

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

**«ОСОБЛИВОСТІ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ
У ВОЛИНСЬКІЙ ОБЛАСТІ»**
**«FEATURES OF TEMPERATURE CONDITION ARE IN
THE VOLYN AREA»**

Виконала: студентка 2 курсу заочної форми навчання
спеціальності 103 Науки про Землю
Освітньо-професійна програма Метеорологія і кліматологія

Боснюк Надія Іванівна

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н, доц. Нажмудінова О. М. _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н, доц., Вольвач О. В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
метеорології та кліматології
№ __ від __. __. 2024 р.

Завідувач кафедри
_____ ПРОКОФ'ЄВ Олег

Захищено на засіданні ЕК № 2
протокол № __ від __. __. 2024 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК
_____ ТАРНАВСЬКА Олена

Одеса 2024

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи «Особливості температурного режиму у волинській області».

Автор: Боснюк Надія Іванівна.

Актуальність тематики дослідження полягає у тому, що екстремальні значення температури повітря (максимуми та мінімуми) несприятливо впливають на діяльність багатьох галузей народного господарства, можуть порушувати екосистему і нести загрозу для життя людей.

Мета роботи: визначення особливостей розподілу середньої, максимальної та мінімальної температури повітря за даними 6 метеостанцій Волинської області.

Відповідно до поставленої мети, розв'язано наступні **задачі:**

- проаналізовано середні місячні та середні річні температури повітря за період 2011-2020 рр.;
- досліджено зміни кліматологічних норм максимальної і мінімальної температури повітря за період 1991-2020 рр.;
- досліджено хід екстремальних температур за період 2011-2020 рр.;
- розглянуто синоптичні процеси виникнення температурних аномалій.

Об'єкт дослідження: приземна температура повітря.

Предмет дослідження: аномалії температури повітря.

Методи дослідження: джерелознавчий загальнонауковий, синоптичний і кліматологічний аналіз, порівняльно-описовий метод, просторово-часове узагальнення даних.

Наукова новизна отриманих результатів. У роботі використано показники температури повітря останнього десятиріччя (2011-2020 рр.). Визначені зміни кліматологічних норм поля температури у останньому періоді для території Волинської області. Досліджено циркуляційні умови формування значних аномалій температури.

Практичне значення отриманих результатів. Статистичні показники поля температури можуть бути використані для кліматологічних довідників Волинської області, покращення умов роботи агрокомплексу і використання сільськогосподарських земель, слугувати характеристикою змін регіонального клімату.

Кваліфікаційна робота магістра в обсязі 85 сторінок складається з 5-ти розділів, висновків, переліку посилань з 30-ти джерел, містить 29 рисунків у основному тексті.

Ключові слова: глобальне потепління, кліматична норма, аномалія температури, середня місячна температура повітря, максимальна і мінімальна температура повітря, циркуляційний процес.

SUMMARY

Topic of the qualification work «Features of temperature condition are in the Volyn area».

Author: Bosniuk Nadiia.

The relevance of the research topic lies in the fact that extreme values of air temperature (maxima and minima) adversely affect the activities of many sectors of the national economy, can disrupt the ecosystem and pose a threat to human life.

Objective: determination of the peculiarities of the distribution of average, maximum and minimum air temperature according to the data of 6 meteorological stations of the Volyn region.

According to the stated goal, the **following tasks** were accomplished:

- average monthly and average annual air temperatures for the period 2011-2020 were analyzed;
- changes in climatological norms of maximum and minimum air temperature for the period 1991-2020 were studied;
- the course of extreme temperatures for the period 2011-2020 was studied;
- synoptic processes of occurrence of temperature anomalies are considered.

Object of study: air temperature near the ground.

Subject of research: air temperature anomalies.

Research methods: source studies general scientific, synoptic and climatological analysis, comparative-descriptive method, spatio-temporal generalization of data.

The scientific novelty of the obtained results. The work uses indicators of air temperature of the last decade (2011-2020). Changes in climatological norms of the temperature field in the last period for the territory of the Volyn region were determined. The circulation conditions for the formation of significant temperature anomalies are studied.

Practical significance of the obtained results. Statistical indicators of the temperature field can be used for climatological reference books of the Volyn region, improving the conditions of operation of the agricultural complex and the use of agricultural land, and serve as a characteristic of changes in the regional climate.

The master's thesis in the amount of 85 pages consists of 5 sections, conclusions, a list of references from 30 sources, contains 29 figures in the main text.

Keywords: global warming, climatic norm, temperature anomaly, average monthly air temperature, maximum and minimum air temperature, circulation process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
2 ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ	14
2.1 Теорії, причини та наслідки.....	14
2.2 Хвилі тепла.....	17
3 СУЧАСНИЙ СТАН ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ В УКРАЇНИ.....	22
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПЕРІОД 2011-2020 РР.....	27
4.1 Аналіз середньої річної та місячної температури повітря.....	27
4.2 Зміни максимальної температури повітря	41
4.3 Зміни мінімальної температури повітря.....	56
5 ЦИРКУЛЯЦІЙНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ АНОМАЛІЙ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ.....	74
ВИСНОВКИ.....	80
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	82

ВСТУП

У роботі досліджуються зміни температурного режиму на Волині в останньому кліматологічному періоді.

Актуальність обраної тематики визначається посиленням тенденції підвищення температури повітря на території України на фоні глобальних і регіональних змін клімату і їх впливом на життєдіяльність людей і функціонування народногосподарського комплексу країни.

В останні десятиріччя в Україні зростає температура повітря в усі сезони для всіх природних зон, значні зміни спостерігаються у холодному періоді – хвилі холоду якщо і спостерігаються, то вони короткотривалі, частіше реєструються рекордні додатні позначки. У теплий період року збільшується повторюваність й інтенсивність хвиль спеки, що супроводжуються надзвичайною пожежною небезпекою і посухами.

Аномалії у температурному полі є наслідком аномальних режимів загальної циркуляції атмосфери, що виникають під дією змін клімату. Основною причиною глобальних змін клімату є антропогенна діяльність людини. Необхідно враховувати природні коливання, зовнішні неперіодичні впливи, а також місцеві чинники. До останніх для заходу і північного заходу України важливо віднести вплив знелісення на термічний режим.

Сучасні зміни термічного режиму вимагають нових рішень і підходів до збереження екосистем, землеробства і агротехнічних прийомів, раціонального використання енерго- і водних ресурсів.

Кваліфікаційна робота магістра складається з 5 розділів.

У першому розділі наведено узагальнений опис території дослідження – Волинської області та характеристики метеостанцій.

Другий і третій розділи висвітлюють теоретичні відомості щодо глобального потепління, змін регіонального клімату в цілому і термічного

режиму на території України. Наведено висновки сучасних досліджень щодо підвищення температури повітря і синоптичних процесів, які зумовлюють аномалії температури.

Практична частина роботи представлена у четвертому і п'ятому розділах. За даними 6-ти метеостанцій Волинської області – Володимир-Волинський, Ковель, Луцьк, Любешів, Маневичі та Світязь досліджено середні місячні і річні температури повітря та зміни екстремумів – максимальної і мінімальної температури (середні і абсолютні). Проведено порівняльний аналіз кліматологічних норм характеристик температури повітря 1961-1990 та 1991-2020 рр. для станій області. Досліджено показники температурного поля за даними декадних значень щомісячно для деталізації змін по кожній метеостанції в останнє десятиріччя 2011-2020 рр. У п'ятому розділі описані циркуляційні умови формування найбільших аномалій температури повітря різних знаків.

Напрямок дослідження відноситься до кафедральної теми «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № 0120U100487.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Волинська область розташована у північно-західній частині України (рис.1.1). Площа області складає 20,1 тис. км² або 3,3% від загальної території України. Область належить до регіонів із відносно збереженими природно-територіальними комплексами (геосистемами). Основні фізико-географічні особливості ландшафтів області Волинського Полісся – це наявність крейдових порід, рівнинність, значний розвиток льодовикових форм рельєфу, карсту, високе залягання ґрунтових вод, значні показники густини річкової мережі та заозереності, перезволоженість і заболоченість, широкий розвиток долинних ландшафтів [4, 5, 8].

