньодобової температури повітря в районі дослідження залежить від місяця сезону: тільки у травні впродовж 2001-2023 років спостерігалися однакові тенденції в змінах цього показника. На наш погляд це пов'язано зі змінами циркуляційних процесів у Північній півкулі, які зафіксовані наприкінці ХХ-го та на початку ХХІ століть особливо на початку календарної весни, що і є відгуком в районі Північно-Західного Причорномор'я.

Запропонований статистичний підхід (на прикладі конкретної станції) є певним внеском у вивченні як теоретичних, так і практичних аспектів дослідження термічного режиму окремих територій з використанням емпіричних даних. Отримані результати можуть бути враховані для перспективного планування та адаптації різних галузей економіки в умовах глобальних кліматичних змін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- IPCC. (2023). *Climate change 2023: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Core Writing Team, H. Lee та J. Romero, ред., с. 35-115). IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Europe. In *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1817-1928). chapter, Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>
- Програма розвитку ООН (UNDP). (н.д.). *Цілі сталого розвитку*. <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsilistalohorozvytku>
- Кабінет Міністрів України. (2024, 30 травня). *Про схвалення Стратегії формування та реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2035 року і затвердження операційного плану заходів з її реалізації у 2024-2026 роках (№ 483-р)*. <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-skhvalennia-strategii-formuvannia-ta-realizatsii-derzhavnoi-polityky-u-sferi-zminy-klimatu-na-period-t300524>
- Balabukh, V., та ін. (2018). Extreme weather events in Ukraine: Occurrence and changes. P. J. Sallis (Ред.), *Extreme weather* (с. 85-106). London: Intech Open.
- Степаненко, С. М., & Польовий, А. М. (Ред.). (2018). *Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія*. Одеса: Державний екологічний університет.
- Замфірова, М. С., & Хохлов, В. М. (2020). Режим температури повітря та опадів в Україні в 2021–2050 роках за даними ансамблю моделей CORDEX. *Український гідрометеорологічний журнал*, (25), 17-27.
- Гелевера, О., Мостіпан, М., & Топольний, С. (2023). Багаторічна динаміка температури повітря зимового та весняного сезонів у центральній Україні. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Геологія. Географія. Екологія*, (59), 83-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-07>
- Пясецька, С., & Щеглов, О. (2023). Сучасний характер змін середньої місячної температури повітря протягом 2006-2020 рр. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (58), 217-230. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-17>
- Барабаш, М. Б., & Татарчук, О. Г. (2009). Практичний напрям досліджень зміни клімату в Україні. *Наукові праці УкрНДІГМІ*, (57), 28-36.
- Ліпінський, В. М., Дячук, В. А., & Бабіченко, В. М. (Ред.). (2003). *Клімат України: монографія*. Київ: Видавництво Раєвського.
- Borovska, H., & Khokhlov, V. (2023). Climate data for Odesa, Ukraine in 2021-2050 based on EURO-CORDEX simulations. *Geoscience Data Journal*. <https://doi.org/10.1002/gdj3.197>
- Гончарова, Л. Д., & Прокоф'єв, О. М. (2024). *Динаміка окремих показників атмосферних опадів Півдня України у період 1961-2020 роки: монографія*. Одеса: Одеський державний екологічний університет.
- Прокоф'єв, О. М. & Гончарова, Л. Д. (2025). *Статистичний підхід до вирішення задач клімато-географічних особливостей розподілу опадів на півдні України: монографія, присвяч. 160-й річниці Одес. нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова*. Одеса: Одес. нац. ун-т ім. І.І. Мечникова. <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/42222>
- Prokofiev O. & Goncharova L. (2025) Analysis of the dynamics of the temperature regime of the North-Western Black sea region in the context of global climate changes. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (62), 298-314. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-22>
- Ivus, G. P., Goncharova, L. D., Kosolapova, N. I., & Zubkovych, C. O. (2018). Modern seasonal features of the risk mode on the territory of Odesa region. *Review Scientific Journal (Science)*, 1(3[10]), 27-33.
- Гончарова, Л. Д., Прокоф'єв, О. М., Решетченко, С. І., & Черниченко, А. В. (2021). Вплив атмосферних макропроцесів на просторовий розподіл опадів по території України у весняний сезон. *Український гідрометеорологічний журнал*, (27), 5-15. <https://doi.org/10.31481/uhmj.27.2021.01>
- Гончарова, Л. Д., & Прокоф'єв, О. М. (2021). Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період. *Екологічні науки*, 2(35), 94-98. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16>
- Гончарова Л.Д. & Прокоф'єв О.М. (2025). Динаміка сезонної температури повітря в Одеському регіоні в контексті глобальних кліматичних трансформацій. *Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Серія «Географічні та геологічні науки»*, 1(46)[30]), 11-24. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.1\(46\).332348](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.1(46).332348)
- Гончарова, Л., Прокоф'єв, О. & Решетченко, С. (2022). Особливості клімато-географічного розподілу атмосферних опадів на півдні України. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (57), 81-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-07>
- Гончарова, Л. Д., та ін. (2017). Сучасна динаміка температурного режиму Східно-Європейського регіону в основні та перехідні сезони року. *І Всеукраїнський гідрометеорологічний з'їзд з міжнародною участю: Матеріали з'їзду*. Одеса: ТЕС.
- Гончарова, Л. Д. (2014). *Повітряні течії тропосфери та стратосфери північної півкулі: монографія*. Одеса: ТЕС.
- Ліпінський В. М., Осадчий В. І., Бабіченко В. М. (Ред.). (2006). *Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.): монографія*. Київ: [б. в.].
- Прокоф'єв О.М. & Гончарова Л.Д. (2024) Кліматичні трансформації Північно-Західного Причорномор'я в умовах глобального потепління. *Екологічні науки*, 6(57), 244-249. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.36>
- Стандартні кліматичні норми (1961-1990 рр.). (2002). Київ: [б. в.].
- Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів. *Архів метеорологічних даних спостережень*.
- Смекалова Л. К., Швер Ц. А. (Ред.). (1986). *Клімат Одеси: монографія*.

