

УДК 911.2:551.583

[https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.2\(47\).344743](https://doi.org/10.18524/2303-9914.2025.2(47).344743)

О. О. Світличний, д-р геогр. наук, професор

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,

кафедра фізичної географії, природокористування і геоінформаційних технологій
Шампанський пров., 2, м. Одеса, 65058, Україна

svetlitchnyi.aa.od@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-1111-2978>

СУЧАСНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Виконано оцінку змін стандартної кліматичної норми середньорічної температури приземного повітря і річних та сезонних атмосферних опадів у Північно-Західному Причорномор'ї, а також відповідність темпів сучасних змін клімату деяким зробленим раніше прогнозам. Використані дані спостережень на 16-ти довгострокових метеорологічних станціях, розташованих у межах Одеської та Миколаївської областей, а також у західній та центральній частинах Херсонської області.

Ключові слова: стандартна кліматична норма, приземна температура повітря, атмосферні опади, зміни клімату, Північно-Західне Причорномор'я.

ВСТУП

Зміна клімату є однією з найбільш актуальних наукових і прикладних проблем, якій присвячені численні дослідження як на світовому, так і на регіональному рівнях. На світовому рівні найавторитетнішими є результати оцінки сучасних змін клімату та прогнозу цих змін до кінця поточного століття, виконаних Міжурядовою групою експертів зі зміни клімату (МГЕЗК), що функціонує під егідою ООН (IPCC, 2021).

Цій проблемі багато уваги приділяється і в Україні. Зміні клімату України загалом або її окремих частин в останні десятиліття присвячено велику кількість публікацій, включаючи статті у періодичних наукових фахових виданнях (Бойченко та ін., 2000; Бабіченко та ін., 2007; Гончарова, 2009; Кульбіда та ін., 2013; Осадчий, Бабіченко, 2013; Балабух, Краковская, 2014; Степаненко та ін., 2014; Светличний, Ибрагимова, 2016; Балабух, Малицька, 2017; Івус та ін., 2018; Серга та ін., 2020; Вишневський, Доніч, 2022; Мартазінова та ін., 2022; Рибченко, Савчук, 2022; Boychenko, Maidanovych, 2024 та ін.) та монографічну літературу (Клімат України, 2003; Кульбіда та ін., 2009; Оцінка впливу, 2011; Осадчий та ін., 2013; Балабух та ін., 2018; Гончарова, Прокоф'єв, 2024). Результати оцінки сучасних змін клімату також наводяться у публікаціях, присвячених впливу змін клімату на екологічні та агроєкологічні умови, водні ресурси, здоров'я населення (Кліматичні зміни, 2015; Бурикiна, Цуркан, 2020; Karamushka et al., 2022 тощо).

На жаль, у публікаціях, що вийшли до 2021 року, тобто до закінчення стандартного кліматичного періоду 1991–2020 років (ДСТУ, 2001), не було можливості оцінити зміну стандартної кліматичної норми кліматологічних величин. Крім цього в переважній кількості публікацій, присвячених сучасним змінам клімату в Україні, розглядається вся територія країни і для характеристики змін клімату в межах Північно-Західного Причорномор'я використовуються дані спостережень по одній – трьом метеорологічним станціям, у той час як їх кількість у трьох адміністративних областей, розташованих у межах Північно-Західного Причорномор'я, у багато разів більше. Виняток становить монографія Л. Д. Гончарової і О. М. Прокоф'єва (2024), присвячена динаміці атмосферних опадів Півдня України, включаючи Північно-Західне Причорномор'я, протягом 1961–2020 рр., в якій проаналізовані дані спостережень практично на всіх метеостанціях регіону за цей період з використанням матеріалів Кліматичного кадастру України 2006 і 2021 років видання (Кліматичний кадастр, 2006, 2021).

Окремою, важливою як з теоретичної, так і з практичної точок зору складової досліджень зміни клімату є дослідження, присвячені прогнозу цих змін. Загальновідомими є глобальні прогнози зміни клімату до кінця поточного століття Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC, 2021). Розроблено і прогнози зміни клімату, що враховують регіональні особливості кліматоутворення на території України (Волощук., Бойченко, 2003; Краковська та ін., 2016, 2017, 2018; Балабух та ін., 2018; Хохлов та ін., 2009а, 2009б; Замфірова, Хохлов, 2020). Деякі прогнози основних кліматичних елементів було виконано й на період, що включає друге-третє десятиліття нинішнього століття. Наявність даних метеорологічних спостережень за цей період дозволяє оцінити відповідність темпів фактичних сучасних змін клімату зробленим прогнозам.

Метою цього дослідження є оцінка сучасних змін основних елементів клімату Північно-Західного Причорномор'я з використанням даних спостережень на представницькій мережі метеорологічних станцій та спроба оцінки відповідності сучасних темпів зміни клімату зробленим раніше прогнозам.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінка сучасних змін клімату за основними його елементами – температурою приземного повітря і атмосферними опадами – виконана з використанням рядів середньорічних та середньомісячних температур повітря та сум атмосферних опадів по 16-ти довгорядних метеорологічних станціях з мінімальною кількістю пропусків у рядах, розосереджених по території Одеської (6 станцій) та Миколаївської (5 станцій) областей, а також центральній та західній частинах Херсонської області (5 станцій) за 1961–2020 роки. По опорних станціях (Одеса, Любашівка, Миколаїв, Первомайськ, Херсон, Асканія-Нова) використані наявні дані спостережень з 1900 по 2025 роки. При цьому місячні дані, що бракують за 2025 р., взяті як середні арифметичні за 2011–2024 роки. Джерелами даних послужили матеріали сайтів Європейського проекту оцінки клі-

мату та бази даних (ECA&D) (European, 2025), Національного (США) центру інформації про навколишнє середовище NOAA (National, 2025) та матеріали Кліматичного кадастру України (2006, 2021). При виконанні аналізу та розрахунків використовувалися порівняльно-географічний, графоаналітичний та статистичний методи.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для всіх задіяних у аналізі метеостанцій регіону протягом 1961–2020 років мав місце позитивний, причому суттєво нелінійний тренд температури приземного повітря (рис. 1). Період 1960-х, 1970-х та частково 1980-х років у регіоні характеризувався стабільним термічним режимом із зміною трендової складової середньорічної температури на $0,1-0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ за майже 30 років. З середини – кінця 1980-х років почалося інтенсивне підвищення температури приземного повітря, яке продовжується і в даний час. У середньому по 16-ти метеостанціям середньорічна температура за 1991–2020 роки по відношенню до середньо-