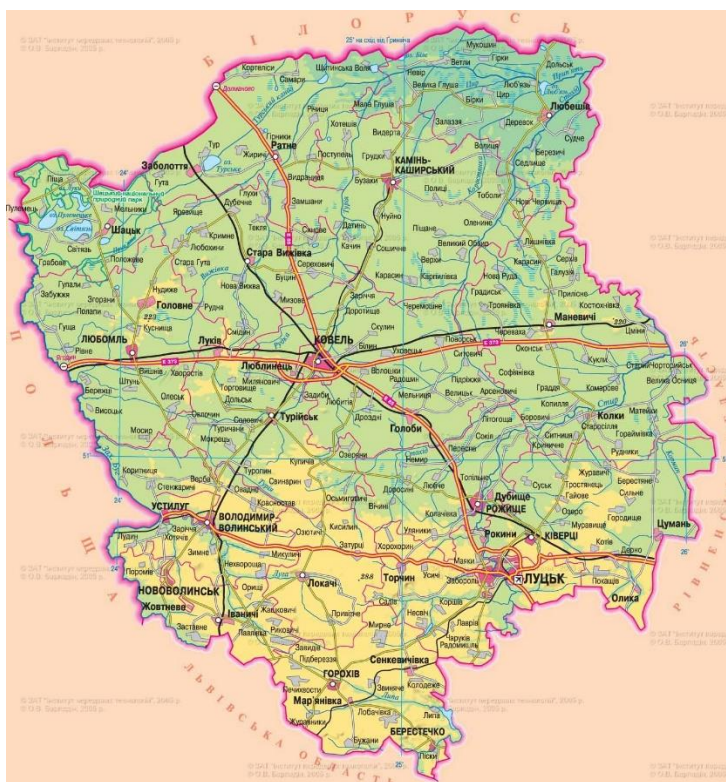


Рисунок 1.1 – Географічна карта Волинської області

На території Волинської області протікає 137 річок. У північній та західній частині області проходить головний європейський вододіл, який розділяє басейн Чорного і Балтійського морів, зокрема басейн Дніпра (р. Прип'ять, Стир, Стохід, Турія) і Західного Бугу. Для річок регіону характерне мішане живлення, з перевагою снігового (60-70%). На території області знаходиться 266 озер, більшість з яких карстового походження, зокрема групи Шацьких, Згоранських, Кримнівських озер, а також озер заплавного типу (долина р. Прип'ять). Загальна площа лісів області складає близько 702 тис. га (34% від площі області). Болотних угідь – 152,7 тис. га (7,6% від загальної площі області) [4, 5, 8].

Обласний центр області – м. Луцьк.

Волинська область знаходиться у помірному кліматичному поясі. Територія області знаходиться в межах помірних широт, тому впродовж року переважає західний перенос повітряних мас і клімат є гумідним: м'яка зима та достатньо вологе літо. Влітку температура повітря на Волині залежить від кількості сонячного тепла та його розподілу, а взимку термічні умови визначаються циркуляцією атмосфери. Для Волині характерний континентальний режим атмосферного зволоження, найбільша кількість опадів випадає в теплий період року (70%). У середньому за рік на території області випадає близько 601 мм опадів [15].

У межах області знаходяться 6 метеостанцій (МС), підпорядковані обласному Волинському Центру з гідрометеорології [6, 15]. Усі метеостанції Волинської області розміщені в межах від 50 до 51°пн ш.

Метеостанція Луцьк 33187 має координати з корекцією: 1962 р. $\varphi = 50^{\circ}47'$, $\lambda = 25^{\circ}20'$; 1984 р. $\varphi = 50^{\circ}42'$, $\lambda = 25^{\circ}27'$; 1998 р. $\varphi = 50^{\circ}43'$, $\lambda = 25^{\circ}24'$. 11.04.1984 р. АМСЦ Луцьк перенесена з м. Луцька в аеропорт, який знаходився за 14 км у південно-східному напрямку від попереднього місця розташування. 25.11.1998 р. станція перенесена з аеропорту в с. Підгайці, де знаходиться і по теперішній час. МС Луцьк розташована у північно-західній частині Волино-Подільської височини, у Лісостеповій зоні на відстані 1 км від

Південно-Східної околиці м. Луцьк. За 3,5 км на південь розташоване с. Крупа, за 5 км на схід південний схід – с. Лище, у 3-х км на північний схід – с. Струмівка, в 4-х км на південний захід – с. Боратин. На відстані 2 км на захід у напрямку з півдня на північ протікає р. Стир шириною 20 м. У 6-ти км на південний схід знаходяться озера площею 10-20 гектарів, а у 4-х км на схід – листяний ліс. У 2-х км на північ знаходиться дачний масив площею біля 150 га, у південно-східному та східному напрямках – горбиста місцевість висотою 15-20 м, крутизна схилів до 7°. Метеостанція розташована за 5 км на південний схід від залізничного вокзалу м. Луцьк. Метеомайданчик розміщений на рівному місці на відстані 20 м від траси Луцьк-Дубно. У південно-східному напрямку в 15-ти метрах знаходиться будівля контори висотою 8 м з метеостанцією.

Метеостанція Володимир-Волинський 33177, координати: до 1962 р. $\varphi = 50^{\circ}50'$, $\lambda = 24^{\circ}19'$; з 1962 р. $\varphi = 50^{\circ}50'$, $\lambda = 24^{\circ}21'$. Станція кілька разів переносилась. 28 листопада 1962 р. станція перенесена на 3 км на південний схід від останнього місцезнаходження на окраїну міста, а 20 жовтня 1989 р. – на 100 м на південь. Метеостанція знаходиться на Волино-Подільській височині, у південно-східній частині м. Володимир-Волинський. Рельєф місцевості розчленований по глибині і висоті пагорбів у різних напрямках з різницею висот до 15-20 м. Місцевість лісостепового характеру з чергуванням заливних луків і заболочених територій. На схід південний схід на відстані 2 км зростає невеликих розмірів лісовий масив, переважно зі старих листяних порід дерев. На відстані 7 км на північний захід і 6 км на північний схід знаходяться лісові масиви зі змішаних (дуб, береза) і хвойних порід дерев. За 2 км на південний схід та за 1,5 км на південний захід протікає р. Луга. Північніше станції у 800-1000 м зі сходу на захід протікає струмок і впадає в межах міста у р. Луга. Ґрунти суглинкові. Рівень ґрунтових вод 1-2 м, весною сягає 1 м. Метеостанція розташована за 2 км на південний схід від залізничного вокзалу м. Володимир-Волинський. Будинок станції знаходиться у північному

напрямку від метеомайданчика на відстані 50 м. На південь від метеомайданчика у 150 м проходить траса Володимир-Волинський – Луцьк.

Метеостанція Ковель 33173, координати: до 1970 р. $\varphi = 51^{\circ}13'$, $\lambda = 24^{\circ}41'$; з 1970 р. $\varphi = 51^{\circ}12'$, $\lambda = 24^{\circ}42'$. 14.09.1970 р. станція перенесена на 1,3 км у напрямку на південний схід від попереднього місцерозташування. Станція розміщена на заході Волинського Полісся України, на південній окраїні м. Ковель за 2 км від центру. Рельєф місцевості рівнинний з невеликими підвищеннями і широкими болотними впадинами. Із заходу від станції на відстані 1 км протікає р. Тур'я. Береги долини річки і її приток дуже пологі, а пойми їх заболочені і вкриті польовою рослинністю, русло ріки слабо звивисте. Лісові масиви розміщені на південь від метеостанції на відстані 4 км і на південний схід у 6-8 км. Ґрунти супіщані, на глибині 50-70 см переходять у пісок, в районі станції дерново слабо- підзолисті. Рівень ґрунтових вод 4 м. Метеостанція розташована за 2,5 км на південь від залізничного вокзалу м. Ковель. На південь від станції на відстані 35 м проходить шосе Київ – Варшава, вздовж якого ростуть дерева висотою 15-18 м. Метеомайданчик розміщений на відстані 14 м від приміщення станції, висотою 5 м.

Метеостанція Любешів 33075, координати 1967 р. $\varphi = 51^{\circ}46'$, $\lambda = 25^{\circ}31'$. Станція знаходиться у північно-західній частині України, в зоні Полісся. У 700 метрах на південний схід з південного заходу на північний схід, протікає р. Стохід, і на 18-му кілометрі на північний схід впадає у р. Прип'ять. Береги р. Стохід низькі, заболочені, ширина ріки 30 м, в період паводку сягає 1 км. Навколишня місцевість рівнинна, заболочена, зайнята великими масивами торфовищ, у багатьох місцях ці торфовища вкриті заростями лози і лісу. Найближчий лісовий масив розташований у 3,5 км на північний схід від станції. За 1,5 км на південний захід розташований сосновий лісовий масив. Ґрунти в районі станції піщані опідзолені, темно-сірого кольору. Глибина залягання ґрунтових вод коливається від 5 до 6 метрів. Метеомайданчик розміщений на рівнині, з південно-східного боку за 50 м від станції.