29. Гончарова, Л. Д., & Школьній, Є. П. (2007). *Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): навчальний посібник*. Одеса: Екологія.
30. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. & Миротворська Н.К. (2004). *Кліматологічна обробка окремих метеорологічних величин: навчальний посібник*. Одеса: ТЕС.

REFERENCES

1. IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (p. 3056). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>.
2. IPCC. (2023). *Sections. In Climate Change 2023: Synthesis Report* (pp. 35-115). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
3. Bednar-Friedl, B., et al. (2022). Europe. *In Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (pp. 1817-1927). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>
4. United Nations Development Programme (UNDP). (n.d.). *Sustainable Development Goals*. Retrieved from <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku> [in Ukrainian].
5. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, May 30). Resolution No. 483-p on the approval of the Strategy for the Formation and Implementation of State Policy in the Field of Climate Change for the Period Until 2035 and Approval of the Operational Plan of Measures for its Implementation in 2024-2026. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-skhvalennia-strategii-formuvannia-ta-realizatsii-derzhavnoi-polityky-u-sferi-zminy-klimatu-na-period-t300524> [in Ukrainian].
6. Balabukh, V., et al. (2018). Extreme weather events in Ukraine: Occurrence and changes. In P. J. Sallis (Ed.), *Extreme Weather* (pp. 85-106). London, UK: Intech Open.
7. Stepanenko, S. M., & Poloviy, A. M. (Eds.). (2018). Climatic risks of the functioning of sectors of Ukraine's economy in the context of climate change. Odessa: Odessa State Environmental University [in Ukrainian].
8. Zamfirova, M. S., & Khokhlov, V. M. (2020). Air temperature and precipitation regime in Ukraine in 2021-2050 based on the CORDEX ensemble models. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyi zhurnal*, 25, 17-27. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.02> [in Ukrainian].
9. Helevera, O., Mostipan, M., & Topolnyi, S. (2023). Long-term dynamics of air temperature during winter and spring seasons in Central Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, 59, 83-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-07> [in Ukrainian].
10. Pyasetska, S. V., & Shcheglov, O. M. (2023). Current trends in monthly average air temperature changes during 2006-2020. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, 58, 217-230. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-17> [in Ukrainian].
11. Barabash, M. B., & Tatarchuk, O. G. (2009). Practical research directions in climate change in Ukraine. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*, 57, 28-36 [in Ukrainian].
12. Lipinsky, V.M., Dyachuk, V.A., & Babichenko, V.M. (2003). *Climate of Ukraine*. Kyiv: Raievsky Publishing [in Ukrainian].
13. Borovska, H., & Khokhlov, V. (2023). Climate data for Odessa, Ukraine in 2021-2050 based on EURO-CORDEX simulations. *Geoscience Data Journal*, 11, 148-159. <https://doi.org/10.1002/gdj3.197>.
14. Goncharova, L.D., & Prokofiev, O.M. (2024). Dynamics of specific atmospheric precipitation indicators in southern Ukraine for 1961-2020: Monograph. Odessa. Retrieved from <http://eprints.library.odetu.edu.ua/id/eprint/13060> [in Ukrainian].