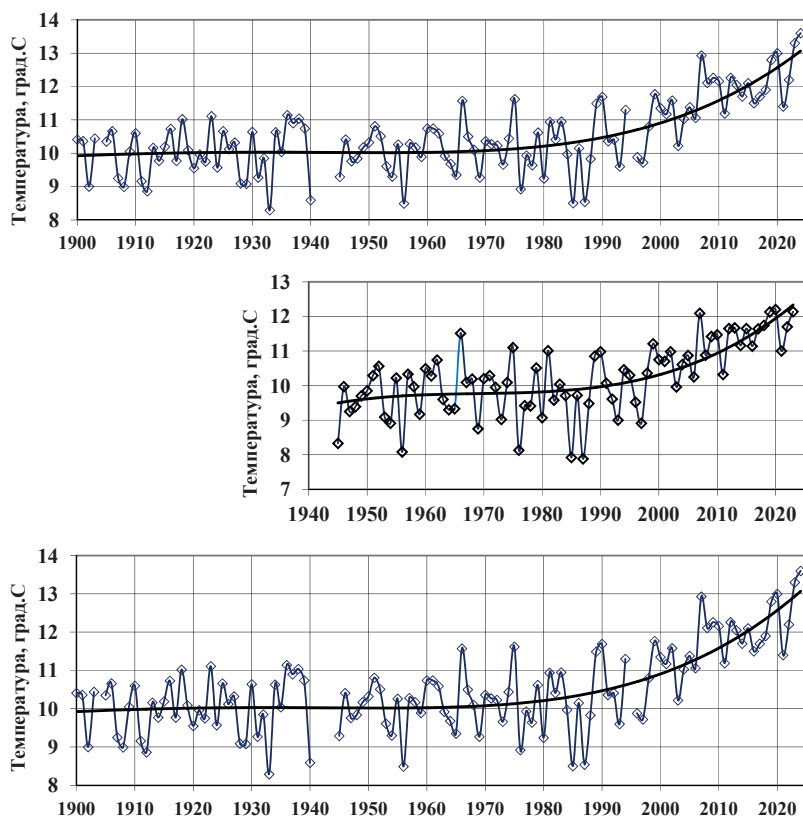


Рис. 1. Графіки зміни середньорічних температур приземного повітря та поліноміальні тренди цих змін за даними станцій Одеса-обсерваторія (верхній), Миколаїв (середній) та Асканія-Нова (нижній)

річної температури попереднього тридцятиліття (1961–1990 рр.) підвищилася на 1,1 °С. Іншими словами, в середньому на 1,1 °С за тридцятиліття у регіоні підвищилася стандартна кліматична норма середньорічної температури приземного повітря. За окремими метеостанціями це підвищення змінюється від 0,8 °С (Миколаїв) до 1,3 °С (Любашівка, Первомайськ).

Поряд із збільшенням середньорічної температури повітря за ці роки збільшилася і середня температура всіх без винятку сезонів року – зими, весни, літа та осені. При цьому розподіл збільшення середньосезонної температури протягом року є одномодальним – найбільше збільшення температури повітря відбулося влітку – у середньому по регіону на 1,6 °С, найменше – восени, у середньому на 0,6 °С. Порівняння розподілу протягом року середньосезонного підвищення температури в межах Північно-Західного Причорномор'я з відповідним розподілом у середньому для території України, розрахованим за даними з сайту Центральної геофізичної обсерваторії (Середня місячна, 2025), показало їхню відмінність. У середньому для України цей розподіл є двомодальним – найбільше підвищення середньої сезонної температури мало місце влітку (на 1,4 °С) та взимку (на 1,2 °С), найменше – восени (на 0,6 °С) та навесні (на 1,0 °С) (рис. 2). Таким чином, у Північно-Західному Причорномор'ї протягом 1961–2020 рр. не відбувалося те, що зазначалося раніше (Бойченко та ін., 2000; Кульбіда та ін., 2009) – вирівнювання розподілу температур повітря за сезонами року, а навпаки – відмінність температури основних сезонів року (літа і зими) збільшилася.

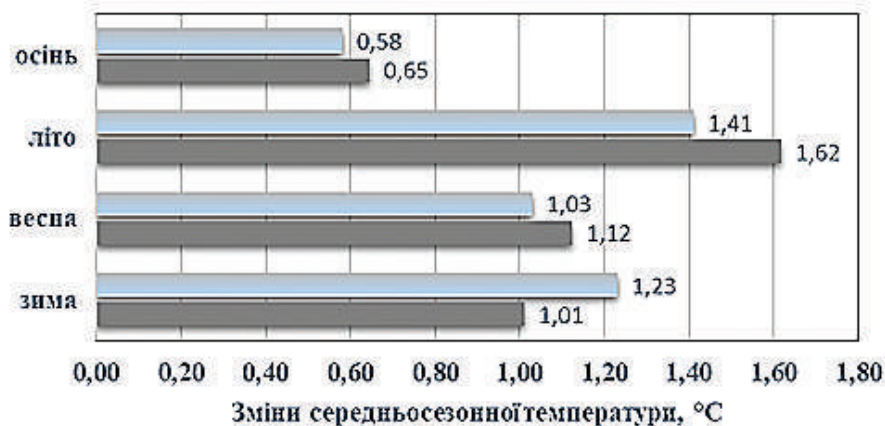


Рис. 2. Зміни середніх сезонних температур повітря 1991–2020 рр. по відношенню до 1961–1990 рр.

Зі зміною стандартної кліматичної норми атмосферних опадів ситуація інша. Для рядів річних сум опадів за період спостережень характерний висхідний лінійний тренд з коефіцієнтами, що у середньому відповідають збільшенню шару річних опадів у кілька десятків міліметрів за 100 років (Светличный, Ибрагимова, 2016; Karamushka et al., 2022 і ін.). Однак протягом 1961–2020 ро-

ків зміна кількості як річних, так і особливо сезонних опадів не є однотипною по території регіону (рис. 3). Для більшості метеорологічних станцій регіону в цей період мав місце негативний лінійний тренд річних сум опадів. Для низки метеостанцій, у тому числі для станцій Одеса-обсерваторія та Херсон, зберігся позитивний тренд, але з суттєво меншими коефіцієнтами тренду, ніж за весь період спостережень. Так, для станції Одеса-обсерваторія коефіцієнт лінійного тренду річних опадів для 1961–2020 рр. дорівнює 5,7 мм/100 років, для метеостанції Херсон – 8,4 мм/100 років. Привертає увагу угруповання років підвищеного і зниженого кількості опадів протяжністю від кількох років до кількох десятиліть, що змінюють одне одного.