Метеостанція Маневичі 33182, координати 2000 р. $\varphi = 51^{\circ}17'$, $\lambda = 25^{\circ}31'$. 30 серпня 1963 р. станція перенесена на 210 м на південний захід від попереднього місцерозташування. У січні 1982 р. метеомайданчик перенесений на 300 м на північний схід, а 4 грудня 1999 р. – на 600 м на південний захід від старого місця розташування. Метеостанція розташована на заході Волинського Полісся. Місцевість навкруги станції слабо горбиста, низина в багатьох місцях заболочена. Навколишня територія вкрита хвойними лісами, висотою 10-15 м, відстань до яких від 200 м до 1,5 км. За 4 км на південь і за 3 км на північ, а також за 5 км на північний захід знаходяться ставки загальною площею >100 га. Метеостанція розміщена на південно-західній околиці с. Маневичі за 1,5 км у південно-західному напрямку від залізничного вокзалу. На північний схід на відстані 2,5 км від метеомайданчика знаходиться болото, площею 2000 га, а інше болото у 4-х км на південний схід біля с. Оконськ. На даний час на відстані 50 м південно-східна частина метеостанції забудована одно- та двоповерховими будинками. Ґрунти на майданчику піщані. Метеомайданчик розміром 16×20 м розташований на рівнинній місцевості. За 300 м на схід від метеомайданчика проходить асфальтована дорога Луцьк-Любешів, вздовж якої ростуть дерева висотою 8-12 м. За 40 м на північ знаходиться невелика лісова ділянка, висота дерев складає 8-10 м. У 250-ти метрах на захід розташований великий масив хвойного лісу. У південному та південно-західному напрямку на відстані 200-300 м, знаходиться поле, а за ним ліс.

Метеостанція Світязь 33067, координати 2006 р. $\varphi = 51^{\circ}29'$, $\lambda = 23^{\circ}50'$. Метеостанція знаходиться у зоні Полісся, на рівнинній місцевості серед численних озер і боліт та лісових масивів. На північ та північний захід за 100 м знаходиться озеро Світязь площею 30 км^2 та максимальною глибиною біля 56 м. Станція розміщена у південно-західній частині села в низині і підвищується над навколишньою місцевістю. За 30 м від метеостанції на південний схід проходить траса Луцьк – Світязь. Навколишня місцевість рівнинна. Ґрунти піщані, на яких розміщені сільськогосподарські угіддя.

Трав'яний покрив слабо розвинений. Лісові масиви знаходяться за 2-3 км від станції на південь південний-захід, у більшості складаються з хвойних дерев (соснові). Заболочені місця знаходяться за 2-3 км на південний захід. Ґрунти біля станції дерново-слабо-підзолисті, на північ є торф'яники. Ґрунтові води на висоті 1,5-3 м, а навесні та у період повеней піднімаються до 1,0 м. Метеомайданчик розміщений на рівнині. На відстані 100 м на схід знаходиться озеро Світязь. Ґрунти піщані, з невеликою рослинністю. На схід від метеомайданчика проходить дорога на м. Луцьк, вздовж якої ростуть великі тополі, висотою 30 м. На захід за 20 м є невелике лісове насадження, яке складається з кущів висотою 1,5-2,0 м та дерев висотою 5-7 м. Місцевість у цьому напрямку має невеликі горби висотою біля 0,5 м, а за ними рівнина переходить в озеро [4, 6].

Кліматична норма річної температури повітря по області становить 7,3°C, але вже з кінця 90-х років спостерігається стійке підвищення річної температури повітря на всіх метеостанціях Волинської області, із відхиленням показника більше ніж на 1°C. В останні десятиріччя на території області реєструється висока температура повітря (25°C і вище) та сильну спека (температура повітря 30°C і вище). Температуру повітря понад 25°C простежується в окремі періоди з травня по вересень, іноді у квітні та жовтні. Найбільш часто такі періоди виділяються в липні-серпні та на початку вересня. Південніше широти Луцька число днів із температурою повітря 25°C і вище становить 35 днів та більше. Найбільша тривалість періоду з дуже високою температурою повітря (30°C та вище) сягає 15 днів, імовірність зростання температури повітря вище 30°C у теплий період року становить 75-90%, а вище 35°C – 10-15%, тобто один раз на 6-10 років [16].

Щодо багаторічної динаміки середньорічної температури повітря у Волинській області, то простежується чітко виражена тенденція до зростання величин цього показника на всіх метеостанціях. Найнижчі середні місячні температури зимових місяців характерні для МС Маневичі, а найвищі – для МС Світязь. У теплий період року (з квітня по жовтень) найтепліше в області

на МС Світязь і МС Луцьк, найхолодніше – на МС Маневичі. Найтепліше у Волинській області на крайньому північному заході та в південно-східній частині краю; найхолодніше – у східній частині регіону. На просторову диференціацію термічних показників приземного шару атмосферного повітря в області найбільше впливають особливості підстильної поверхні. Так, поширення значних за площею та обсягом води акваторій в північно-західній частині краю пом'якшує тут клімат у холодний період року й, таким чином, формує порівняно вищі середньорічні температури повітря на МС Світязь. На мікроклімат метеостанцій впливають також геоморфологічні особливості їхнього розташування (місцевий рельєф, абсолютні відмітки поверхні) (найперше це стосується МС Володимир), наявність урбанізованих територій зі штучними покриттями й спорудами (актуально для МС Луцьк). Певний вплив на температуру повітря має й континентальність клімату. Вплив на температуру повітря мають й особливості циркуляції повітряних мас та режиму випадання опадів [12].

По всій території області відмічається загальну тенденцію до збільшення суми опадів за рік із позитивними відхиленнями. Такі зміни є проявом глобального потепління [15].

2 ГЛОБАЛЬНЕ ПОТЕПЛІННЯ

2.1 Теорії, причини та наслідки

У роботі Басок Б. [3] вказується, що «зміна клімату, тобто підвищення глобальної температури поверхні Землі, є однією з проблем планетарного масштабу з тривожними прогнозами, що викликає підвищений інтерес протягом останніх десятиліть. Глобальне потепління – це спостережуване або прогнозоване підвищення середньої температури поверхні, що являє собою середньозважену по площі:

- 1) температуру поверхні океану, тобто підповерхневу середньомасову температуру океану на глибині декількох метрів;
- 2) поверхневу температуру повітря на суші на висоті 1,5 м над рівнем ґрунту».

Основна причина глобального потепління – монотонне зростання концентрації парникових газів – ПГ в атмосфері Землі [13, 26].

Висновки дослідження [3] вказують, що «разом з антропогенною концепцією глобального потепління (розглядається і природна концепція потепління клімату. Не заперечуючи впливу антропогенних викидів на збільшення глобальної температури, прихильники природної концепції потепління клімату вважають, що все ж таки визначальними факторами підвищення приземної температури є природні чинники, пов'язані з космогенними циклічними процесами, з сонячно-земною взаємодією (обертання Землі навколо Сонця, прецесія осі обертання Землі, цикли сонячної активності та ін.)».

В оглядовій роботі [23] наведено: Організація Об'єднаних Націй узагальнила висновки щодо концентрації парникових газів і глобальної температури

- концентрація парникових газів у земній атмосфері безпосередньо пов'язана із середньою глобальною температурою на Землі;
- концентрація, а разом з нею і середня глобальна температура, постійно зростає з часів промислової революції.

Найпоширеніший ПГ, який складає приблизно дві третини усіх ПГ, – вуглекислий газ CO_2 , є в основному продуктом спалювання викопного палива. Зростання концентрації парникових газів, яке відбувається здебільшого через діяльність людини (наприклад, спалювання викопного палива), спричинило підвищення глобальної температури. Як наслідок, підвищення температури збільшило концентрацію водяної пари в повітрі через випаровування з океанів. Це, у свою чергу, призвело до подальшого нагрівання Землі, оскільки H_2O має високий вміст (майже в 30 разів більший, ніж CO_2). Цей механізм зворотного зв'язку має вирішальне значення для розуміння глобального потепління – підраховано, що H_2O відповідає за 60-80% глобального потепління. Роль CO_2 полягає в тому, щоб діяти як тригер у посиленні глобального потепління. Загальна кількість CO_2 в атмосфері та значення його концентрації є найбільш надійними вимірюваннями прогресу глобального потепління.

