


## Багаторічна динаміка температури повітря зимового та весняного сезонів у центральній Україні


Ольга Гелевера<sup>1</sup>

к. геогр. н., доцент, кафедра загального землеробства,  
<sup>1</sup>Центральноукраїнський національний технічний університет,  
пр. Університетський, 8, Кропивницький, 25000, Україна,  
e-mail: [olga.gelevera@gmail.com](mailto:olga.gelevera@gmail.com),  <https://orcid.org/0000-0002-1582-9714>;

Микола Мостіпан<sup>1</sup>

к. біолог. н., професор, завідувач кафедри загального землеробства,  
e-mail: [mostipan1960@ukr.net](mailto:mostipan1960@ukr.net),  <https://orcid.org/0000-0001-5317-6315>;

Сергій Топольний<sup>2</sup>

к. біолог. н., докторант,  
<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна,  
e-mail: [sergii.topolnyi@yara.com](mailto:sergii.topolnyi@yara.com),  <https://orcid.org/0009-0002-4257-2050>

Це перша частина трилогії присвяченої аналізу кліматичних показників центральної України за весь період інструментальних спостережень, у якій проаналізовано показники температури повітря за даними метеостанцій міст Умані, Кропивницького та Полтави. На усіх метеостанціях прослідковується тренд на підвищення як середніх річних температур повітря, так і температур за окремими місяцями. Зокрема, в Умані середні річні температури за весь період спостережень (137 років) зросли з +6,8°C до +8,4°C, тобто на 1,6 градуси. У Кропивницькому середні річні температури за весь період спостережень (148 років) зросли з +7,4°C до +8,8°C, тобто на 1,4 градуси. У Полтаві середні річні температури за весь період спостережень (198 років) зросли з +5,9°C до +8,4°C, тобто на 2,5 градуси (з 1886 року – з +6,4°C до +8,6°C, тобто на 2,2 градуси). На усіх метеостанціях найбільш значне підвищення середніх річних температур відбулося у період з 1989 по 2022 роки. Найбільше підвищення температури відбулося у зимові місяці. За весь період спостережень середньомісячні температури грудня зросли на від 2,0 градусів у Кропивницькому, 2,3 градуси – в Умані до 3,6 градусів (з 1886 року – 3,3) у Полтаві. Середньомісячні температури січня зросли на від 2,4 в Умані та Кропивницькому до 4,9 градусів (з 1886 року – 3,5) у Полтаві. Середньомісячні температури лютого зросли на від 2,2 градусів у Кропивницькому, 3,4 – в Умані до 4,1 (з 1886 року – 2,9) градусів у Полтаві. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, підвищення середньомісячних температур зимових місяців відбувалося 1987-1989 по 2022 роки. Також значно зросли температури повітря у весняні місяці. За весь період спостережень середньомісячні температури березня зросли від 2,3 градусів у Кропивницькому, 3,0 – в Умані до 3,6 (з 1886 року – 3,5) градусів у Полтаві. Середньомісячні температури квітня зросли від 2,1 градусів у Кропивницькому, 2,4 – в Умані до 4,2 (з 1886 року – 3,4) градусів у Полтаві. Середньомісячні температури травня зросли на від 0,5 градусів в Умані та Кропивницькому до 2,9 (з 1886 року – 1,3) – у Полтаві. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, незначне підвищення середньомісячних весняних температур відбувалося з 1988-1990 по 2022 роки.

**Ключові слова:** клімат, температура, середня місячна температура повітря, територія України, регіональні зміни клімату, зима, весна.

**Як цитувати:** Гелевера Ольга. Багаторічна динаміка температури повітря зимового та весняного сезонів у центральній Україні / Ольга Гелевера, Микола Мостіпан, Сергій Топольний // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія», 2023. – Вип. 59. – С. 83-94. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-59-07>

**In cites:** Helevera Olha, Mostipan Mykola, Topolnyi Sergii (2023). Winter and spring long-term dynamic of air temperature 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]

**Постановка проблеми.** Питання аналізу і прогнозу зміни погодно-кліматичних умов у певні періоди часу є найбільш складним у кліматології. Взаємодія атмосферної і океанічної циркуляції з полярною кригою створює не тільки короткострокові коливання погоди, але і зміни, що можуть тривати до 10 тисяч років. Найменш вивченими залишаються короткострокові цикли довжиною 11-33 років. Коливання менших інтервалів розглядаються як мінливість клімату, а більш тривалі - як коливання, які мають незворотній характер.

Детальне розуміння часових і просторових

закономірностей зміни клімату з високою роздільною здатністю протягом попередніх століть має важливе значення для оцінки ступеня, до якого зміни кінця 20-го – початку 21-го століття можуть бути незвичними у світлі доіндустріальної природної мінливості клімату.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Колівання температурних показників для Європи за період до 1500 року найбільш детально розглянуті у праці «European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since 1500». Автори використали мультипроксі-реконструкції полів місячної та сезонної температури

поверхні та з'ясували, що європейський клімат кінця 20-го та початку 21-го століття дуже ймовірно (рівень достовірності >95%) тепліший, ніж будь-який час протягом останніх 500 років. Це узгоджується з висновками для всієї Північної півкулі. Середні європейські зимові температури у період із 1500 по 1900 роки нижчі на  $\sim 0,5^{\circ}\text{C}$  ( $0,25^{\circ}\text{C}$  для середньорічних температур) порівняно з 20-м століттям. Літні температури не зазнавали систематичного охолодження в столітньому масштабі відносно сучасних умов. Найхолоднішою європейською зимою була 1708-1709 років; 2003 рік був з найспекотнішим літом [12].

За винятком двох коротких періодів приблизно в 1530 і 1730 роках, європейські зими були загалом холоднішими, ніж у 20 столітті. Найхолодніші зимові періоди спостерігалися наприкінці 16 століття, протягом останніх десятиліть 17 століття та наприкінці 19 століття [12]. Період повернення (повторення найхолоднішої зими 1708-1709 років) від 200 до 500 років для зимових умов від 1750 до  $\sim 1900$ . Потепління 20-го століття призводить до збільшення цього періоду.

Сильний зимовий тренд потепління спостерігався між 1684 і 1738 роками. Лінійний тренд для цього періоду становить  $+0,32^{\circ}\text{C}$  на десятиліття. Такого інтенсивного підвищення температури взимку в Європі протягом порівнянного періоду часу не спостерігалось в іншому місці за 500-річний запис. Масштабне потепління в Європі за цей час могло бути спричинене різними процесами: посилення сонячної активності та великі виверження вулканів призводять до континентального потепління, проте, сонячні зміни впливають на континентальні масштаби набагато сильніше [12].

Лінійний тренд зимової температури для 20-го століття (з 1901 по 2000 рік) становить  $+0,08^{\circ}\text{C}$  на десятиліття. Зима 1989-1990 років і десятиліття з 1989 по 1998 рік були найтеплішими з 1500 року. Період з 1989 по 1998 рік був майже два рази теплішим, ніж друге найтепліше десятиліття (1733-1742), таким чином, було тепліше, ніж у будь-яке інше десятиліття з 1500 року. У багатодесятирічній часовій шкалі (30-річні середні значення), зими між 1973 і 2002 роками, ймовірно, були (імовірність 85%) найтеплішим 30-річним періодом останнього півтисячоліття. Однак зима 2002-2003 була на  $0,4^{\circ}\text{C}$  холоднішою, ніж середній показник за 1901–1995 роки. 19 століття ( $-0,32^{\circ}\text{C}$ ) було найхолоднішим за останні півтисячоліття [12]. Найхолодніші десятирічні періоди спостерігалися у другій половині 19 століття та наприкінці 17 століття. Десятирічні континентальні річні зміни температури протягом доіндустріальних часів, очевидно, зумовлені головним чином змінами сонячної активності [19], хоча

тривалі періоди вулканізму також могли сприяти похолоданню в Європі.