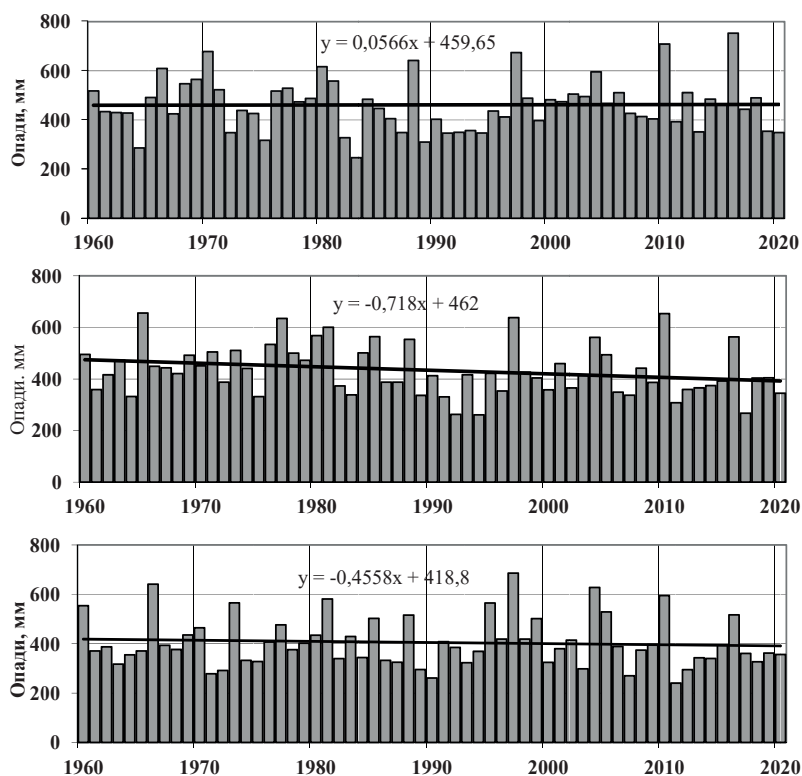


Рис. 3. Графіки змін річних сум опадів та лінійні тренди цих змін за 1960–2020 роки. за даними станцій Одеса-обсерваторія (верхній), Миколаїв (середній) та Асканія-Нова (нижній)

У середньому по 16-ти метеостанціям регіону середній річний шар опадів за 1991–2020 роки порівняно з 1961–1990 роками зменшився на 9,7 мм або на 2% (табл. 1). При цьому по 11-ти метеостанціям мало місце зменшення середньорічного шару опадів (на 0,4–14,0%), а по п'яти метеостанціям (Одеса, Баштанка, Велика Олександрівка, Нижні Сірогози та Асканія-Нова) – їх на 0,4–6,7% збільшення.

Значнішими за величиною і складнішими у часі та просторі є зміни кількості опадів за сезонами року. Середня багаторічна кількість опадів зими, весни та літа зменшилась, відповідно, на 13,2, 1,0 та 4,5%, а осені – збільшилась на 12,7% (табл. 1). Для зими зменшення кількості опадів зафіксовано на всіх без винятку метеостанціях при діапазоні змін за окремими метеостанціями від 4,8% (Баштанка) до 25,9% (Миколаїв). Майже таким самим однотипним за площею з діапазоном по станціях від 2,8% (Ізмаїл) до 26,3% (Затишшя) є збільшення кількості опадів восени – тут зменшення сезонних опадів відмічено лише на двох метеостанціях (Херсон та Хорли).

Таблиця 1

**Середні по регіону зміни атмосферних опадів за сезонами року
та в середньому за рік**

Сезон	Середній шар опадів, мм, за		Зміни шару опадів	
	1961-1990 рр.	1991-2020 рр.	мм	%
Зима	111,9	97,1	-14,8	-13,2
Весна	106,4	105,4	-1,1	-1,0
Літо	153,3	146,3	-6,9	-4,5
Осінь	99,6	112,3	12,7	+12,7
Рік	472,6	462,9	-9,7	-2,0

Звертає увагу зміна кількості опадів весняного сезону: при середньому по всіх 16-ти метеостанціях зменшенні опадів на 1% на всіх метеостанціях Одеської області мало місце зменшення сезонних опадів на 0,9–8,0%, на майже всіх метеостанціях (крім Хорли) Херсонської області відбулося збільшення сезонних опадів на 5,0–9,2%, а на території Миколаївської області на частині метеостанцій (Вознесенськ, Миколаїв) кількість сезонних опадів зменшилася (на 5,8 та 5,7%), на частині метеостанцій (Баштанка, Очаків) – збільшилась (на 0,9 та 1,1%), а на метеостанції Первомайськ – залишилося без змін. Це, безумовно, вказує на просторові відмінності в умовах формування сезонних опадів у межах регіону. У публікаціях (Гончарова, Прокоф'єв, 2021; Гончарова та ін., 2021; Гончарова та ін., 2022), присвячених дослідженню «клімато-географічного» розподілу опадів на території України, особливості у просторовому розподілі атмосферних опадів в межах всієї України і, зокрема, її півдня зв'язують зі станом Північно-Атлантичного та Північноморсько-Каспійського коливальних у політиску в Атлантико-Європейському регіоні.

Наявність даних метеорологічних спостережень по 2025 р. дає можливість перевірити відповідність фактичної зміни основних показників клімату зробленим раніше прогнозам, зокрема, прогнозам зміни середньобаторічних температур повітря та опадів, представлених у роботах (Хохлов та ін., 2009а; Хохлов та ін., 2009б; Оцінка впливу, 2011) на 2011-2025 рр. відносно 1986–

2000 рр. та у роботах (Шосте, 2013; Краковська та ін., 2016; Краковська та ін., 2017) на 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр.