Існує кілька основних механізмів зворотного зв'язку для подальшого збільшення нагрівання планети [23]:

- механізм зворотного зв'язку водяної пари;
- танення льоду; коли лід тоне, його місце займає суша або відкрита вода. І земля, і відкрита вода в середньому мають меншу відбиваність, ніж лід, і тому поглинають більше сонячного випромінювання. Це спричиняє більше нагрівання, яке, у свою чергу, спричиняє більше танення, і цей цикл зворотного зв'язку продовжується;
- вивільнення CO_2 з океанів; чим тепліше океани, тим менше CO_2 він може утримувати, що призводить до посилення глобального нагрівання.
- механізм зворотного зв'язку діє в торф'яних болотах і регіонах вічної мерзлоти світу, таких як Сибір і Гренландія. Підвищення глобальної температури призводить до танення вічної мерзлоти і з часом вивільняє

величезну кількість газу метану (CH_4). Цей газ більш ніж у 25 разів ефективніший за CO_2 як парниковий газ, і його підвищений вміст атмосфері призводить до подальшого нагрівання, і таким чином цикл зворотного зв'язку продовжується;

- механізм зворотного зв'язку включає клатрати метану (хімічна речовина $\text{CH}_4-5,75 \cdot \text{H}_2\text{O}$ або $4 \cdot \text{CH}_4-23 \cdot \text{H}_2\text{O}$), форму водяного льоду, яка містить метан у своїй кристалічній структурі. Надзвичайно великі його поклади знайдені під відкладеннями на дні океану. Підвищення температури руйнує кристалічну структуру, вивільняючи метан. Підвищення температури моря може спричинити раптовий викид величезної кількості метану, що призведе до посилення глобального потепління.

В оглядовій статті [20] охарактеризовані наслідки мінливості клімату, які погіршують стійкість різноманітних секторів у всьому світі. Наголошується, що глобальне сільське господарство є основним сектором, відповідальним за 30-40% усіх викидів парникових газів, що робить його провідною галуззю, яка сприяє потеплінню клімату та зворотно зазнає значного його несприятливого впливу. Численні агроекологічні та кліматичні фактори, які мають домінуючий вплив на продуктивність сільського господарства, зазнають істотного впливу у відповідь на екстремальні опади, повені, лісові пожежі та посухи. Величезна залежність від вичерпних ресурсів також призводить до того, що глобальне сільське господарство стає схильним до спустошення. Глобальне біорізноманіття є однією з серйозних жертв змін клімату, оскільки воно є найшвидшою причиною втрати видів. Зміни у загальних кліматичних режимах впливають на цілісність екосистем багатьма способами, такими як коливання відносної чисельності видів, зміни ареалу, зміни часу діяльності та використання мікросередовища. Потепління клімату має сильний вплив на ріст і продуктивність транскордонних лісів, змінюючи температуру та режим опадів.

Група вчених [24] дослідила так звані «переломні точки клімату» Climate tipping points (CTPs) – це умови, за якими зміни в частині кліматичної системи

стають самозбереженими. Ці зміни можуть призвести до різких, незворотних і небезпечних впливів із серйозними наслідками для людства. Аналіз показує, що навіть глобальне потепління на 1°C , поріг, який вже подолано, ставить людство під загрозу, зумовив деякі переломні моменти. Розраховані порогові значення СТРs мають значні наслідки для кліматичної політики: поточне глобальне потепління на $\sim 1,1^{\circ}\text{C}$ вище доіндустріального і вже знаходиться у нижній частині п'яти діапазонів невизначеності СТРs. Шість СТРs стають вірогідними (із можливими ще чотири) у межах діапазону потепління Паризької угоди від $1,5$ до $< 2^{\circ}\text{C}$, включно з колапсом льодових покривів Гренландії та Західної Антарктики, відмиранням коралових рифів у низьких широтах і повсюдному різкому поширенню танення вічної мерзлоти. Додатковий СТРs стає ймовірним (і ще три можливі) при потеплінні $\sim 2,6^{\circ}\text{C}$, яке очікується згідно з поточною політикою. Цей висновок є переконливою причиною максимально обмежити додаткове потепління.

Адаптація та пом'якшення наслідків є вирішальними факторами у відповідь на зміни клімату. Мінливість клімату, поряд з іншими антропогенними та природними факторами стресу, впливає на стійкість здоров'я людини та навколишнього середовища. Сучасне життя на Землі адаптоване до постійних кліматичних моделей, і, відповідно, адаптація до таких значних коливань є надзвичайно важливою [20].

2.2 Хвилі тепла

Теплові хвилі (англ. Heat wave – HW)) часто визначаються як тривалі періоди аномально спекотної погоди відносно очікуваних умов у певний час і у певному місці [27, 29].

У роботі Шевченко О. [18] підсумовано різні визначення явища: «Всесвітня метеорологічна організація репрезентує для використання таке

визначення: хвиля тепла (ХТ) – це період, коли максимальна добова температура повітря за п'ять або більше послідовних днів перевищує середню максимальну температуру для даного дня за нормальний період більш ніж на 5°C або на 9°F».

Загалом фізичні рушійні сили ХТ недостатньо вивчені, частково через труднощі в кількісному визначенні їх взаємодії та реакції на зміну клімату [21]. Існує недостатнє розуміння динамічних аспектів, регіональних впливів і зворотних зв'язків, а також їхніх майбутніх змін. Це ускладнює атрибуцію регіональних тенденцій та окремих випадків, а також зменшує здатність надавати точні прогнози та регіональні прогнози. Хоча ХТ проявляються як локальні внутрішньосезонні явища, вони є результатом велико- та дрібномасштабних процесів складної взаємодії у широкому діапазоні часових масштабів. Впливовими факторами є атмосферна циркуляція, і аномальні умови у повільно змінюваних кліматичних компонентах, які можуть діяти як найближчі (наприклад, поверхня суші) і віддалені (наприклад, поверхня океану або морський лід) впливи. Крім того, глобальні (концентрації парникових газів) і регіональні (землекористування/грунтовий покрив, аерозолі) антропогенні впливи є домінуючими факторами довгострокових тенденцій у частоті, тривалості та інтенсивності ХТ. Антропогенні регіональні впливи з потенційно великим впливом на ХТ включають зміни ґрунтового покриву та землекористування. Вони впливають на клімат через біогеохімічні процеси (поглинання CO₂, викиди природних аерозолів, метану та біогенних прекурсорів як озону, так і аерозолів) і біофізичні ефекти у потоках енергії та води системи суша-атмосфера. Незважаючи на те, що відновлення/заліснення може пом'якшити глобальне потепління через посилене поглинання CO₂ з атмосфери, реакція місцевої температури поверхні контролюється балансом між радіаційними та нерадіаційними ефектами. Ці ефекти можуть змінюватися залежно від регіону та сезону залежно від зміни рослинного покриву та характеристик оголеного ґрунту та фонового клімату. Зокрема, вирубка лісів може спричинити радіаційне охолодження через збільшення альbedo поверхні

та нерадіаційне потепління через зменшення охолодження через випаровування та турбулентне перемішування повітря. На ці два конкуруючі біофізичні ефекти, у свою чергу, впливають відкрита суша та підстильний ґрунт (доступність води, сніговий покрив і пов'язані з цим ефекти альbedo), викликаючи асиметричні зміни максимальних і мінімальних температур, а також сезонні контрастні температурні реакції на ліси у помірних і кліматичних зонах [21].

Науковий огляд проблеми дослідження HW [18] висвітлює підходи до визначення поняття. Вказується, що «...існуючі визначення можна поділити на кілька типів – з абсолютними та відносними температурними межами, за тривалістю періоду з температурами, що перевищують граничні, після якої спекотний період вважається хвилею тепла. Визначення з абсолютними температурними межами можуть бути використані лише у випадку, якщо досліджується країна з маленькою площею, або окремих регіон, де спостерігаються однакові (подібні) метеоумови. Хвилі тепла характеризують тривалістю (в днях) та інтенсивністю (в °C). Для характеристики потужності HW часто використовується показник – сумарна максимальна температура під час окремо взятої хвилі тепла».

Для оцінки ступеня вияву хвилі тепла використовується альтернативний індекс температурного режиму (HWMI) [25], який ідентифікує ХТ і дозволяє у прогнозованому майбутньому кліматі порівнювати температурні аномалії з тими, що спостерігаються на сьогодні. Мінімальна кількість послідовних спекотних днів, необхідних для розгляду ХТ, може бути різною для різних регіонів. Короткі (триденні) хвилі розглядаються як хвилі «підкачки». На фоні змін клімату зі значною позитивною температурною тенденцією всі прогнозні моделі показують збільшення глобальної медіани HWMI у найближчому майбутньому (2020–2052) для всіх сценаріїв RCP (просторово-часові та залежні траєкторії майбутніх концентрацій парникових газів та різних забруднювачів, спричинених різною діяльністю людини). З підвищенням температури ймовірність екстремальних подій зростатиме й випадки, які

сьогодні вважаються екстремальними, можуть бути нормою за певних майбутніх сценаріїв зміни клімату.