15. Прокоф'єв, О.М. & Гончарова, Л.Д. (2025). *Статистичний підхід до вирішення задач клімато-географічних особливостей розподілу опадів на півдні України: монографія, присвяч. 160-й річниці Одес. нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова*. Одеса: Одес. нац. ун-ту ім. І. І. Мечникова. <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/42222>
16. Prokofiev O. & Goncharova L.(2025) Analysis of the dynamics of the temperature regime of the North-Western Black sea region in the context of global climate changes. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія»*, (62), 298-314. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-22>
17. Ivus, G.P., Goncharova, L.D., Kosolapova, N.I., & Zubkovych, C.O. (2018). Modern seasonal features of the risk mode on the territory of Odessa region. *Review Scientific Journal (Science)*, 1(3), 27-33. Retrieved from <http://archive.ws-conference.com/wp-content/uploads/pw0774.pdf>.
18. Goncharova, L.D., Prokofiev, O.M., Reshetchenko, S.I., & Chernychenko, A.V. (2021). Influence of atmospheric macroprocesses on the spatial distribution of precipitation over Ukraine during the spring season. *Ukrayins'kyi hidrometeorologichnyi zhurnal*, 27, 5-15. <https://doi.org/10.31481/uhmj.27.2021.01> [in Ukrainian].
19. Goncharova, L.D., & Prokofiev, O. M. (2021). Climate-geographical features of precipitation distribution over Ukraine in the autumn period. *Ekologichni nauky*, 2(35), 94-98. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.16> [in Ukrainian].
20. Гончарова Л.Д. & Прокоф'єв О.М. (2025). Динаміка сезонної температури повітря в Одеському регіоні в контексті глобальних кліматичних трансформацій. *Вісник Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова. Серія «Географічні та геологічні науки»*. 1(46)[30], 11-24. [https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.1\(46\).332348](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.1(46).332348)
21. Goncharova, L. D., Prokofiev, O. M., & Reshetchenko, S. I. (2022). Features of climate-geographical distribution of atmospheric precipitation in southern Ukraine. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, 57, 81-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-57-07> [in Ukrainian].
22. Goncharova, L. D., et al. (2017). Modern dynamics of temperature regime in the Eastern European region during main and transition seasons. I All-Ukrainian Hydrometeorological Congress with International Participation: Conference Proceedings. Odessa. [in Ukrainian].
23. Goncharova, L.D. (2014). Tropospheric and stratospheric air currents in the Northern Hemisphere. Odessa: TES [in Ukrainian].
24. Lipinsky, V.M., Osadchyi, V.I., & Babichenko, V.M. (Eds.). (2006). *Extreme meteorological events in Ukraine in the last two decades (1986-2005)*. Kyiv. [in Ukrainian].
25. Прокоф'єв О.М. & Гончарова Л.Д. (2024) Кліматичні трансформації Північно-Західного Причорномор'я в

- умовах глобального потепління. *Екологічні науки*, 6(57), 244-249. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.6-57.36>
26. Standard climatic norms (1961-1990) (p. 446). Kyiv, 2002 [in Ukrainian].
27. Archive of meteorological observation data. Provided by the Hydrometeorological Center of the Black and Azov Seas.
28. Smekalova, L. K., & Shver, T. A. (Eds.). (1986). The climate of Odessa. [in Ukrainian].
29. Goncharova, L. D., & Shkolny, Y. P. (2007). Methods for processing and analyzing hydrometeorological information (problem set and exercises): A tutorial. Odessa: Ecology [in Ukrainian].
30. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. & Миротворська Н.К. (2004). *Кліматологічна обробка окремих метеорологічних величин: навчальний посібник* Одеса: TEC.