Для періоду 2011–2025 рр. для опорних станцій регіону є практично повні набори рядів середньорічних величин температури приземного повітря і атмосферних опадів, заснованих на даних спостережень. Для двадцятирічного періоду 2011–2030 рр. є дані спостережень лише за перші 15 років. Виконані для опорних станцій розрахунки показали, що для рядів середньорічної температури повітря відмінність між середньою річною температурою, розрахованою за даними за весь двадцятирічний період і лише за перші 15 років цього періоду, відрізняються не більше ніж на $\pm 3,5\%$ або в абсолютних значеннях - не більше ніж на $\pm 0,3$ – $0,4$ °C. При цьому, якщо цей 20-річний період відповідає багаторічній фазі підвищення температури, то середньорічна температура, розрахована за 15-річним періодом, буде нижчою за 20-річну середню.

Помилка розрахунку середньої за 20-річний період річної суми опадів за даними за перші 15 років цього періоду значно більша. Це зумовлено і більшою амплітудою коливань річних сум опадів та наявністю угруповань років із підвищеною чи зниженою кількістю опадів. У виконаних розрахунках відповідна помилка сягала $\pm 7\%$ і, ймовірно, може бути ще більшою. Враховуючи відносно невеликі зміни середньої кількості атмосферних опадів між періодом прогнозу та базовим періодом, така потенційно висока помилка оцінки може призвести до невірної результату. У зв'язку з цим зіставлення середньобагаторічних сум опадів за 2011–2030 рр. і 1991–2010 рр. у цій роботі не проводилося.

У прогнозі зміни середньої температури приземного повітря, представлено-му в статтях (Хохлов та ін., 2009а; Хохлов та ін., 2009б) та в монографії (Оцінка впливу, 2011), за «середнім» сценарієм антропогенного впливу на клімат А1В за номенклатурою МГЕЗК (ІРСС, 2007) у Північно-Західному Причорномор'ї прогнозувалося збільшення середньорічної температури повітря 2011–2025 рр. відносно 1986–2000 рр. у середньому на $0,25$ °C, за «жорстким» сценарієм В1 – на $0,43$ °C. Фактичне підвищення середньої річної температури повітря від 1986–2000 рр. до 2011–2025 рр. за окремими метеостанціями дорівнює $1,6$ – $1,8$ °C, в середньому по регіону – $1,7$ °C (табл. 2).

У прогнозі зміни середньої температури приземного повітря, представлено-му в (Шосте, 2013; Краковська та ін., 2016; Краковська та ін., 2017), для регіону Південь, до якого крім Північно-Західного Причорномор'я входить також територія Запорізької області та Кримської автономної області, для сценарію А1В прогнозувалося збільшення середньорічної температури 2011–2030 рр. щодо 1991–2010 рр. на $0,43$ °C.

Фактичне підвищення середньорічної температури повітря 2011–2025 рр. відносно 1991–2010 рр. за окремими метеостанціями регіону становило $1,0$ – $1,3$ °C, у середньому $1,15$ °C (табл. 3). Якщо в наступні 5 років температура повітря в регіоні продовжуватиме підвищуватися, то відмінність середніх температур повітря 2011–2030 і 1991–2010 рр. буде ще більшою.

Таблиця 2

Зміни середньої річної температури повітря та середньорічного шару опадів 2011–2025 рр. по відношенню до 1986–2000 рр.

Метеостанція	Зміни середньорічної температури повітря		Зміни середньорічного шару опадів	
	°C	%	мм	%
Любашівка	1,6	18,2	-32	-6,1
Одеса-обсерваторія	1,7	16,2	41	9,6
Ізмаїл	1,5	13,6	-17	-3,8
Миколаїв	1,8	18,2	21	5,3
Херсон	1,9	18,5	-29	-6,7
Асканія-Нова	1,7	17,2	-23	-5,6
Середнє	1,7	17,0	-6,5	-1,5

Таблиця 3

Зміни середньої річної температури повітря 2011–2025 рр. по відношенню до 1991–2010 рр.

Метеостанція	Зміни середньорічної температури повітря	
	°C	%
Любашівка	1,2	13,0
Одеса-обсерваторія	1,0	8,7
Ізмаїл	1,1	9,9
Миколаїв	1,3	12,5
Херсон	1,2	11,2
Асканія-Нова	1,1	10,5
Середнє	1,15	11,0

У прогнозі середньої річної кількості опадів на 2011–2025 рр. (Хохлов та ін., 2009а; Хохлов та ін., 2009б) за «середнім» сценарієм A1B по всіх опорних станціях прогнозувалося збільшення опадів відносно 1986–2000 рр. на 40–80 мм, у середньому на 62 мм або на 14%. За «жорстким» сценарієм B1 по метеостанції Любашівка прогнозувалося зменшення середньої річної кількості опадів на 10 мм (2%), по п'яти інших опорних метеостанціях – збільшення на 10–25 мм або на 2–6 %. Середнє по всім опорним метеостанціям прогнозна зміна річних опадів за сценарієм B1 дорівнює +10 мм, або +2,3%. Фактична зміна середньої річної кількості опадів за даними двох метеостанцій (Одеса-обсерваторія і Миколаїв) була позитивною (9,6 і 5,3%, відповідно), за даними чотирьох метеостанцій – негативною (-3,8 – -6,7%). Середня за даними всіх опорних метеостанцій регіону фактична зміна річних опадів 2011–2025 рр. відносно 1986–2000 рр. становила -6,5 мм або -1,5% (табл. 2).

ВИСНОВКИ

Протягом 1961–2020 років у Північно-Західному Причорномор'ї мало місце підвищення температури приземного повітря, яке зумовило підвищення стандартної кліматичної норми в середньому по регіону на 1,1 °С, а за окремими метеостанціями – на 0,8–1,3 °С. Підвищення температури повітря спостерігалося упродовж усіх сезонів року. Найбільше підвищення відбулося влітку та навесні, найменше – восени та взимку, що призвело до подальшого збільшення нерівномірності розподілу температури повітря за сезонами року.

Зіставлення прогнозних та фактичних змін середньої річної температури повітря за 2011–2025 і 1986–2000 рр. та за 2011–2025 і 1991–2010 рр. показало, що вони збігаються за знаком і відображають потепління, що триває, але фактична інтенсивність підвищення температури повітря була в 3–4 рази вище прогнозної.