Зростання повторюваності та показників ХТ спостерігається з 1950 по 2021 рр. у Центральній Європі, Франції та Піренейському півострові [22]. Однак частота ХТ зростає нерівномірно по території Європи, оскільки ця інформація є фундаментальною для ефективної розробки регіональних планів адаптації до місцевих, включаючи перегляд і розробку поточних систем попередження. Загалом, усі сценарії демонструють збільшення частоти періодів спеки, безпрецедентну інтенсивність ХТ та випадки, що впливають на більші площі протягом тривалих періодів. Прогнозовані більш сухі умови над Південною Європою, ймовірно, ще більше сприятимуть різним темпам потепління над Європою, з більш екстремальними максимумами над Північно-Західною Європою, включаючи Францію, Бельгію, Нідерланди та Німеччину, що обумовлює збільшення інтенсивності ХТ у цих регіонах.

Хвилі тепла та періоди екстремальної спеки в останні десятиріччя, характеризуються високою інтенсивністю та значною тривалістю.

За даними звітів [27, 29] період 2015–2023 років став дев'ятьма найтеплішими роками за всю історію спостережень. Рекордні місячні глобальні температури спостерігалися для океану з квітня по вересень, на суші – з липня по вересень. Середня глобальна температура за 10 років 2014–2023 рр. виявилася на $1,19 \pm 0,12^\circ\text{C}$ вища за середню за 1850–1900 роки, що є найтеплішим 10-річним періодом за всю історію спостережень. Починаючи з 2020 року кожен наступний встановлює нові рекорди. Річна температура 2022 року була другою найтеплішою за всю історію спостережень у Європі та на $0,3^\circ\text{C}$ нижчою, ніж 2020 рік, найтепліший рік за всю історію спостережень. Літо 2022 було найтеплішим за всю історію спостережень з додатною аномалією в $1,4^\circ\text{C}$ відносно норми. 2023 рік був найспекотнішим за всю історію спостережень – на $1,48^\circ\text{C}$ тепліше, ніж доіндустріальний рівень. З квітня 2023 р. у Північній Пікулі спостерігалася низка теплових хвиль, що супроводжувалися руйнівними пожежами і зумовила суттєву смертність.

Найбільше постраждали країни Південної Європи. Також рекордна температура поверхні моря 2023 року в Європі відображала тривожну тенденцію до потепління на суші з «морською спекою», яка спостерігалася в червні в Атлантичному океані на захід від Ірландії та навколо Сполученого Королівства. Ситуація класифікована як «екстремальна», а в деяких районах «за межами екстремальної» з температурою поверхні моря на 5°C вище середньої. Поточний 2024 рік стане найтеплішим роком за всю історію спостережень після тривалого періоду надзвичайно високих середніх місячних глобальних температур. Глобальна середня температура в 2024 році перевищить навіть температуру 2023 року, до цього найтеплішого року.

Потужні хвилі тепла влітку 2024 р. призвели до обміління річок, сурової посухи, надзвичайної пожежної небезпеки. Липнева хвиля спеки поширилася і на територію України. На півдні країни з підвищеною повторюваністю і в окремих пунктах інших областей спостерігалися тропічні й екваторіальні ночі. Додатна аномалія середньої місячної температури повітря склала 4-7°C. На МС Миколаїв зареєстрований найвищий максимум в 41,6°C 16.07.2024 р., що став новим абсолютним показником станції.

3 СУЧАСНИЙ СТАН ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ В УКРАЇНИ

У роботі Шевченко О. та ін. [17] виділяється: «Клімат України, протягом останніх десятиріччя вже почав змінюватися (температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми) і згідно результатів моделювання – для території України в майбутньому продовжуватиметься зростання температури повітря (хоча величина змін дещо відрізняється за різними прогностичними моделями) та відбуватиметься зміна кількості опадів протягом року. Це може призвести до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку...Також спостерігаємо зміни екстремальної (максимальної та мінімальної) температур. Мінімальна температура зросла у переважній більшості місяців та загалом за рік...Значні зміни відбулися і в настанні весняного та осіннього сезонів (переходу температури повітря через 0°C) – цей процес навесні на всій території відбувається раніше: у Криму – на 5-6 днів і більше, на південному заході – на 4-5 днів, на заході – на 3-4 дні, на узбережжях Чорного і Азовського морів – на 2-4, на решті території – на 1-2 дні порівняно з кліматичною нормою».

Звітні матеріали у монографії Осадчого В. І. та ін. [7] показують, що «...середня температура повітря підвищилася (найбільше у січні, найменше у жовтні) на всій території України. Середній максимум також підвищився у всіх регіонах, за винятком липня...Середній мінімум підвищився (найбільше у січні та квітні) на всій території крім заходу, де він знизився в усі місяці... У 1991–2010 рр. були перекриті значення найвищої і найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період...Абсолютний максимум температури повітря за серпень та рік був перевищений на більшій частині території України (Лівобережжя, Придніпров'я), крім західних областей... Абсолютний мінімум не змінився...Такий хід середньої місячної й

екстремальної (середнього максимуму та середнього мінімуму) температури повітря відображає особливості сучасного клімату, зумовлені зміною циркуляційних процесів».

Дослідження змін температури повітря [2] мають висновки: «У другій половині ХХ – на початку ХХІ ст. температура повітря взимку підвищилась на всій території України: від $1,4^{\circ}\text{C}$ і більше на півночі до $0,2-0,4^{\circ}\text{C}$ у Криму... Навесні значне підвищення температури повітря спостерігається на всій території України і досягає максимуму ($1,6^{\circ}\text{C}$ і вище) на крайньому північному сході... Рівномірна зміна температури повітря влітку на всій території країни свідчить про зміну макромасштабної циркуляції атмосфери, зокрема, посилення антициклогенезу і зростання повторюваності блокувальних процесів... Середня максимальна за рік температура повітря у сучасний кліматичний період зросла майже на 1°C на всій території країни і коливається від 12°C на північному сході до 16°C у АР Крим та на півдні Одеської обл... Середня мінімальна за рік температура повітря на рівнинній території України варіює від 3 до 8°C і вище. Протягом останніх десятиріч її значення збільшились, особливо на Поліссі та в Лісостепу... Зростання максимальної та мінімальної температури повітря у холодний період року зумовило зменшення тривалості холодного періоду і кількість морозних днів».

Висновки щодо кліматичних показників у звіті [26] показують, що «Зміна клімату призвела до низки змін, що спостерігаються на сході Центральної Європи, включаючи Україну, де річна температура повітря за останні 30 років зросла майже на $1,5^{\circ}\text{C}$ зі зростанням темпів потепління за останнє десятиліття... Очікується, що до 2050-х років середня температура по Україні може зрости порівняно з кінцем ХХ століття на $1,2^{\circ}\text{C}$ – $3,0^{\circ}\text{C}$ за сценарієм помірної концентрації ПГ (RCP4.5) і $1,7^{\circ}\text{C}$ – $4,1^{\circ}\text{C}$ — за сценарієм високої концентрації ПГ (RCP8.5)... центр і північ України зазнають найбільших темпів потепління, тоді як у прибережних регіонах цей процес буде повільнішим через пом'якшуючий вплив Чорного й Азовського морів... за всіма сценаріями концентрації ПГ частота та інтенсивність

екстремальних температур протягом XXI ст. зростатимуть, зі збільшенням кількості дуже спекотних днів і теплих ночей, а також теплих періодів».

Прогнозні сценарії у дослідженні Малицької Л. В. [11] вказують на значні зміни кліматичних умов – «...з ймовірністю 99 % очікується підвищення приземної температури повітря як зимовий так і в літній сезони. В зимовий сезон температура повітря в середньому по країні може підвищитися на 1,4°C. Інтенсивність змін зростатиме із заходу на схід, сягаючи максимуму в 2°C у Луганській та Донецькій областях. У 2021-2050 рр. значення середньої за зиму температури повітря в Україні можуть змінюватися від -3°C до 3°C».