20-е століття (1901-2000) було найтеплішим з 1500 року. У 20-му столітті спостерігалася сильна тенденція до потепління  $+0,08^{\circ}\text{C}$  за десятиліття. Останні 30 років (1974–2003) температури були на  $\sim 0,45^{\circ}\text{C}$  вищими, ніж другі найтепліші 30-річні періоди (1722–1751 та 1750–1779) реконструкції. Дев'ять найтепліших європейських років відбулися з 1989 року. 1989 рік ( $+1,3^{\circ}\text{C}$ ) і десятиліття з 1994 по 2003 рік ( $+0,84^{\circ}\text{C}$ ) були, найвірогідніше, найтеплішими за понад півтисячоліття [12].

Температура повітря у кожному з останніх трьох десятиріч була вищою за всі попередні, починаючи з 1850, а перше десятиріччя 21-го століття було найтеплішим. У Північній півкулі період з 1983 по 2012 був, найтеплішим 30-ти річним періодом за останні 1400 років. Середня температура земної поверхні зросла на  $0,85^{\circ}\text{C}$  протягом періоду з 1880 по 2012 рік, що було розраховано з використанням лінійного тренду на основі декількох окремо розроблених рядів даних [14].

Згідно очікуваних майбутніх змін клімату, зміна середньої глобальної приземної температури у короткостроковій перспективі за період 2016–2035 рр. в порівнянні з 1986–2005 рр. буде, ймовірно, в діапазоні  $0,3\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$ . Ця оцінка передбачає відсутність великих вивержень вулканів або довготривалих змін сумарної сонячної радіації [15]. Проте, у кінці 2021 – на початку 2022 років відбулося виверження вулкану Hunga Tonga-Hunga Ha'apai (НТНН), який викинув величезну кількість водяної пари в атмосферу, що призвело до підвищення температури у зимові місяці у північній півкулі [20]. У короткостроковій перспективі (2021-2040 рр.) вельми вірогідним є збільшення середньої глобальної приземної температури за 20 років на  $1,5^{\circ}\text{C}$  порівняно із середнім показником за період 1850-1900 рр [18]. Дуже ймовірно, що частота холодних періодів і морозних днів буде продовжувати зменшуватися протягом цього століття, і цілком ймовірно, що холодні періоди практично зникнуть до кінця століття [13].

Тривають дослідження динаміки кліматичних показників для території України та її регіонів [1, 2, 22], проте часто вони охоплюють не весь період інструментальних спостережень [3, 7]. Дослідники зазначають, що середньорічна температура підвищилася на  $0,6\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  за 100 років [9, 10]. Є спроби прогнозування змін клімату на основі проєкції регіональних кліматичних характеристик (на прикладі Одеської області). Відповідно до них у період найближчого майбутнього (до 2030 року) зміни середньої річної температури повітря відносно сучасного періоду складають  $+0,44\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ , а її значення –  $10,9^{\circ}\text{C}$ . Несуттєві зміни

середньої місячної температури повітря (у межах  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ ) очікуються з січня до березня, а з квітня і до кінця року очікується поступальне підвищення середніх місячних температур повітря. Найбільші підвищення очікуються у грудні, вересні та липні ( $+0,8\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ,  $+0,79\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ,  $+0,74\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  відповідно) [5].

Проекції змін температури повітря на території України до середини XXI ст. вказують на одностороннє потепління в усі місяці року. Зміни середньої річної температури у цьому періоді прогноуються  $+1,41\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ , а її значення –  $11,9^{\circ}\text{C}$ , що на  $1,0^{\circ}\text{C}$  вище за попередній період. Максимальні значення змін очікуються, як і в попередньому періоді, у грудні  $+2,05\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ . На відміну від періоду найближчого майбутнього, значні зміни відбудуться у серпні  $+1,81\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  та січні  $+1,61\pm 0,6^{\circ}\text{C}$ , найменші – навесні з мінімумом у лютому  $+0,79\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ . Січень, як і в період 2011-2030 рр., очікується найхолоднішим місцем року ( $-0,3^{\circ}\text{C}$ ) [5]. У порівнянні з 1961–1990 роками, найменших змін зазнає середньомісячна температура повітря весною та восени (до  $1^{\circ}\text{C}$ ), тоді як збільшення температури влітку та взимку становитиме  $2,5\text{--}3,5^{\circ}\text{C}$  [23].

У січні температура підвищилась повсюдно. Найбільше підвищення ( $3,0^{\circ}\text{C}$ ) відбулося на північному сході та сході, на значній частині країни воно становило  $2,0^{\circ}\text{C}$ , на півдні й Закарпатській низовині  $1,0\text{--}1,4^{\circ}\text{C}$  [6]. У лютому на більшій частині території потеплішало на  $1,5\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$ , на південному сході температура повітря підвищилась на  $1,0^{\circ}\text{C}$ , у Криму і на Закарпатті – на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . У березні підвищення на  $1,0\text{--}1,5^{\circ}\text{C}$  відмічається на переважній частині території, а на Закарпатській низовині – всього на  $0,3^{\circ}\text{C}$ . У квітні температура повітря за 1991-2010 рр. на більшій частині території стала вищою на  $1,0^{\circ}\text{C}$  і лише на півдні та на Закарпатті вона підвищилась на  $0,4^{\circ}\text{C}$ . У травні на заході відбулося незначне підвищення температури повітря (на  $0,4\text{--}0,7^{\circ}\text{C}$ ), на решті території температура майже не змінилась. У грудні відбулося зниження температури повітря на  $0,1\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$  по всій території. Загалом за рік повсюдно температура повітря підвищилась майже на  $1,0^{\circ}\text{C}$  [6]. Важливо виявити динаміку сучасних змін температури повітря на тлі вікового ходу температури за весь період спостережень (1881-2010 рр.), де чітко простежуються її тривалі підвищення та зниження. Умовно можна виділити два періоди: 1881- 1946 рр. та 1947-2010 рр. Порівняння цих періодів показало, що у зимові місяці температура повітря за 1947-2010 рр. вища ніж за 1881-1946 рр., а в літні – вона майже однакова за ці ж періоди. У зимові місяці стійка тенденція до підвищення температури повітря, яка спостерігається не лише в останні роки (1991-2010 рр.), а

упродовж тривалого часу, вплинула на період 1947-2010 рр.

Середня річна температура повітря в останні майже двадцять років має загальний тренд зростання, не зважаючи на те, що у часовому розподілі чітко виокремлюються два періоди: 2000-2006 та 2007-2018 років. Причому, у першому випадку спостерігається незначне зниження, а у другому – збільшення значень цієї характеристики. У північних та північно-східних регіонах України річна температура зросла на  $1,0\pm 0,2^{\circ}\text{C}$  /100 років; у південних та південно-західних регіонах – лише на  $0,5\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  /100 років; спостерігається зменшення амплітуди сезонного ходу температури на  $\sim 0,4\text{--}0,5^{\circ}\text{C}$ : значне потепління в холодний період року ( $1,0\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$  /100 років), для весни ( $1,5\text{--}2,0^{\circ}\text{C}$  /100 років); потепління було незначним у літні місяці [10].