Зміна кліматичної норми опадів у межах регіону була не такою однозначною, як температури повітря. У середньому по 16-ти метеорологічним станціям річний шар опадів за 1991–2020 рр. зменшився порівняно з 1961–1990 рр. на 9,7 мм або на 2%. При цьому зменшення середньорічного шару опадів мало місце лише на 11 метеорологічних станціях (на 0,4–14,0%), за даними п'яти метеостанцій (Одеса, Баштанка, Велика Олександрівка, Нижні Сірогози та Асканія-Нова) кліматична норма опадів збільшилася на 0,4–6,7%. Середня багаторічна кількість опадів зими, весни та літа зменшилась, відповідно, на 13,2, 1,0 та 4,5%, а осені – збільшилась на 12,7%.

Зіставлення прогнозних за сценаріями антропогенного впливу на клімат А1В і В1 за номенклатурою МГЕЗК та фактичних змін середнього річного шару опадів показало, що фактична зміна атмосферних опадів на рубежі століть найбільше відповідає прогнозу за «жорстким» сценарієм В1.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бабіченко В. М., Ніколаєва Н. В., Гущина Л. М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття. *Укр. геогр. журн.* 2007. № 4. С. 3–12.
- Балабух В. А., Краковская С. В. Региональные проявления глобального изменения климата. VI национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата. Київ, 2014. С. 221–229.
- Балабух В. О., Малицька Л. В. Оцінювання сучасних змін термічного режиму України. *Геоінформатика*. 2017. № 4(64). С. 34–49.
- Балабух В. О., Малицька Л. В., Лавриненко О. М. Динаміка середньорічних показників температури повітря і кількості опадів в окремих ґрунтово-кліматичних зонах України. Адаптація агротехнологій до змін клімату: ґрунтово-агрохімічні аспекти : кол. монографія / ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського”. Харків : Стильна типографія, 2018. 364 с.
- Бойченко С. Г., Волошук В. М., Дорошенко І. А. Глобальне потепління та його наслідки на території України. *Український географічний журнал*. 2000. № 2. С. 59–63.
- Бурикін С. І., Цуркан О. І. Тенденції сучасної зміни агрокліматичної ситуації на території степової чорноземної зони півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 29–43. URL: https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/111_2020/6.pdf
- Вишневецький В. І., Доніч О. А. Багаторічні зміни опадів на території України. *Праці Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського*. 2022. Вип. 18(32). С. 10–19.

- Волошук В. М., Бойченко С. Г. Сценарії можливих змін клімату України в 21 ст. (під впливом глобально-го антропогенного потепління). *Клімат України*. Київ : Вид-во Раєвського, 2003. С. 319–330.
- Вплив атмосферних макропроцесів на просторовий розподіл опадів по території України у весняний сезон / Л. Д. Гончарова, О. М. Прокоф'єв, С. І. Решетченко, А. В. Черниченко. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2021. № 27. С. 5–15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2021_27_3
- Гончарова Л. Д. Особливості зміни місячної кількості атмосферних опадів на території Одеської області протягом XX століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 77–83.
- Гончарова Л. Д., Прокоф'єв О. М. Динаміка окремих показників атмосферних опадів Півдня України у період 1961–2020 роки : монографія. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2024. 212 с.
- Гончарова Л. Д., Прокоф'єв О. М. Клімато-географічні особливості розподілу опадів на території України в осінній період. *Наук.-прак. жур.: Екологічні науки*. 2021. № 2(35). С. 94–98.
- Гончарова Л. Д., Прокоф'єв О. М., Решетченко С. І. Особливості клімато-географічного розподілу атмосферних опадів на півдні України. *Вісник ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Сер.: Геологія. Географія. Екологія*. 2022. Вип. 57. С. 81–94. URL: <https://periodicals.karazin.ua/geoco/article/view/21374/19946>
- Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень / В. І. Осадчий, В. М. Бабіченко, Ю. Б. Набиванець, О. Я. Скриник. Київ : Ніка-Центр 2013. 257 с.
- ДСТУ 3992–2000 Кліматологія. Терміни та визначення основних понять. Київ : Держстандарт України, 2001. 47 с.
- Замфірова М., Хохлов В. Можливі зміни поля температури для південної України в найближчому майбутньому. *Збірник наукових праць ЛОГОС*. 2020. С. 104–106. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v5.36>
- Зміна режиму опадів в Україні / С. М. Степаненко, А. М. Польовий, О. С. Дем'янюк та ін. *Агрокол. жур.* 2014. № 2. С. 10–16.
- Зміни поля опадів в Україні у XXI ст. за даними ансамблю регіональних кліматичних моделей / С. В. Краковська, Л. В. Паламарчук, Н. В. Гнатюк, Т. Н. Шпиталь, І. П. Шедеменко. *Геоінформатика*. 2017. № 4. С. 62–74. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2017_4_9
- Івус Г. П., Гончарова Л. Д., Косолапова Н. І. Просторово-часовий розподіл атмосферних опадів на території Одеської області на початку XXI століття. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2018. № 22. С. 16–27. <https://doi.org/10.31481/uhmj.22.2018.02>
- Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ : Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
- Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / за ред. д-ра фіз.-мат. наук, проф. С. М. Степаненка, д-ра геогр. наук, проф. А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.
- Кліматичний кадастр України (електронна версія). Київ : Державна гідрометеорологічна служба, УкрНДГМІ, Центральна геофізична обсерваторія, 2006.
- Кліматичний Кадастр України (електронна версія). Київ : Державна гідрометеорологічна служба, УкрНДГМІ, Центральна геофізична обсерваторія, 2021.
- Клімат України: у минулому... і майбутньому? / М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова, Т. І. Адаменко, Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук, Т. В. Корж ; за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш. Київ : Сталь, 2009. 234 с.
- Кульбіда М. І., Єлістратова Л. О., Барабаш М. Б. Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки*. 2013. Вип. 35. С. 118–130. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2013_35_14
- Особливості температурно-вологісного режиму території України з початку XXI сторіччя під впливом змін великомасштабної атмосферної циркуляції / В. Ф. Мартазінова, Н. С. Городецька, Л. С. Рибченко, С. В. Савчук, Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук. *Метеорологія. Гідрологія. Моніторинг довкілля*. 2022. № 2. С. 22–34.
- Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату. *Український географічний журнал*. 2013. Вип. 4. С. 32–39.
- Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / за ред. д-ра фіз.-мат. наук, проф. С. М. Степаненка, д-ра геогр. наук, проф. А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.
- Проекції змін приземної температури повітря за даними ансамблю регіональних кліматичних моделей у регіонах України в XXI столітті / С. В. Краковська, Н. В. Гнатюк, Т. М. Шпиталь, Л. В. Паламарчук. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 33–44.
- Светличный А. А., Ибрагимов М. С. К вопросу о современных изменениях климата Северо-Западного Причерноморья. *Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки*. 2016. Т. 21, вип. 1(28). С. 22–41.
- Серга Е. М., Хохлов В. М., Недострелова Л. В. Сучасна динаміка показників основних кліматичних характеристик на станціях Північно-Західного Причорномор'я. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 26. С. 37–49. <https://doi.org/10.31481/uhmj.26.2020.03>