За висновками у роботі Балабух В. О. [1] «Проведений аналіз впливу блокувальних процесів у Євроатлантичному секторі північної півкулі на погодні умови в Україні, показав, що наявність при цьому значних аномалій геопотенціалу в середній і нижній тропосфері над територією України суттєво впливає на її термічний режим впродовж усього року. Встановлено, що блокувальні процеси впливають на величину аномалії максимальної та мінімальної приземної температури повітря, кількість днів та максимальну тривалість періоду зі спекою, сильним морозом, атмосферною посухою в країні...При цьому найбільш вразливими є південні та південно-східні області України, особливо Запорізька, Донецька, Луганська та АР Крим, де місячні аномалії максимальної температури можуть сягати 4°C і вище. Із просуванням на північний захід вплив блокування зменшується, особливо при наявності процесів у нижній тропосфері. Найбільше впливають блокувальні процеси на величину додатних аномалій максимальної температури повітря влітку».

Циркуляційні процеси, які зумовлюють високі додатні аномалії температури повітря взимку розглядаються у роботі [19]: «Виділено три основні групи процесів, які пояснюють близько 67% випадків аномалій... Процеси 1 групи належать до зонального типу циркуляції та створюють західне перенесення теплих повітряних мас до Східної Європи...У разі процесів 2 групи над Західною Європою декілька днів спостерігається висотна

улоговина. Східна Європа перебуває в полі дії висотного гребеня або його західної периферії. У полі приземного тиску спостерігається система циклонів із типовим положенням над Великою Британією, Скандинавією та Центральною Європою. При цьому сибірський максимум зміщений далеко на схід... Висотне поле геопотенціалу АТ-500 під час процесів 3 групи характеризується висотною улоговиною, що простягається зі Скандинавії на Центральну Європу або зачіпає західну частину Східноєвропейського сектора. Меридіональний рух повітря зумовлює надходження теплого повітря вздовж західної периферії висотного гребня, вісь якого спрямована від Балканського півострова в напрямку Білого моря. На приземній карті над Західною Європою та над територією Росії розташовуються антициклони».

У роботі Писаренко В. М. [13] наголошується: «...діяльність людини підсилює «парниковий» ефект, у результаті чого збільшується приземна температура повітря, і з агрономічного погляду Лісостеп України стає класичною зоною посушливого клімату та взагалі розширюються зони ризикованого землеробства. Цілком ймовірно, що вплив космічних і антропогенних факторів на клімат планети має комплексний характер, посухи (весняні, літні або осінні) стануть частим явищем. Тому сьогодні глобальне потепління розглядають як факт, і головною проблемою при цьому стає дефіцит вологи, її накопичення, збереження і раціональне використання. Отже, насамперед необхідно розробити адаптаційні заходи до негативного впливу погоди, які повинні органічно увійти в технології сільськогосподарського виробництва. По-друге, це впровадження технологічних заходів із накопичення, збереження і раціонального використання вологи, особливо в умовах посух».

Актуальне питання із параметрів впливу на зміни клімату розглядається у роботі Писаренко Л. А. [14]: «...різні компоненти навколишнього середовища, в свою чергу, можуть впливати на кліматичну систему. Одним із таких компонентів є лісовий покрив». Експериментальний проєкт щодо виділення ефектів різного часово-просторового масштабу на клімат унаслідок

штучного глобального часткового знеліснення вказує, що зменшення лісистості в Україні вплине на приземну температуру повітря. «Ліси є одним із важливих поглиначів вуглекислого газу та джерел кисню, тому не можна однозначно говорити про те, що зменшення площі лісів буде сприятливим для зниження температури повітря та температури підстильної поверхні. У цьому випадку є протидія ефектів: з одного боку, ліси у помірній зоні через низьке альbedo сприяють нагріванню навколишнього повітря, що особливо проявляється взимку, а з іншого – ліси поглинають та утримують в собі значну кількість вуглецю, вивільняючи при цьому кисень, що сприяє охолодженню повітря. До того ж у сучасних умовах зміни клімату зі значним підвищенням температури внаслідок збільшення концентрації парникових газів в атмосфері та зменшення тривалості залягання снігового покриву в Україні, отримані ефекти глобального знеліснення на зниження температури будуть значно меншими або навіть протилежними» [\[14\]](#).

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПЕРІОД 2011-2020 РР

У роботі використано вихідні дані: бюлетені погоди і щоденники погоди, Кліматичні Кадастри України за 1961-1990 та 1991-2020 рр. [9-10].

4.1 Аналіз середньої річної та місячної температури повітря

Для дослідження змін термічного режиму на Волині проаналізовані показники 6 метеостанцій області: Володимир-Волинський, Ковель, Маневичі, Луцьк, Любешів, Світязь.

На першому етапі визначено аномалії – відхилення від кліматологічної норми [9] середньої місячної температури повітря за останнє десятиріччя (ΔT).

Вихідні дані показників середньої місячної температури за 2011-2020 рр. представлено у табл. 4.1-4.6. Розподіл середньої місячної температури за десятиріччя та її відхилення від норми проілюстровано на рис. 4.1-4.6.

За амплітудою та конфігурацією криві розподілу середніх десятирічних температур за місяць на всіх станціях однотипні та близькі за показниками, хоча станції суттєво різняться за географічним положенням. Особливо це стосується МС Володимир-Волинський, яка розміщена на Волино-Подільській височині. Для цієї метеостанції зміни середньої місячної температури останнього десятиріччя мало відрізняються від кліматологічної норми (табл. 4.1, рис. 4.1). Найбільше відхилення відзначається у грудні. Кліматологічна норма для станції є від'ємною і складає $-0,9^{\circ}\text{C}$, отже додатна аномалія $1,66^{\circ}\text{C}$. При цьому від'ємні показники за грудень відмічалися лише двічі з найбільшою від'ємною аномалією 2012 року в $3,7^{\circ}\text{C}$ і, навпаки, високі додатні аномалії у грудні були у 2015, 2019 та 2011 рр. Максимальне

відхилення припадає на 2015 р. в 4,2°C. В інші місяці середня за десятиріччя температура перевищувала норму незначно. За роками наявні як додатні, так і від’ємні відхилення у кожному місяці.

Таблиця 4.1 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33177 Володимир-Волинський

Рік / Місяць	Температура повітря, °C												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
2011	-1,5	-4,6	1,7	10,1	14,1	18,7	19,3	18,8	14,8	7,4	2,1	2,2	8,6
2012	-2,8	-8,9	4,2	9,5	15,5	17,8	21,4	18,8	15,0	8,5	5,2	-4,6	8,3
2013	-3,8	-0,7	-2,2	8,7	16,1	18,9	19,3	18,7	11,9	10,1	5,9	0,9	8,7
2014	-3,0	0,7	6,2	9,8	14,4	16,5	20,6	18,6	14,1	9,2	4,1	0,4	9,3
2015	0,8	1,1	4,7	8,2	13,4	17,9	19,8	21,0	15,6	6,9	5,0	3,3	9,8
2016	-4,2	3,5	4,2	10,2	14,5	18,7	20,0	18,7	14,9	6,9	2,0	-0,5	9,1
2017	-5,7	-1,4	5,9	8,2	14,0	18,6	18,6	20,2	14,0	9,3	3,5	1,8	8,9
2018	-0,5	-4,3	-1,2	13,7	17,3	18,6	19,9	20,5	15,5	9,8	3,0	0,2	9,4
2019	-3,4	2,1	5,2	10,0	14,1	21,5	18,8	19,5	14,6	10,8	6,2	2,6	10,2
2020	1,2	2,9	4,4	8,3	11,7	19,4	19,2	19,5	15,2	11,0	4,9	1,3	9,9

Січень виявився значно холоднішим за середні показники у 2017 р. – аномалія 3,2°C, найтепліший – 2020 р. з додатною аномалією в 3,7°C. Лютий аномально холодний у 2012 р. – нижче норми на 7,4°C та аномально теплі місяці 2016, 2019-2020 р. (2016 р. $\Delta T = 5,0^\circ\text{C}$).

Розподіл середньої температури навесні: березень за норми у 2,5°C мав від’ємні значення у 2013 та 2018 рр., найхолодніший березень 2013 р. – аномалія у 4,8°C. Найтепліший березень – 2014, 2017, 2019 рр., у 2014 році додатна аномалія 3,6°C. Квітень виявився дещо нижчим норми у 3-х роках, а

значна додатна аномалія 2018 р. у $4,7^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший травень був 2020 р. з відхиленням у $2,6^{\circ}\text{C}$. Найтепліший – 2018 року, аномалія $3,0^{\circ}\text{C}$.