Дослідники відзначають, що потепління клімату на території України загалом позитивно впливає на продуктивність рослинництва: можна прогнозувати збільшення врожаю озимої пшениці у всіх природно-кліматичних зонах України, в т. ч. для Лісостепу до 10-15%, для Степу і Полісся до 20-30%. У сприятливі роки за умовами зволоження врожайність озимої пшениці, як і у цілому зернових культур, може значно збільшитися на всій території України. Таким чином, очікується, що зміни клімату сприятимуть у середньостроковій і довгостроковій перспективі помітному збільшенню урожайності та валових зборів як озимої пшениці, так і інших зернових, в т.ч. кукурудзи. При цьому очікується, що озима та яра пшениці, ячмінь, рис, соя будуть рости краще, строки їх дозрівання прискоряться, а врожайність збільшиться на 20-30%, а урожайність кукурудзи, сорго, просо може знизитися [4].

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття.** Зміни клімату з роздільною здатністю від сезонного до річного протягом останніх століть були висвітлені у ряді досліджень, які включали експерименти з моделювання клімату з оцінками природних і антропогенних радіаційних змін та емпіричні реконструкції [11, 14, 16, 17, 19]. Реконструкції температури півкулі та глобальної температури не дають інформації про варіації регіонального масштабу, такі як характерні сезонні закономірності зміни клімату, які відбувалися, зокрема, у центральній Україні протягом останніх століть. Зараз велика увага приділяється дослідженню локальних (регіональних) кліматів, бо тенденції змін температури повітря є неоднозначними у різних регіонах. Тому залишається актуальним питання опрацювання інструментальних досліджень клімату центральної України за якомога триваліший час.

**Метою дослідження** є аналіз даних метеостанцій центральної України, які мають найтриваліший безперервний чи майже безперервний період спостережень (Умань, Кропивницький, Полтава). Завданням дослідження є визначення: – змін середньорічних температур повітря; – змін середньомісячних температур повітря зимових та весняних сезонів; – періодів підвищення та зниження температурних показників протягом всього часу інструментальних спостережень (137-198 років) на території центральної України.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для характеристики клімату центральної України взяті метеорологічні дані метеостанцій, які мають найтриваліший безперервний чи майже безперервний період спостережень. Зокрема, проаналізовані температурні показники:

1. Метеорологічної станції в Умані (Черкаська область), яка має координати: широта 48.77 довгота 30.23, розташована на висоті 216 м над рівнем моря. Метеостанція працює з 1885 року та наявні безперервні дані за 137 років.

2. Метеорологічної станції у Кропивницькому (Кіровоградська область), яка має координати: широта 48.52 довгота 32.20, розташована на висоті 171 м над рівнем моря. Метеостанція працює з 1874 року, проте, частково або повністю

відсутні метеодані за 1941-1944 рр. Проаналізовані метеодані за 148 років.

Метеорологічної станції у Полтаві має координати: широта 49.60 довгота 34.55, розташована на висоті 160 м над рівнем моря. Метеостанція працює з 1824 року, проте, частково або повністю відсутні метеодані за 1832-1835, 1858, 1865-1885, 1941-1943 рр. Проаналізовані метеодані за 198 років.

Ряд вчених виділяють періодичні компоненти кліматичних змін, основним з яких є одинадцятирічний цикл сонячної активності (цикл Швабе) [2]. Тому окрім емпіричних даних на графіках ми додали одинадцятирічні ковзні.

Аналіз даних метеорологічної станції в Умані за 137 років показав наступне: середня річна температура повітря складає  $+7,62^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була зафіксована у 1942 році  $+4,8^{\circ}$ . Найвища – у 2020 році  $+10,7^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середні річні температури за весь період спостережень зросли з  $+6,8^{\circ}$  до  $+8,4^{\circ}$ , тобто на  $1,6^{\circ}\text{C}$ . За період з 1885 по 1987 підвищення середньої річної температури майже не відбувалося. Натомість, з 1989 по 2022 відбулося досить значне підвищення температури, згідно графіку одинадцятирічних ковзних (рис. 1).

Аналіз даних метеорологічної станції у Кро-



Рис. 1. Середні річні температури у  $^{\circ}\text{C}$  на території центральної України (Умань, Кропивницький, Полтава): 1 – емпіричні дані; 2 – одинадцятирічні ковзні; 3 – лінійний тренд /

Fig. 1. Average annual temperatures in  $^{\circ}\text{C}$  in central Ukraine (Uman, Kropyvnytskyi, Poltava): 1 – empirical data; 2 – eleven-year moving averages; 3 – linear trend

Кропивницькому за 148 років показав наступне: середня річна температура повітря складає  $+8,15^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була зафіксована у 1987 році  $+5,9^{\circ}\text{C}$ . Найвища – у 2020 році  $+11,0^{\circ}\text{C}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середні річні температури за весь період спостережень зросли з  $+7,4$  до  $+8,8^{\circ}\text{C}$ , тобто на  $1,4$  градуси. За період з 1874 по 1987 підвищення середньої річної температури майже не відбувалося. Натомість, з 1989 по 2022 також відбулося досить значне підвищення температури, згідно графіку одинадцятирічних ковзних (рис. 1).

Аналіз даних метеорологічної станції у Полтаві за 198 років показав наступне: середня річна температура повітря складає  $+7,29^{\circ}$ . Найнижча була зафіксована у 1840 році  $+4,6^{\circ}\text{C}$ . Найвища – у 2020 році  $+10,6^{\circ}\text{C}$ . Згідно графіку лінійного трен-

ду, середні річні температури за весь період спостережень зросли з  $+5,9^{\circ}$  до  $+8,4^{\circ}$ , тобто на  $2,5$  градуси (з 1886 року – з  $+6,4^{\circ}$  до  $+8,6^{\circ}$ , тобто на  $2,2^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1824 по 1863 роки – підвищення температури; з 1887 по 1933 роки – незначні коливання температури; з 1934 по 1975 роки – незначне підвищення температури; з 1976 по 1987 роки – незначне зниження температури; з 1989 по 2022 роки – досить значне підвищення температури (рис. 1).

#### **Характеристика зимових місяців року**

**Грудень:** Середньомісячна багаторічна температура грудня в Умані становить  $-2,71^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була зафіксована у 1890 році  $-11,3^{\circ}$ . Найвища – у 1960 році  $+3,2^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного

тренду, середньомісячні температури грудня за весь період спостережень зросли з  $-3,9^{\circ}$  до  $-1,6^{\circ}$ , тобто на 2,3 градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1919 роки – підвищення температури; з 1920 по 1934 роки – незначне зниження температури; з 1935 по 1960 роки – незначне підвищення температури; з 1961 по 2003 роки – незначні коливання температури; з 2004 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура грудня найвища серед досліджуваних метеостанцій  $-2,60^{\circ}$ . Найнижча була

зафіксована теж у 1890 році  $-10,5^{\circ}$ . Найвища – у 1886 році  $+3,7^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури грудня за весь період спостережень зросли з  $-3,6^{\circ}$  до  $-1,6^{\circ}$  тобто на  $2,0^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1899 роки - незначні коливання температури; з 1900 по 1918 роки – незначне підвищення температури; з 1919 по 1934 роки – незначне зниження температури; з 1935 по 1960 роки – незначне підвищення температури; з 1961 по 2003 роки – незначні коливання температури; з 2004 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