Середня місячна температура повітря по Україні, 2025. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/dialnist/klimatolohichna/klimatychni-danni-po-ukraini>

Хохлов В. М., Бондаренко В. М., Латиш Л. Г. Просторовий розподіл аномалій опадів в Україні у 2011–2025 роках. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2009. № 5. С. 54–62.

Хохлов В. М., Латиш Л. Г., Цимбалюк К. С. Можливі зміни температурного режиму в Україні у 2011–2025 роках. *Вісник Одеського державного екологічного університету*. 2009. Вип. 8. С. 70–78.

Шестое национальное сообщение Украины по вопросам изменения климата. Киев, 2013. 342 с. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/U%206nc_v7_final_%5B1%5D.pdf

European Climate Assessment & Dataset project, 2025. URL: <https://www.ecad.eu>

Boychenko S., Maidanovych N. A century-long tendency of change in surface air temperature on the territory of Ukraine. *Geofizychnyi Zhurnal*. 2024. Vol. 46, iss. 2. P. 53–79. <https://doi.org/10.24028/gj.v46i2.297227>

Global Historical Climatology Net (GHCN), 2025. URL: <https://rda.ucar.edu/datasets/ds564.0/>

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press, 996 p. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA : Cambridge University Press, 2391 p. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

National Center for Environment Information of the National Oceanic and Atmospheric Administration, 2025. URL: <https://www.ncei.noaa.gov>

Trends in the environmental conditions, climate change and human health in the southern region of Ukraine / V. Karamushka, S. Boychenko, T. Kuchma, O. Zabarna. Sustainability. 2022. Vol. 14. P. 5664. <https://doi.org/10.3390/su1409566>

REFERENCES

Babichenko, V. M., Nikolaieva, N. V., & Gushchyna, L. M. (2007). Zminy temperatury povitria na terytorii Ukrainy napyrkintsi XX ta na pochatku XXI stolittia [Changes in air temperature in Ukraine at the end of the 20th and beginning of the 21st centuries]. *Ukr. Geogr. Journ.*, 4, 3–12. [in Ukrainian].

Balabukh, V. A., & Krakovskaya, S. V. (2014). Regionalnye proyavleniya globalnogo izmeneniya klimata [Regional manifestations of global climate change]. *VI natsionalnoe soobshcheni Ukrainy po voprosam izmeneniya klimata* [VI National Communication of Ukraine on climate change issues] (pp. 221–229). Kyiv. [in Russian].

Balabukh, V. O., & Malytska, L. V. (2017). Otsiniuvannia suchasnykh zmin termichnoho rezhymu Ukrainy [Assessment of current changes in the thermal regime of Ukraine]. *Geoinformatics*, (4(64)), 34–49. [in Ukrainian].

Balabukh, V. O., Malytska, L. V., & Lavrynenko, O. M. (2018). Dynamika serednorichnykh pokaznykiv temperatury povitria i kilkosti opadiv v okremykh hruntovo-klimatichnykh zonakh Ukrainy [Dynamics of average annual air temperature and precipitation in certain soil-climatic zones of Ukraine]. *Adaptatsiia ahrotekhnolohii do zmin klimatu: gruntovo-ahrokhimichni aspekty* [Adaptation of agricultural technologies to climate change: soil-agrochemical aspects] (364 p.). Kharkiv: Stylna typohrafiia. [in Ukrainian].

Boychenko, S. G., Voloshchuk, V. M., & Doroshenko, I. A. (2000). Hlobalne poteplinnia ta yoho naslidky na terytorii Ukrainy [Global warming and its consequences on the territory of Ukraine]. *Ukrainian Geographical Journal*, (2), 59–63. [in Ukrainian].

Burykina, S. I., & Tsurkan, O. I. (2020). Tendentsii suchasnoi zminy ahroklimatichnoi sytuatsii na terytorii stepovoi ornozemnoi zony pivdnia Ukrainy [Trends in the modern change of the agroclimatic situation in the territory of the steppe black earth zone of southern Ukraine]. *Tavria Scientific Bulletin*, (111), 29–43. https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/archives/111_2020/6.pdf [in Ukrainian].

Vyshnevskiy V. I., & Donich, O. A. (2022). Bahatorichni zminy opadiv na terytorii Ukrainy [Long-term changes in precipitation in the territory of Ukraine]. *Proceedings of the Central Geophysical Observatory named after Boris Sreznevskiy*, (18(32)), 10–19. [in Ukrainian].

Voloshchuk, V. M., & Boychenko, S. G. (2003). Stsenarii mozhyvykh zmin klimatu Ukrainy v 21 st. (pid vplyvom hlobalnoho antropohennoho poteplinnia) [Scenarios of possible climate changes in Ukraine in the 21st century (under the influence of global anthropogenic warming)]. *Climate of Ukraine* (pp. 319–330). Kyiv: Vydavnytstvo Raievs'koho. [in Ukrainian].