Влітку у червні лише у 2-х роках температура дещо нижче норми, найтепліший місяць у 2019 році – відхилення від норми $3,8^{\circ}\text{C}$. Липень – у 3-х роках незначні відхилення до $0,2-0,3^{\circ}\text{C}$, а 2017 та 2019 рр. нижче норми на $0,9^{\circ}\text{C}$ і $0,7^{\circ}\text{C}$ відповідно. Найтепліший липень 2019 року, проте всі липневі перевищення норми були не більше 2°C . У серпні лише у 2014 р. температура була нижчою норми на $0,1^{\circ}\text{C}$, в інших 9-ти роках – вище норми; найтепліший серпень – 2019 року з аномалією в $2,3^{\circ}\text{C}$.

Осінні показники: у вересні лише 2013 р. температура була нижче норми на $1,8^{\circ}\text{C}$, інші роки – перевищення норми, але не більше 2°C . У жовтні у 3-х роках показники нижче норми, найхолодніший місяць – 2015-2016 рр. ($\Delta T = 1,6^{\circ}\text{C}$), найтепліший вересень – 2019 року з аномалією у $2,3^{\circ}\text{C}$. Листопад був дещо холоднішим за норму 2011, 2016, 2018 рр., найвища додатна аномалія 2019 року в $2,8^{\circ}\text{C}$.

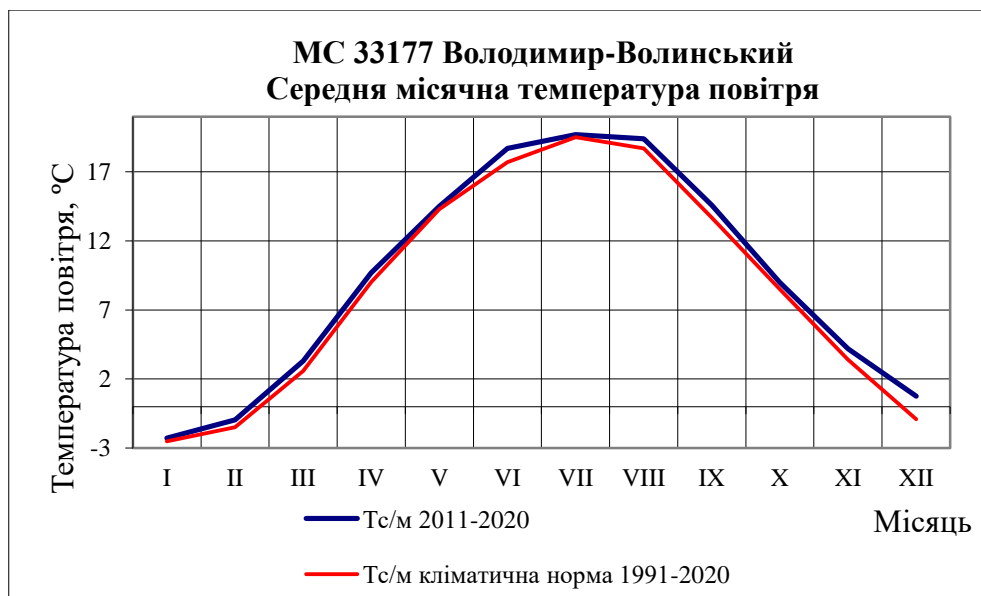


Рисунок 4.1 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33177 Володимир-Волинський

Метеостанція Ковель, дані представлено у табл. 4.2 і продемонстровано на рис. 4.2). Розподіл середньої температури вказує на незначне перевищення норми у всіх місяцях з найбільшим відхиленням на 1,76°C також у грудні.

Таблиця 4.2 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33173 Ковель

Рік / Місяць	Температура повітря, °C												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2011	-1,4	-4,7	2,0	9,9	14,3	18,7	19,7	18,7	14,6	7,2	2,5	2,3	8,7
2012	-2,4	-8,7	4,1	9,4	15,9	17,5	21,7	18,9	14,8	8,2	5,2	-4,4	8,4
2013	-4,0	-0,4	-2,0	8,8	16,4	19,1	19,5	19,0	11,9	9,9	5,9	0,9	8,8
2014	-3,3	0,8	6,3	10,1	14,4	16,5	20,9	18,8	13,9	8,7	3,7	0,2	9,2
2015	0,8	0,9	4,7	8,2	13,6	18,3	20,0	21,6	15,5	6,8	4,9	3,1	9,9
2016	-4,4	3,2	3,9	10,1	14,8	19,2	20,2	19,0	14,8	6,7	2,1	-0,3	9,1
2017	-5,3	-1,3	6,1	8,0	14,0	18,7	18,7	20,1	13,9	9,0	3,4	2,1	9,0
2018	-0,8	-4,0	-0,7	13,4	17,5	18,9	20,0	20,6	15,4	9,6	2,8	0,0	9,4
2019	-3,6	2,1	5,1	10,0	14,2	21,8	18,7	19,6	14,4	10,6	6,1	2,6	10,1
2020	1,4	2,9	4,7	8,4	11,8	19,6	19,3	19,7	15,2	10,8	5,2	1,1	10,0

За січень температура нижче норми була у 4-х роках з найбільшим відхиленням у 2017 р. в 2,9°C, а найтеплішим виявився січень 2020 року з додатною температурою в 1,4°C ($\Delta T = 3,8^\circ\text{C}$). Лютий був аномально холодний у 2012 р., відхилення 7,3°C. Додатні показники зареєстровані у 5-ти роках, максимальна додатна аномалія в 4,6°C 2016 року.

У березні температура за місяць була від'ємною у 2-х роках, найхолодніший місяць – 2013 р. з аномалією у 4,7°C; найтепліший березень – 2014 та 2017 року – перевищення норми на 3,6°C та 3,4°C відповідно. У квітні температура була дещо нижчою норми у 3-х роках, а 2018 р. перевищувала

норму на $4,3^{\circ}\text{C}$. Травень був найхолодніший 2020 р. з аномалією у $2,6^{\circ}\text{C}$, а найтепліший – 2018 р. з аномалією в $3,1^{\circ}\text{C}$.

Влітку показники наступні: у червні лише 2014 р. температура нижче норми на $1,4^{\circ}\text{C}$, а 2012 р. на $0,4^{\circ}\text{C}$; найтепліший червень 2019 р. показав відхилення в $3,9^{\circ}\text{C}$. За липень у 4-х роках показники нижче норми ($\Delta T \leq 1^{\circ}\text{C}$), найтепліший місяць – 2012 р., аномалія $2,0^{\circ}\text{C}$. Температура серпня вище норми у 9-ти, у 2011 р. нижче норми на $0,2^{\circ}\text{C}$.

У вересні лише 2013 р. показники були нижче норми на $1,7^{\circ}\text{C}$, інші роки – невисокі додатні аномалії. За жовтень температура нижче норми була у 3-х роках з найбільшою аномалією 2016 р. у $1,5^{\circ}\text{C}$, найтепліший жовтень 2020 р. – аномалія $2,6^{\circ}\text{C}$. Найхолодніший листопад 2016 р. – аномалія $0,9^{\circ}\text{C}$, а найтепліший – 2019 р., показники вище норми на $2,9^{\circ}\text{C}$.

Аналогічно попередній станції, найхолодніший грудень – 2012 р., від’ємна аномалія становила $3,4^{\circ}\text{C}$. Додатна аномалія $\geq 3^{\circ}\text{C}$ відмічалася 2011, 2015, 2017, 2019 рр., максимум – у 2015 р. в $4,1^{\circ}\text{C}$.

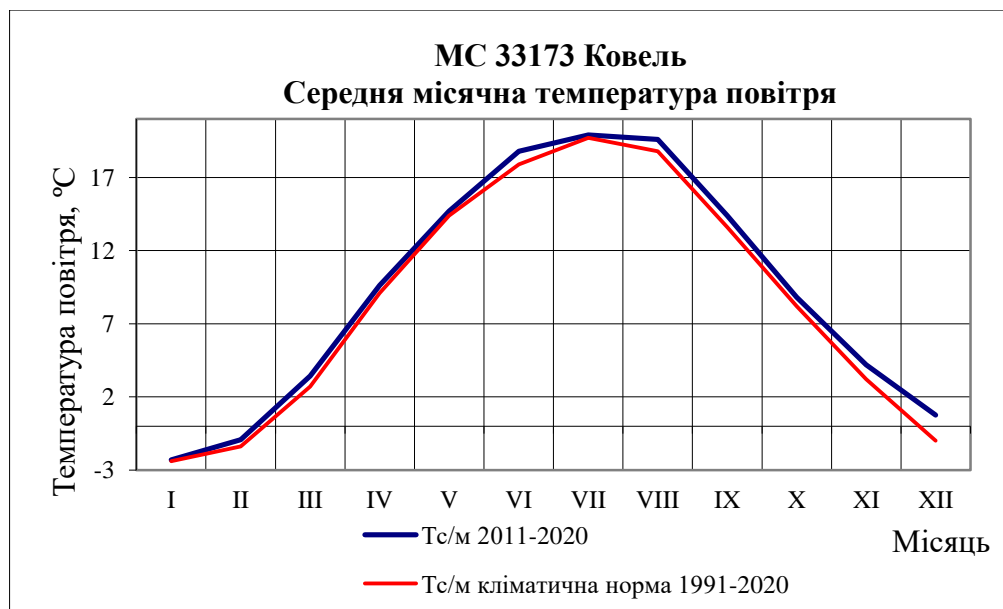


Рисунок 4.2 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33173 Ковель

Показники МС Луцьк наведено у табл. 4.3 та проілюстровано на рис. 4.3.