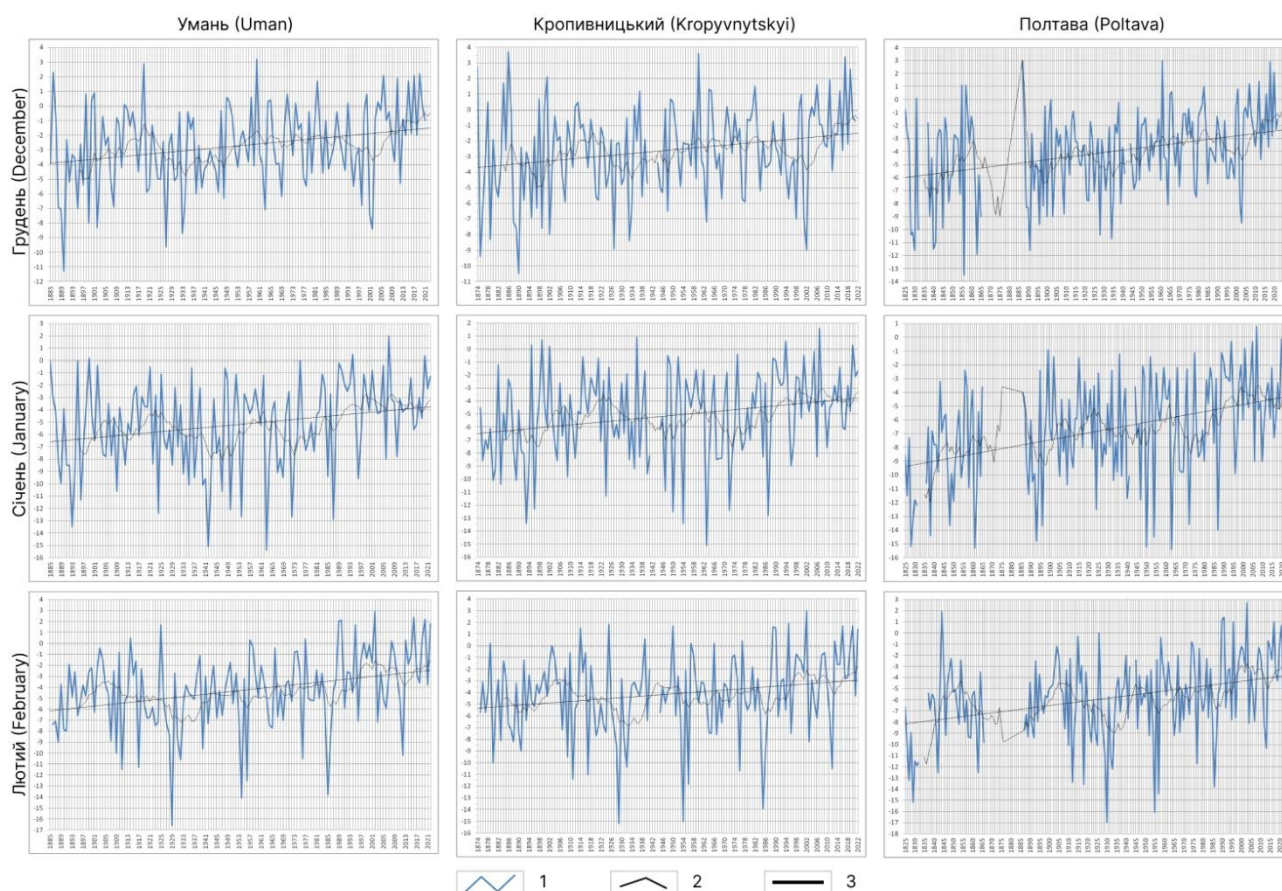


Рис. 2. Середні температури у  $^{\circ}\text{C}$  зимових місяців (грудень, січень, лютий)

на території центральної України (Умань, Кропивницький, Полтава) :

1 – емпіричні дані; 2 – одинадцятирічні ковзні; 3 – лінійний тренд /

Fig. 2. Average temperatures in  $^{\circ}\text{C}$  in the winter months (December, January, February) in central Ukraine (Uman, Kropyvnytskyi, Poltava) : 1 – empirical data; 2 – eleven-year moving averages; 3 – linear trend

У Полтаві середньомісячна багаторічна температура найнижча серед досліджуваних метеостанцій  $-4,05^{\circ}\text{C}$ . Найнижча у 1855 році  $-13,5^{\circ}$ . Найвища спостерігалася у 1960 році, так само як в Умані,  $+3,0^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури грудня за весь період спостережень значно зросли з  $-6,0^{\circ}$  до  $-2,4^{\circ}$ , тобто на 3,6 градуси ( з 1886 року – з  $-5,3^{\circ}$  до  $-2,0^{\circ}$ , тобто на  $3,3^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1825 по 1860 роки - підвищення температури; з 1888 по

1934 роки – незначні коливання температури; з 1936 по 1983 роки – незначне підвищення температури; з 1985 по 2003 роки – незначне зниження температури; з 2004 по 2022 роки – підвищення температури (рис. 2).

Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, підвищення середньомісячних температур грудня відбувалося з 2004 по 2022 роки.

**Січень:** в Умані середньомісячна багаторічна температура становить  $-5,22^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була

зафіксована у 1963 році  $-15,4^{\circ}$ . Найвища – у 2007 році  $+2,0^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури січня за весь період спостережень зросли з  $-6,5^{\circ}$  до  $-4,1^{\circ}$ , тобто на  $2,4$  градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1923 роки – незначне підвищення температури; з 1924 по 1947 роки – незначне зниження температури; з 1948 по 1962 роки – незначне підвищення температури; з 1963 по 1972 роки – незначне зниження температури; з 1975 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура серед досліджуваних метеостанцій найвища  $-5,12^{\circ}\text{C}$ . Найнижча теж у 1963 році  $-15,1^{\circ}$ . Найвища – теж у 2007 році  $+1,6^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури січня за весь період спостережень зросли з  $-6,4^{\circ}$  до  $-4,0^{\circ}$ , тобто на  $2,4^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1923 роки – незначне підвищення температури; з 1924 по 1947 роки – незначне зниження температури; з 1948 по 1962 роки – незначне підвищення температури; з 1963 по 1972 роки – незначне зниження температури; з 1975 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

У Полтаві середньомісячна багаторічна температура січня найнижча серед досліджуваних метеостанцій  $-6,65^{\circ}$ . Найнижча спостерігалася теж у 1963 році  $-15,4^{\circ}$ . Найвища – у 2007 теж році  $+0,8^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури січня за весь період спостережень значно зросли з  $-9,2^{\circ}$  до  $-4,3^{\circ}$ , тобто на  $4,9$  градуси (з 1886 року – з  $-7,8^{\circ}$  до  $-4,3^{\circ}$ , тобто на  $3,5^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1825 по 1860 роки – підвищення температури; з 1887 по 1962 роки – незначні коливання температури; з 1963 по 1987 роки – незначне зниження температури; з 1989 по 2022 роки – досить значне підвищення температури (рис. 2).

На всіх досліджуваних метеостанціях за весь період спостережень найнижчі середньомісячні температури січня були зафіксовані у 1963 році, а найвищі – у 2007 році. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, зниження середньомісячних температур січня відбувалося з 1963 по 1972-1987 роки, а з 1989 по 2022 роки відбулося підвищення температури повітря.