- Goncharova, L. D. (2009). Osoblyvosti zminy misiachnoi kilkosti atmosferykh opadiv na terytorii Odeskoi oblasti protiahom XX stolittia [Peculiarities of changes in monthly precipitation in the territory of Odessa region during the 20th century]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (5), 77–83. [in Ukrainian].
- Goncharova, L. D., & Prokofiev, O. M. (2024). Dynamika okremykh pokaznykiv atmosferykh opadiv Pivdnia Ukrainy u period 1961–2020 roky [Dynamics of individual indicators of atmospheric precipitation in the South of Ukraine in the period 1961–2020] (212 p.). Odesa: Odesa State Ecological University. [in Ukrainian].
- Goncharova, L. D., & Prokofiev, O. M. (2021). Klimato-heohrafichni osoblyvosti rozpodilu opadiv na terytorii Ukrainy v osinnii period [Climatic and geographical features of precipitation distribution in the territory of Ukraine in the autumn period]. *Scientific and Practical Journal: Ecological Sciences*, (2(35)), 94–98. [in Ukrainian].
- Goncharova, L. D., Prokofiev, O. M., & Reshetchenko, S. I. (2022). Osoblyvosti klimato-heohrafichnoho rozpodilu atmosferykh opadiv na pivdni Ukrainy [Peculiarities of climatic and geographical distribution of atmospheric precipitation in southern Ukraine]. *Bulletin of the V.N. Karazin KhNU. Ser.: Geology. Geography. Ecology*, (57), 81–94. <https://periodicals.karazin.ua/geoco/article/view/21374/19946> [in Ukrainian].
- Goncharova, L. D., Prokofiev, O. M., Reshetchenko, S. I., & Chernychenko, A. V. (2021). Vplyv atmosferykh makroprotsesiv na prostorovyi rozpodil opadiv po terytorii Ukrainy u vesnianyi sezon [Influence of atmospheric macroprocesses on the spatial distribution of precipitation over the territory of Ukraine in the spring season]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (27), 5–15. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggi_2021_27_3 [in Ukrainian].
- DSTU 3992–2000 Klimatolohiia. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat [NSU (DSTU) 3992–2000 Climatology. Terms and definitions of basic concepts] (47 p.). Kyiv: Derzhstandart of Ukraine. [in Ukrainian].
- Zamfirova, M., Khokhlov, V. (2020). Mozhlyvi zminy polia temperatury dlia pivdennoi Ukrainy v naiblyzhchomu maibutnomu [Possible changes in the temperature field for southern Ukraine in the near future]. *ΔΙΟΓΕΣ*, 104–106. <https://doi.org/10.36074/24.04.2020.v5.36> [in Ukrainian].
- Ivus, G. P., Goncharova, L. D., & Kosolapova, N. I. (2018). Prostorovo-chasovyy rozpodil atmosferykh opadiv na terytorii Odeskoi oblasti na pochatku XXI stolittia [Spatial-temporal distribution of atmospheric precipitation in the territory of Odessa region at the beginning of the 21st century]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (22), 1627. <https://doi.org/10.31481/uhmj.22.2018.02> [in Ukrainian].
- Lipynskyi, V. M., Dyachuk, V. A., & Babichenko, V. M. (Eds.). (2003). *Klimat Ukrainy* [Climate of Ukraine] (343 p.). Kyiv: Vydavnytstvo Raievskoho. [in Ukrainian].
- Stepanenko, S. M., & Polovyi, A. M. (Eds.). (2015). *Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climatic changes and their impact on the spheres of the economy of Ukraine] (520 p.). Odesa: TES. [in Ukrainian].
- Klimatychnyy kadastr Ukrainy (elektronna versiia) [Climatic Cadastre of Ukraine (electronic version)]. (2006). Kyiv: State Hydrometeorological Service, UkrNDGMI, Central Geophysical Observatory. [in Ukrainian].
- Klimatychnyy kadastr Ukrainy (elektronna versiia) [Climatic Cadastre of Ukraine (electronic version)]. (2021). Kyiv: State Hydrometeorological Service, UkrNDGMI, Central Geophysical Observatory. [in Ukrainian].
- Krakovska, S. V., Hnatyuk, N. V., Shpytal, T. M., & Palamarchuk, L. V. (2016). Proektsii zmin pryzemnoi temperatury povitria za danymy ansamblu rehionalnykh klimatychnykh modelei u rehionakh Ukrainy v XXI stolitti [Projections of changes in surface air temperature according to data from an ensemble of regional climate models in the regions of Ukraine in the 21st century]. *Scientific Works of the UkrNDGMI*, (268), 33–44. [in Ukrainian].
- Krakovska, S. V., Palamarchuk, L. V., Hnatiuk, N. V., Shpytal, T. N., & Shedemenko, I. P. (2017). Zminy polia opadiv v Ukraini u XXI st. za danymy ansamblu rehionalnykh klimatychnykh modelei [Changes in the precipitation field in Ukraine in the 21st century. according to the data of the ensemble of regional climate models]. *Geoinformatics*, (4), 62–74. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2017_4_9 [in Ukrainian].
- Kulbida, M. I., Barabash, M. B., Yelistratova, L. O., Adamenko, T. I., Grebenyuk, N. P., Tatarchuk, O. G., & Korzh, T. V. (2009). Klimat Ukrainy: u mynulomu... i maybutnomu? [Climate of Ukraine: in the past... and in the future?] (234 p.). Kyiv: Stal. [in Ukrainian].
- Kulbida, M. I., Yelistratova, L. O., & Barabash, M. B. (2013). Suchasnyi stan klimatu Ukrainy [Current state of the climate of Ukraine]. *Problems of Environmental Protection and Ecological Safety*, (35), 118–130. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2013_35_14 [in Ukrainian].
- Martazanova, V. F., Horodetska, N. S., Rybchenko, L. S., Savchuk, S. V., Grebenyuk, N. P., & Tatarchuk, O. G. (2022). Osoblyvosti temperaturno-volohisnoho rezhymu terytorii Ukrainy z pochatku XXI storichchia pid vplyvom zmin velykomasshtabnoi atmosfernoi tsyrukliatsii [Peculiarities of the temperature and humidity regime of the territory of Ukraine since the beginning of the 21st century under the influence of changes in large-scale atmospheric circulation]. *Meteorology. Hydrology. Environmental monitoring*, (2), 22–34. [in Ukrainian].
- Osadchy, V. I., & Babichenko, V. M. (2013). Temperatura povitria na terytorii Ukrainy v suchasnykh umovakh klimatu [Air temperature in the territory of Ukraine under modern climate conditions]. *Ukrainian Geographical Journal*, (4), 32–39. [in Ukrainian].