ASSESSMENT OF SPRING REGIONAL RESPONSES OF THE THERMAL REGIME OF THE NORTHWESTERN BLACK SEA REGION TO GLOBAL CLIMATE CHANGE

O. M. Prokofiev^{1,2}, L. D. Goncharova¹

¹ Odesa I. I. Mechnikov National University,

2 V. Zmiienka Str., Odessa, 65000, Ukraine,

² Institute of Climate-Oriented Agriculture National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine,

Hlibodarske, Odessa district, Odessa region, Ukraine

leggg0707@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5669-0181>;

goncharova.luda.50@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6340-2424>

The relevance of this study lies in addressing a fundamental scientific issue-examining the dynamics of specific indicators of climate-dependent natural resources to ensure sustainable socio-economic development in Ukraine under global climate change conditions. The North-Western Black Sea region is a leading, highly developed industrial-agricultural area of the country, where information on its thermal regime is crucial, as it constitutes an essential component of natural resources. Given its potential for use in the southern regions of Ukraine, this research focuses on determining temperature indicators that will aid in planning and adapting various economic sectors in southern Ukraine amid regional climate transformations.

The implementation directions of these objectives are formulated within the research projects of the departments of the Faculty of Hydrometeorology and Ecology at Odesa I.I. Mechnikov National University, including: 'Zoning of Ukraine's territory based on vulnerability to climate change and selection of optimal adaptation pathways.' (No. DR0125U001204). The underestimation of certain aspects of the dynamics of regional climate temperature characteristics in the context of global climate change has resulted in these aspects remaining insufficiently studied to date.

Analysis of previous research it proves the importance of studying the climatic indicators of the temperature regime of the North-Western Black Sea region, which is a leading highly developed industrial-agricultural region of Ukraine. The underestimation of certain aspects of the dynamics of climatic characteristics of the regional climate in the context of global climate change has led to these aspects being still insufficiently studied today.

This article aims (using the Odessa station as an example) to present the results of a physical-statistical approach to determining regional responses in the main indicators of the temperature regime of the North-Western Black Sea region to the changes occurring in the climate system of the present period.

The implementation of the physical-statistical approach was conducted using classical methods of statistical and graphical analysis.

Based on long-term empirical data for 1909 spring days of the period 2001-2023, the dynamics of interdaily variability of air temperature was analyzed and the number of days with average daily air temperature in different gradations was determined. Comparing the two periods of the 21st century, it was determined that in March from the first (2001-2010) to the second (2013-2023) the number of days with average daily air temperature in the range from 5.1 to 15.0°C increases sharply: from 43.2% to 62.1% of days; not a single case with a temperature above 15.0°C was recorded in the first decade of the 21st century, unlike the period 2013-2023; the number of days with an air temperature of zero degrees and below decreased by 2.3%. In April, in the period 2001-2023, the air temperature ranged from 5.1 to 15.0°C and accounted for 88.7%. In the last month of spring, the number of days with an average daily temperature in the range from 10.1°C to 20.0°C increased by 1.4%: from 84.8% to 86.2%, but the indicator with a temperature in the range of 20.1-25.0°C decreased by 0.3%. In April and May of the last decade, no cases with an air temperature of zero degrees and below were recorded. The frequency of the average daily air temperature in higher temperature ranges increased, which indicates warmer



springs, compared to the 20th century.

The obtained results provide a basis for analyzing the dynamics of regional climate changes in the context of global climate change. The rational and timely application of the climate information presented in this article will contribute to the development of effective adaptation pathways, which, in turn, will make a significant contribution to ensuring the sustainable development of Ukraine. Future tasks will focus on researching the thermal regime indicators of other stations in the North-Western Black Sea region, involving additional empirical data.

Keywords: climate, thermal regime indicators, calendar season, multi-year characteristics, temperature variability.

Подання до редакції : 30. 10. 2025

Надходження остаточної версії : 24. 11. 2025

Публікація статті : 23. 12. 2025