**Лютий:** в Умані середньомісячна багаторічна температура становить  $-4,28^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була зафіксована у 1929 році  $-16,6^{\circ}$ . Найвища у 2002 році  $+2,9^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури лютого за весь період спостережень значно зросли з  $-6,0^{\circ}$  до  $-2,6^{\circ}$ ,

тобто на  $3,4$  градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1904 роки – незначне підвищення температури; з 1905 по 1932 роки – незначне зниження температури; з 1933 по 1944 роки – незначне підвищення температури; з 1945 по 1985 – незначні коливання температури; з 1987 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура серед досліджуваних метеостанцій найвища і становить  $-4,14^{\circ}$ . Найнижча теж у 1929 році  $-15,2^{\circ}$ . Найвища спостерігалася теж у 2002 році  $+3,0^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури лютого за весь період спостережень зросли з  $-5,2^{\circ}$  до  $-3,0^{\circ}$ , тобто на  $2,2^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1904 роки – незначне підвищення температури; з 1905 по 1932 роки – незначне зниження температури; з 1933 по 1946 роки – незначне підвищення температури; з 1948 по 1985 – незначні коливання температури; з 1987 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

У Полтаві середньомісячна багаторічна температура лютого найнижча серед досліджуваних метеостанцій  $-5,83^{\circ}$ . Найнижча спостерігалася теж у 1929 році  $-17,0^{\circ}$ . Найвища – теж у 2002 році  $+2,7^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури лютого за весь період спостережень значно зросли з  $-8,0^{\circ}$  до  $-3,9^{\circ}$ , тобто на  $4,1$  градуси (з 1886 року – з  $-7,2^{\circ}$  до  $-4,3^{\circ}$ , тобто на  $2,9^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1825 по 1854 роки – підвищення температури; з 1904 по 1933 роки – зниження температури; з 1934 по 1986 роки – незначні коливання температури; з 1989 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 2).

На всіх досліджуваних метеостанціях за весь період спостережень найнижчі середньомісячні температури лютого були зафіксовані у 1929 році, а найвищі – у 2002 році. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, зниження середньомісячних температур лютого відбувалося з 1904-1905 по 1932-1933 роки, а з 1987-1989 по 2022 роки відбулося незначне підвищення температури повітря.

Отже, зимовий сезон найтепліший у Кропивницькому, а найхолодніший – у Полтаві, що пояснюється збільшенням континентальності клімату.

#### *Характеристика весняних місяців року*

**Березень:** в Умані середньомісячна багаторічна температура становить  $+0,48^{\circ}$ . Найнижча була зафіксована у 1952 році  $-7,3^{\circ}$ . Найвища у 1990 році  $+6,7^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури березня за весь період спостережень зросли з  $-1,0^{\circ}$  до  $+2,0^{\circ}$ , тобто на  $3,0$

градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1921 роки – незначне підвищення температури; з 1922 по 1932 роки – незначне зниження температури; з 1933 по 1987 - незначні коливання температури; з 1988 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 3).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура найвища серед досліджуваних метеостанцій  $+0,72^{\circ}$ . Найнижча – у 1987 році  $-7,7^{\circ}$ . Найвища спостерігалася у 2020 році  $+6,7^{\circ}$ .

Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури березня за весь період спостережень зросли з  $-0,5^{\circ}$  до  $+1,8^{\circ}$ , тобто на  $2,3$  градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1922 роки – незначне підвищення температури; з 1923 по 1932 роки – незначне зниження температури; з 1933 по 1987 - незначні коливання температури; з 1988 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 3).

У Полтаві середньомісячна багаторічна тем-

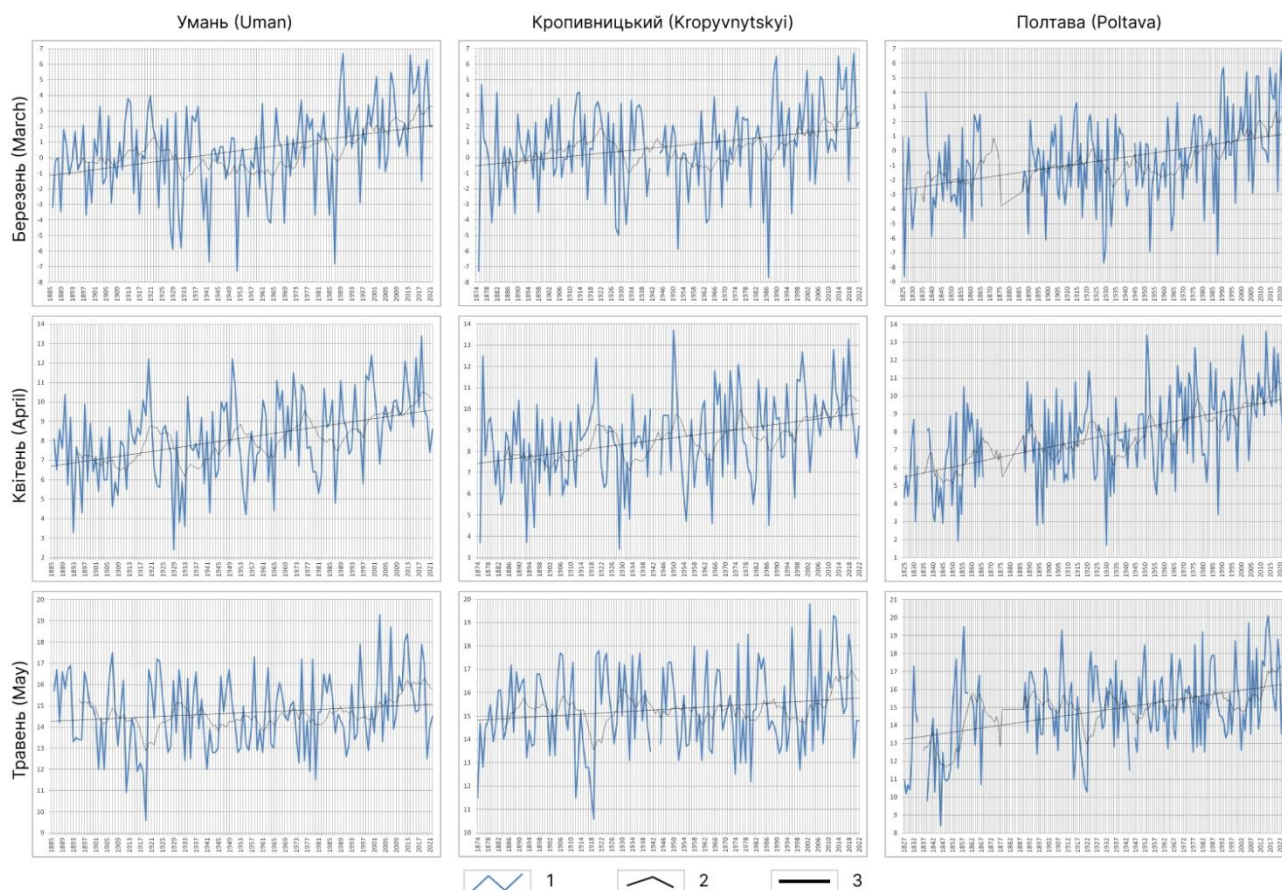


Рис. 3. Середні температури у  $^{\circ}\text{C}$  весняних місяців (березень, квітень, травень) на території центральної України (Умань, Кропивницький, Полтава):

1 – емпіричні дані; 2 – одинадцятирічні ковзні; 3 – лінійний тренд /

Fig. 3. Average temperatures in  $^{\circ}\text{C}$  in the spring months (March, April, May) in central Ukraine (Uman, Kropyvnytskyi, Poltava): 1 – empirical data; 2 – eleven-year moving averages; 3 – linear trend

пература березня серед досліджуваних метеостанцій найнижча  $-0,61^{\circ}$ . Найнижча спостерігалася у 1825 році  $-8,6^{\circ}$ . Найвища теж у 2020 році  $+6,8^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури березня за весь період спостережень значно зросли з  $-2,5^{\circ}$  до  $+1,1^{\circ}$ , тобто на  $3,6$  градуси (з 1886 року – з  $-2,1^{\circ}$  до  $+1,4^{\circ}$ , тобто на  $3,5^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1825 по 1865 роки – незначне підвищення температури; з 1888 по 1989 роки – незначні коливання температури; з 1990 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 3).

Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, незначне підвищення середньомісячних температур березня відбувалося з 1988-1990 по 2022 роки.

**Квітень:** в Умані середньомісячна багаторічна температура становить  $+8,15^{\circ}\text{C}$ . Найнижча була зафіксована у 1929 році  $+2,4^{\circ}$ . Найвища у 2018 році  $+13,4^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури квітня за весь період спостережень зросли з  $+6,9^{\circ}$  до  $+9,3^{\circ}$ , тобто на  $2,4^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1912 роки – незначні коливання температури;

з 1913 по 1920 роки – незначне підвищення температури; з 1921 по 1932 роки – незначне зниження температури; з 1934 по 1951 роки – незначне підвищення температури; з 1952 по 1965 роки – незначне зниження температури; з 1966 по 1976 роки – незначне підвищення температури; з 1977 по 1987 – незначне зниження температури; з 1988 по 2022 роки – підвищення температури (рис. 3).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура серед досліджуваних метеостанцій найвища  $+8,62^{\circ}$ . Найнижча теж у 1929 році  $+3,4^{\circ}$ . Найвища спостерігалася у 1950 році  $+13,7^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури квітня за весь період спостережень зросли з  $+7,5^{\circ}$  до  $+9,6^{\circ}$ , тобто на  $2,1$  градуси. Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1912 роки – незначні коливання температури; з 1913 по 1920 роки – незначне підвищення температури; з 1921 по 1933 роки – незначне зниження температури; з 1934 по 1950 роки – незначне підвищення температури; з 1952 по 1965 роки – незначне зниження температури; з 1966 по 1976 роки – незначне підвищення температури; з 1977 по 1987 – незначне зниження температури; з 1988 по 2022 роки – підвищення температури (рис. 3).

У Полтаві середньомісячна багаторічна температура найнижча  $+7,84^{\circ}$ . Найнижча теж у 1929 році  $+1,7^{\circ}$ . Найвища у 2012 році  $+13,6^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури квітня за весь період спостережень значно зросли з  $+5,6^{\circ}$  до  $+9,8^{\circ}$ , тобто на  $4,2$  градуси (з 1886 року – з  $+6,6^{\circ}$  до  $+10,0^{\circ}$ , тобто на  $3,4^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити п'ять невеликих періодів підвищення та зниження температури з загальною тенденцією до підвищення температури: з 1845 по 1865 роки – підвищення температури; з 1889 по 1903 роки – зниження температури; з 1904 по 1921 роки – підвищення температури; з 1924 по 1934 роки – зниження температури; з 1935 по 1951 роки – підвищення температури; з 1953 по 1966 – зниження температури; з 1967 по 1977 – підвищення температури; з 1978 по 1988 – зниження температури; з 1990 по 2022 роки – підвищення температури (рис. 3).

На всіх досліджуваних метеостанціях за весь період спостережень найнижчі середньомісячні температури квітня були зафіксовані у 1929 році. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, підвищення середньомісячних температур квітня відбувалося з 1904-1913 по 1920-1921 роки; з 1921-1924 по 1933-1934 роки відбувалося зниження температури; з 1934-1935 по 1950-1951 роки – незначне підвищення температури; з 1952-1953 по 1965-1966 роки – незначне зниження температури;

з 1966-1967 по 1976-1977 роки – незначне підвищення температури; з 1977-1988 по 1987-1988 роки – незначне зниження температури; з 1988-1990 по 2022 роки – підвищення температури повітря.

**Травень:** в Умані середньомісячна багаторічна температура найнижча серед досліджуваних метеостанцій  $+14,67^{\circ}$ . Найнижча була зафіксована у 1919 році  $+9,6^{\circ}$ . Найвища – у 2010 році  $+19,3^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури травня за весь період спостережень незначно зросли з  $+14,5^{\circ}$  до  $+15,0^{\circ}$ , тобто на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1885 по 1919 роки – незначне зниження температури; з 1920 по 1931 роки – незначне підвищення температури; з 1932 по 1999 – незначні коливання температури; з 2000 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 3).

У Кропивницькому середньомісячна багаторічна температура найвища  $+15,29^{\circ}$ . Найнижча теж у 1919 році  $+10,6^{\circ}$ . Найвища спостерігалася у 2003 році  $+19,8^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури травня за весь період спостережень незначно зросли з  $+14,9^{\circ}$  до  $+15,6^{\circ}$ , тобто на  $0,5^{\circ}\text{C}$ . Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1874 по 1919 роки – незначне зниження температури; з 1920 по 1931 роки – незначне підвищення температури; з 1932 по 1999 – незначні коливання температури; з 2000 по 2022 роки – незначне підвищення температури (рис. 3).

У Полтаві середньомісячна багаторічна температура  $+14,89^{\circ}$ . Найнижча – у 1843 році  $+8,4^{\circ}$ . Найвища спостерігалася у 2013 році  $+20,1^{\circ}$ . Згідно графіку лінійного тренду, середньомісячні температури травня за весь період спостережень зросли з  $+13,3^{\circ}$  до  $+16,2^{\circ}$ , тобто на  $2,9$  градуси (з 1886 року – з  $+14,7^{\circ}$  до  $+16,0^{\circ}$ , тобто на  $1,3^{\circ}\text{C}$ ). Аналізуючи графік одинадцятирічних ковзних, можна виділити наступні періоди: з 1827 по 1866 роки – підвищення температури; з 1892 по 1923 роки – зниження температури; з 1924 по 1987 роки – незначні коливання температури; з 1988 по 2003 роки – незначне зниження температури; з 2004 по 2022 роки – підвищення температури (рис. 3).

Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, зниження середньомісячних температур травня відбувалося до 1919-1923 років; з 2000-2004 по 2022 роки – підвищення температури повітря.

Отже, весняний сезон найтепліший у Кропивницькому, а найхолодніший (крім травня) – у Полтаві, що пояснюється збільшенням континентальності клімату.



**Висновки.** Аналіз даних метеостанцій центральної України за весь період спостережень показав наступне: середні річні температури зросли від 1,4°C у Кропивницькому, 1,6 – в Умані до 2,5 (з 1886 року – 2,2) – у Полтаві. Найвищі середні річні температури повітря на всіх метеостанціях були зафіксовані у 2019 та 2020 роках.

Найбільше зросли температури у зимові місяці. За весь період спостережень середньомісячні температури грудня зросли від 2,0°C у Кропивницькому, 2,3 градуси – в Умані до 3,6°C (з 1886 року – 3,3) у Полтаві. Середньомісячні температури січня зросли від 2,4 в Умані та Кропивницькому до 4,9 градусів (з 1886 року – 3,5) у Полтаві. Середньомісячні температури лютого зросли від 2,2°C у Кропивницькому, 3,4 – в Умані до 4,1 (з 1886 року – 2,9) градусів у Полтаві. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, підвищення середньомісячних температур зимових місяців відбувалося 1987-1989 по 2022 роки.