Osadchy, V. I., Babichenko, V. M., Nabyvanets, Yu. B., Skrynyk, O. Ya. (2013). *Dynamika temperatury povitria v Ukraini za period instrumentalnykh meteorologichnykh sposterezhen* [Dynamics of air temperature in Ukraine during the period of instrumental meteorological observations] (257 p.). Kyiv: Nika-Tsentr. [in Ukrainian].

Stepanenko, S. M., Polovyi, A. M. (Eds.). (2011). *Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [Assessment of the impact of climate change on the sectors of the economy of Ukraine] (696 p.). Odesa: Ekolohiia. [in Ukrainian].

Svetlitchnyi, A. A., & Ibragimova, M. S. (2016). K voprosu o sovremennykh izmeneniyah klimata Severo-Zapadnogo Prichernomor'ya [On the issue of modern climate changes in the North-Western Black Sea region. *Odesa National University Herald. Geography and Geology*, 21(1(28)), 22–41. [in Russian].

Sierga, E. M., Khokhlov, V. M., & Nedostrelova, L. V. (2020). Suchasna dynamika pokaznykiv osnovnykh klimatychnykh kharakterystyk na stantsiiakh Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomor'ya [Current dynamics of indicators of main climatic characteristics at stations of the North-Western Black Sea region]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (26), 37–49. <https://doi.org/10.31481/uhmj.26.2020.03> [in Ukrainian].

Serednia misiachna temperatura povitria po Ukraini [Average monthly air temperature in Ukraine]. (2025). <http://cgo-sreznivskyi.kyiv.ua/uk/diialnist/klimatologichna/klimatychni-danni-po-ukraini>.

Stepanenko, S. M., Polyovyi, A. M., Demyaniuk, O. S., & Dronova, O. O. (2014). Zmina rezhymu opadiv v Ukraini [Change in precipitation regime in Ukraine]. *Agroecological Journal*, (2), 10–16. [in Ukrainian].

Khokhlov, V. M., Bondarenko, V. M., & Latysh, L. G. (2009). Prostorovi rozpodil anomalii opadiv v Ukraini u 2011–2025 rokakh [Spatial distribution of precipitation anomalies in Ukraine in 2011–2025]. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (5), 54–62. [in Ukrainian].

Khokhlov, V. M., Latysh, L. G., & Tsybalyuk K. S. (2009). Mozhlyvi zminy temperaturnoho rezhymu v Ukraini u 2011–2025 rokakh [Possible changes in the temperature regime in Ukraine in 2011–2025]. *Bulletin of the Odesa State Ecological University*, (8), 70–78. [in Ukrainian].

Shestoe natsionalnoe soobshchenie Ukrainy po voprosam izmeneniya klimata [The sixth national report of Ukraine on climate change]. (2013). (342 p.). Kyiv. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/U%206nc_v7_final_%5B1%5D.pdf [in Russian].

European Climate Assessment & Dataset project. (2025). <https://www.ecad.eu>

Boychenko, S., & Maidanovych, N. (2024). A century-long tendency of change in surface air temperature on the territory of Ukraine. *Geofizychnyi Zhurnal*, 46(2), 53–79. <https://doi.org/10.24028/gj.v46i2.297227>

Global Historical Climatology Net (GHCN). (2025). <https://rda.ucar.edu/datasets/ds564.0/>

IPCC, 2007: 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., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (Eds.)] (996 p.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (Eds.)] (2391 p.). Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

Karamushka, V., Boychenko, S., Kuchma, T., & Zabarna, O. (2022). Trends in the environmental conditions, climate change and human health in the southern region of Ukraine. *Sustainability*, 14, 5664. <https://doi.org/10.3390/su14095664>

National Center for Environment Information of the National Oceanic and Atmospheric Administration. (2025). <https://www.ncei.noaa.gov>

Стаття надійшла 11.10.2025 р.

O. O. Svitlychnyi

Odesa I. I. Mechnikov National University

Department of Physical Geography, Nature Management and GIS-Technologies

2 Shampanskyi Ln, Odesa, 65058, Ukraine

svetlitchnyi.aa.od@gmail.com

MODERN CLIMATE CHANGES IN THE NORTH-WESTERN BLACK SEA REGION

Abstract

Problem Statement and Purpose. Climate change is one of the most urgent scientific and applied problems, which is the subject of numerous studies both at the global and regional levels. A large number of publications have been devoted to climate change in Ukraine in recent decades. Unfortunately, the vast majority of publications consider the entire territory of the country and use observation data from only one to three meteorological stations to characterize climate change within the North-Western Black Sea Region. The aim of this study is to characterize current changes in the main climate elements in the North-Western Black Sea Region using observation data from a representative network of meteorological stations and to assess the compliance of current rates of climate change with previously made forecasts.

Data & Methods. The assessment of climate change by its main elements – air temperature and precipitation – was carried out using meteorological observation data at 16 long-range meteorological stations scattered across the territory of Odesa and Mykolaiv regions and the central and western parts of Kherson region for the years 1961–2020. For reference stations (Izmail, Odesa, Liubashivka, Mykolaiv, Kherson, Askania-Nova), available observation data for the years 1900–2025 were used. Comparative geographical, graphical-analytical and statistical methods were used when performing the analysis and calculations.

Results. During 1961–2020, in the North-Western Black Sea Region, according to data from all weather stations used, there was an increase in surface air temperature, which led to an increase in its standard climatic norm on average for the region by 1.1 °C, and for individual weather stations – by 0.8–1.3 °C. The increase in air temperature was observed throughout all seasons of the year. At the same time, the largest increase occurred in summer and spring, the smallest in autumn and winter, which led to a further increase in the uneven distribution of air temperature by season. The change in the standard climatic norm of precipitation within the region was not as unambiguous as the air temperature. On average, for 16 weather stations, the annual precipitation layer for 1991–2020 decreased compared to 1961–1990 by 9.7 mm or 2%. At the same time, the decrease in the average annual precipitation layer occurred only at 11 meteorological stations (by 0.4–14.0%), according to the data of the other five meteorological stations, the climatic precipitation rate increased (by 0.4–6.7%). The average amount of precipitation in winter, spring and summer decreased, respectively, by 13.2, 1.0 and 4.5%, and in autumn – increased by 12.7%.

Keywords: standard climate norm, surface air temperature, precipitation, climate change, North-Western Black Sea Region.