Також значно зросли температури повітря ве-

сняних місяців. За весь період спостережень середньомісячні температури березня зросли від 2,3°C у Кропивницькому, 3,0 – в Умані до 3,6 (з 1886 року – 3,5) градусів у Полтаві. Середньомісячні температури квітня зросли від 2,1°C у Кропивницькому, 2,4 – в Умані до 4,2 (з 1886 року – 3,4) градусів у Полтаві. Середньомісячні температури травня зросли від 0,5°C в Умані та Кропивницькому до 2,9 (з 1886 року – 1,3) – у Полтаві. Для всіх трьох метеостанцій є спільні періоди підвищень та знижень температури, зокрема, незначне підвищення середньомісячних весняних температур відбувалося з 1988-1990 по 2022 роки.

Аналізуючи графіки одинадцятирічних ковзних можна помітити наявність періодів зростання-зниження середньомісячних температур, що тривають близько 33-х років чи подвоєних періодів тривалістю близько 66-ти років. Через відсутність метеорологічних даних за тривалий період, такі закономірності досить складно виявити, проте, це перспективний напрямок для подальших досліджень.

#### Список використаної літератури

1. Воровка В. П., Марченко О. А., Гришко С. В., Яценюк Ю. В. Динаміка кліматичних характеристик міста Мелітополь як складова глобальних змін. Екологічні науки. 2022. № 6. С. 105–109. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.17>
2. Гелевера О. Ф. Багаторічна динаміка кліматичних показників за даними Кропивницької метеостанції. Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки. 2019. Вип. 10. С. 107–113. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2019-10-15>
3. Осадчий В. І., Бабіченко В. М., Набиванець Ю. Б., Скринник О. Ю. Динаміка температури повітря на території України за період інструментальних метеорологічних спостережень. Київ : Ніка-Центр, 2013. 307 с.
4. Просторова оцінка ступеня сприятливості майбутніх кліматичних умов для продуктивності основних сільськогосподарських культур та лісових насаджень : заключ. звіт про НДР. URL: [http://dvs.net.ua/agro/index\\_ua.shtml](http://dvs.net.ua/agro/index_ua.shtml) (дата звернення: 08.09.2014).
5. Краковська С. В., Білозерова А. К., Паламарчук Л. В. Проекції регіональних кліматичних характеристик у XXI столітті за даними моделювання (на прикладі Одеської області). Фізична географія та геоморфологія. 2015. № 2. С. 132.
6. Осадчий В. І., Бабіченко В. М. Температура повітря на території України в сучасних кліматичних умовах. Український географічний журнал. 2013. № 4. С. 32–39. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032> .
7. П'ясецька С. В., Щеглов О. М. Сучасний характер змін середньомісячної температури повітря протягом 2006–2020 років. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія „Геологія. Географія. Екологія”. 2023. Вип. 58. С. 217–230. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-17> .
8. Bednar-Friedl B. et al. Europe. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, 2022. P. 1817–1927. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015> .
9. Borovska H., Khokhlov V. Climate data for Odesa, Ukraine in 2021–2050 based on EURO-CORDEX simulations. *Geoscience Data Journal*. 2023. Advance online publication. DOI: <https://doi.org/10.1002/gdj3.197> .
10. Бойченко С. В. та ін. Особливості зміни клімату на території України: сценарії, наслідки для природи та агроecosystem. Вісник НАУ. 2016. № 4. С. 96–113. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau\\_2016\\_4\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau_2016_4_14). DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
11. Briffa K. R. Annual climate variability in the Holocene: Interpreting the message of ancient trees. *Quaternary Science Reviews*. 2000. Vol. 19. P. 87–105. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00056-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00056-6)
12. Luterbacher J. et al. European seasonal and annual temperature variability, trends, and extremes since 1500. *Science*. 2004. Vol. 303, Iss. 5663. P. 1499–1503. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1093877>
13. IPCC. *Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment*. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge : Cambridge University Press, 2023. P. 1767–1926. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.014>
14. IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press, 2022. 3056 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
15. IPCC. Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report*. IPCC, 2023. P. 35–115. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

16. Jones P. D., Briffa K. R., Osborn T. J. Changes in the Northern Hemisphere annual cycle: Implications for paleoclimatology? *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2003. Vol. 108, Iss. D18. P. 4588. DOI: <https://doi.org/10.1029/2003JD003695>
17. Kundzewicz Z. W., Parry M. L. Climate change 2001: Impacts, Adaptation, and vulnerability. In McCarthy J. J. et al. (Eds.). *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press, 2001. P. 641–692.
18. Lee J.-Y. et al. Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.006>
19. Mann M. E., Lloyd E. A., Oreskes N. Assessing climate change impacts on extreme weather events: the case for an alternative (Bayesian) approach. *Climatic Change*. 2017. Vol. 144, Iss. 2. P. 131–142. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-017-2048-3>
20. Martin Jucker et al. Long-term surface impact of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai-like stratospheric water vapor injection. *ESS Open Archive*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.22541/essoar.169111653.36341315/v1>
21. Osadchyi V., Skrynuk O. A., Radchenko R., Skrynuk O. Y. Homogenization of Ukrainian air temperature time series. *Int. J. Climatol*, 2018. – 38, 497-505. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5191>
22. Решетченко С. І. та ін. Кліматичні індикатори змін гідрологічних характеристик (на прикладі басейну р. Псел). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія „Геологія. Географія. Екологія”*. 2020. Вип. 53. С. 155–166. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-12>
23. Замфірова М. С., Хохлов В. М. Режим температури повітря та опадів в Україні у 2021–2050 рр. за ансамблем моделей CORDEX. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. No 25. С. 17–27. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.02>

**Внесок авторів:** всі автори зробили рівний внесок у цю роботу

## Winter and spring long-term dynamic of air temperature in Central Ukraine

*Olha Helevera*<sup>1</sup>

PhD (Geography), Docent, Associate Professor of the Department of General Agriculture,  
<sup>1</sup> Central Ukrainian National Technical University,  
8 Universytetskyi Ave, Kropyvnytskyi, 25000, Ukraine;

*Mykola Mostipan*<sup>1</sup>

PhD (Biology), Professor, Head of the Department of General Agriculture;

*Sergii Topolnyi*<sup>2</sup>,

PhD (Biology), Doctoral Student,

<sup>2</sup> National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine

### ABSTRACT

**This study aimed** to analyze data from meteorological stations in central Ukraine that have the longest observation period and to search for patterns in the dynamics of temperature indicators over the past 140–200 years.

**Data and methods.** To characterize the climate of central Ukraine, we analyzed the average monthly and average annual temperatures of Uman, Kropyvnytskyi, and Poltava, which have the longest continuous or almost continuous periods of observation. Based on these data, we have constructed graphs of changes in the average annual and average monthly temperatures for the winter and spring seasons. To analyze the dynamics of temperature indicators, we built linear and 11-year moving averages.

**The results.** The analysis of meteorological data from weather stations in central Ukraine over the entire period of observation showed the following: average annual temperatures increased from 1.4 degrees in Kropyvnytskyi, 1.6 degrees in Uman to 2.5 degrees (since 1886 - 2.2 degrees) in Poltava. The highest average annual air temperatures at all weather stations were recorded in 2020 and 2021.

The largest temperature increase occurred in the winter months. Over the entire observation period, the average monthly temperature in December increased by 2.0 degrees in Kropyvnytskyi, 2.3 degrees in Uman, and 3.6 degrees in Poltava (3.3 degrees since 1886). The average monthly temperature in January increased from 2.4 degrees in Uman and Kropyvnytskyi to 4.9 degrees (3.5 degrees since 1886) in Poltava. The average monthly temperature in February increased from 2.2 degrees in Kropyvnytskyi, 3.4 degrees in Uman to 4.1 degrees (since 1886 - 2.9 degrees) in Poltava. All three weather stations have common periods of rising and falling temperatures, with an increase in the average monthly temperature in the winter months from 1987–1989 to 2022.

The air temperature in the spring months also increased significantly. Over the entire observation period, the average monthly temperature in March increased from 2.3 degrees in Kropyvnytskyi, 3.0 degrees in Uman to 3.6 degrees (since 1886 - 3.5 degrees) in Poltava. The average monthly temperature in April increased from 2.1 degrees in Kropyvnytskyi, 2.4 degrees in Uman to 4.2 degrees (since 1886 - 3.4 degrees) in Poltava. The average monthly temperature in May

increased from 0.5 degrees in Uman and Kropyvnytskyi to 2.9 degrees (since 1886 - 1.3 degrees) in Poltava. All three weather stations have common periods of rising and falling temperatures, with a slight increase in average monthly spring temperatures from 1988-1990 to 2022.

Analyzing the graphs of 11-year moving averages, one can notice the presence of periods of increase and decrease in average monthly temperatures lasting about 33 years or doubled periods lasting about 66 years.

**Scientific novelty.** For the first time, the data of weather stations in central Ukraine for the entire period of observation (138 years – Uman, 148 years – Kropyvnytskyi, 198 years – Poltava) were analyzed and regularities in the dynamic of temperature indicators were determined.

**The practical significance** lies in the possibility of using the researchers results to predict future climate change.

**Keywords:** climate, temperature, average monthly air temperature, territory of Ukraine, regional climate change, winter, spring.

### References

1. Vorovka, V., Marchenko, O., Gryshko, S., & Yatsentiuk, Y. (2022). Dynamics of climate characteristics Melitopol city as a component of global changes. *Ecological Sciences*, 45(6), 105–109. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.17> [in Ukrainian].
2. Helevera, O.F. (2019). Long-term dynamics of climatic indicators according to the data of the Kropyvnytskyi weather station. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Series Geographical Sciences*, (10), 107–113. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-7391/2019-10-15> [in Ukrainian].
3. Osadchyi, V.I., Babichenko, V.M., Nabyvanets, Y.B., & Skrynnyk, O.Y. (2013) Dynamics of air temperature in Ukraine for the period of instrumental meteorological observations. Kyiv: Nika-Center Publishing House [in Ukrainian].
4. Zakliuchnyj zvit za rezul'tatamy NDR "Provedennia prostorovoi otsinky stupenia spryiatlyvosti majbutnikh klimatychnykh umov dlia produktyvnosti osnovnykh zernovykh kul'tur ta lisovykh nasadzenh". Available at: [http://dvs.net.ua/agro/index\\_ua.shtml](http://dvs.net.ua/agro/index_ua.shtml) (Accessed 08.09.2014) [in Ukrainian]
5. Krakovska, S.V., Bilozerova, A.K., & Palamarchuk, L.V. (2015). Projections of regional climatic characteristics in the XXI century based on modeling data (on the example of Odesa region). *Physical geography and geomorphology*. 2(78), 132. ISSN 0868-6939. [in Ukrainian]
6. Osadchyi, V.I., & Babichenko, V.M. (2013). Air temperature on the territory of Ukraine in modern climate conditions. *Ukrainian Geographical Journal*, (4), 32-39. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2013.04.032>. [in Ukrainian]
7. Pyasetska Svitlana, Shcheglov Oleksandr (2023). The modern nature of changes in the average monthly air temperature during 2006-2020. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (58), 217-230. DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2023-58-17> [in Ukrainian]
8. Bednar-Friedl, B., R. Biesbroek, D.N. Schmidt, P. Alexander, K.Y. Børsheim, J. Carnicer, E. Georgopoulou, M. Haasnoot, G. Le Cozannet, P. Lionello, O. Lipka, C. Möllmann, V. Muccione, T. Mustonen, D. Piepenburg, & L. Whitmarsh, (2022): Europe. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 1817–1927, DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.015>
9. Borovska, H. & Khokhlov, V. (2023) Climate data for Odesa, Ukraine in 2021–2050 based on EURO-CORDEX simulations. *Geoscience Data Journal*, 00, 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1002/gdj3.197>
10. Boychenko, S., Voloshchuk, V., Movchan, Y., Serdjuchenko, N., Tkachenko V., Tyshchenko, O., & Savchenko S. (2016). Features of Climate Change on Ukraine: Scenarios, Consequences for Nature and Agroecosystems. *Proceedings of the National aviation university*, (4), 96–113. Available from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau\\_2016\\_4\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnau_2016_4_14) DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.69.11061>
11. Briffa K. R. (2000). Annual Climate Variability in the Holocene: Interpreting the Message of Ancient Trees, *Quaternary*. *Sci. Rev.* 19, 87-105. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00056-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00056-6)
12. European Seasonal and Annual Temperature Variability, Trends, and Extremes Since (2004). 1500 Jürg Luterbacher, Daniel Dietrich, Elena Xoplaki, Martin Grosjean, Heinz Wanner. *Authors Info & Affiliations*. *Science*, 303, 5663, 1499-1503. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1093877>
13. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change Information for Regional Impact and for Risk Assessment*. In *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (1767-1926)*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.014>
14. IPCC (2022): *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösche, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056, DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
15. IPCC (2023): *Sections*. In: *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 and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 35-115, DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

16. Jones, P. D., Briffa, K. R., & Osborn, T. J. (2003). Changes in the Northern Hemisphere annual cycle: Implications for paleoclimatology? *J. Geophys. Res.*, 108(D18), 4588, DOI: <https://doi.org/10.1029/2003JD003695>.
17. Kundzewicz, Z. W., & Parry, M. L. (2001). in *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, J. J. McCarthy et al., Eds. (Cambridge Univ. Press, New York, 2001), 641-692.
18. Lee, J.-Y., Marotzke, J., Bala, G., Cao, L., Corti, S., Dunne, J.P., Engelbrecht, F., Fischer, E., Fyfe, J.C., Jones, C., Maycock, A., Mutemi, J., Ndiaye, O., Panickal, S. & Zhou T. (2021): *Future Global Climate: Scenario-Based Projections and Near-Term Information*. In *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.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157896.006>
19. Mann, M.E., E.A. Lloyd, & Oreskes, N. (2017): Assessing climate change impacts on extreme weather events: the case for an alternative (Bayesian) approach. *Climatic Change*, 144(2), 131–142, DOI: [10.1007/s10584-017-2048-3](https://doi.org/10.1007/s10584-017-2048-3).
20. Jucker Martin, Lucas Chris, & Dutta Deepashree (2023). Long-term surface impact of Hunga Tonga-Hunga Ha'apai-like stratospheric water vapor injection. *ESS Open Archive*. August 04. DOI: <https://doi.org/10.22541/essoar.169111653.36341315/v1>
21. Osadchyi, V., Skrynyk, O. A., Radchenko, R., Skrynyk, O. Y. (2018). Homogenization of Ukrainian air temperature time series. *Int. J. Climatol.* (38), 497-505. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5191>
22. Reshetchenko, S.I., Dmitriiev, S.S., Cherkashyna, N.I., Goncharova, L.D. (2020) Climate indicators of changes in hydrological characteristics (a case of the Psyol river basin. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, (53), 155-166, DOI: <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-12>
23. Zamfirova, M. S., Khokhlov, V. M. (2020). Air temperature and precipitation regime in Ukraine in 2021-2050 by CORDEX model ensemble. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*. (25), 17-27. DOI: <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.02>

**Authors Contribution:** All authors have contributed equally to this work

Received 18 September 2023

Accepted 26 November 2023