Таблиця 4.3 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33187 Луцьк

Рік / Місяць	Температура повітря, °С												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
2011	-2,1	-5,1	1,1	9,9	14,4	19,0	20,2	19,0	15,2	7,3	2,3	1,9	8,6
2012	-3,2	-9,5	3,7	9,7	15,9	18,0	21,9	19,2	15,3	8,6	5,0	-5,4	8,3
2013	-4,4	-1,1	-2,4	8,8	16,7	19,4	19,4	19,2	12,1	10,0	6,1	0,5	8,7
2014	-3,5	0,5	6,2	10,1	15,0	16,5	20,9	19,2	14,5	9,1	3,4	-0,3	9,3
2015	0,3	0,8	4,9	8,1	13,8	18,4	20,0	22,1	16,1	7,2	4,8	2,7	9,9
2016	-4,3	3,2	4,1	10,8	14,8	19,3	20,8	19,6	15,6	6,9	1,7	-0,9	9,3
2017	-5,5	-1,7	6,1	8,5	14,0	18,8	18,9	20,8	14,7	9,0	3,7	1,6	9,1
2018	-1,0	-4,2	-0,9	13,6	18,0	19,2	20,1	21,1	16,0	10,6	2,6	-0,4	9,6
2019	-3,7	1,7	5,0	10,2	14,5	22,0	18,9	20,3	15,2	11,0	6,3	2,6	10,3
2020	0,9	2,5	4,9	8,8	11,7	19,6	19,7	20,3	15,9	11,5	5,0	1,1	10,2

Температура січня у 6-ти роках була нижче норми, найхолодніший місяць у 2017 р. з аномалією 2,6°С, найтепліший січень – 2020 р., аномалія 3,8°С. Дуже холодним виявився лютий 2011-2012 рр., найбільша аномалія 2012 р. склала 7,6°С. Вищим за норму став лютий 2016 р. з додатною температурою в 3,2°С, що склало аномалію 5,1°С.

Березень у 7-ми роках був теплішим за норму, особливо у 2014 та 2017 рр. (аномалія 3,9 і 3,8°С відповідно). Холодний березень 2014 р. показав відхилення в 4,7°С. У квітні та травні лише у 3-х роках показники були незначно нижче норми. Додатна аномалія квітня найвища 2018 р. у 4,5°С, а травня – 2013 р. з аномалією у 2,3°С.

Влітку виділяється серпень – за все десятиріччя температура вище норми, найтепліший серпень 2015 року, аномалія $3,1^{\circ}\text{C}$. У червні лише за 2014 р. показники нижче норми на $1,4^{\circ}\text{C}$; найтепліший червень – 2019 р. з перевищенням норми на $2,1^{\circ}\text{C}$. У липні у 3-х роках середня температура дещо нижче норми, найхолодніший місяць 2017 та 2019 рр., нижче норми на $0,8^{\circ}\text{C}$. Найтепліший липень – 2012 р., відхилення $2,2^{\circ}\text{C}$.

У вересні лише у 2013 р. температура була незначно нижчою норми, найтепліший місяць – 2015 та 2018 рр., відхилення $2,3$ і $2,2^{\circ}\text{C}$ відповідно. Жовтень у 3-х роках показав від’ємну аномалію, найбільшу 2016 р. у $1,4^{\circ}\text{C}$, найтепліший жовтень – 2020 року з аномалією у $3,2^{\circ}\text{C}$. Листопад також у 3-х роках був холоднішим за норму, найбільше відхилення в $1,4^{\circ}\text{C}$ у 2016 р.; найтепліший листопад – 2019 р., аномалія $3,2^{\circ}\text{C}$.

Загалом грудневі показники неоднорідні: у 6-ти роках середня місячна температура була додатна, з найбільшою аномалією 2015 та 2019 рр. у $4,1$ та $4,0^{\circ}\text{C}$ відповідно. Найхолодніший грудень 2012 р. – відхилення $4,0^{\circ}\text{C}$.

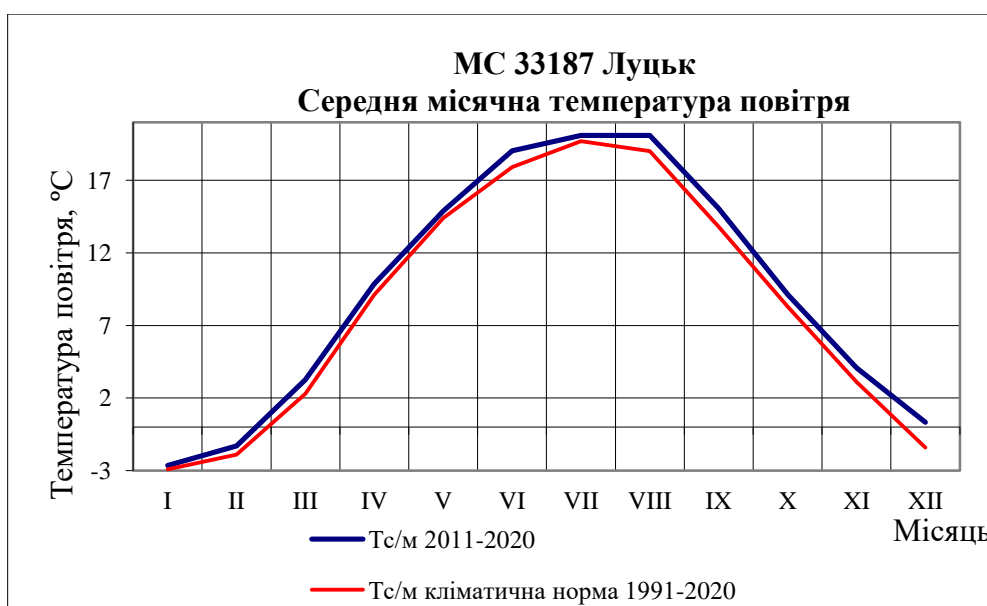


Рисунок 4.3 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33187 Луцьк

Наступна для аналізу метеостанція Любешів (табл. 4.4, рис. 4.4).

Таблиця 4.4 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33075 Любешів

Рік / Місяць	Температура повітря, °С												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
2011	-1,9	-5,3	1,6	9,8	14,4	19,0	20,0	18,5	14,6	7,2	2,6	2,1	8,6
2012	-2,8	-8,8	3,6	9,5	16,0	17,4	21,6	18,8	14,5	8,1	5,2	-4,5	8,2
2013	-4,6	-0,2	-2,3	8,8	16,9	19,2	19,0	18,9	12,0	9,7	5,8	1,1	8,7
2014	-4,1	0,8	6,2	10,0	14,5	16,3	21,1	19,0	13,7	8,0	3,0	0,4	9,0
2015	0,6	0,5	4,9	8,2	13,5	18,2	19,8	21,4	15,4	6,7	4,7	2,8	9,7
2016	-4,8	2,7	3,5	10,0	15,1	19,5	20,1	19,3	14,7	6,6	1,8	-0,5	9,0
2017	-4,9	-1,6	6,1	7,7	13,8	18,1	18,6	20,4	14,1	8,6	3,5	2,0	8,9
2018	-1,2	-4,4	-1,0	13,2	17,5	18,6	19,8	20,6	15,6	9,8	2,3	0,3	9,2
2019	-3,9	1,9	4,9	9,9	14,6	21,9	18,4	19,5	14,2	10,7	5,9	2,6	10,0
2020	1,4	2,6	4,6	8,2	11,8	19,4	19,3	19,6	15,4	11,1	5,2	0,7	9,9

Січень у 6-ти роках мав від'ємні аномалії, найбільшу в 2,2°C 2017 р., а найтепліший місяць з додатною середньою температурою – 2020 р., аномалія 4,1°C. Лютий у 3-х роках нижче норми, аномально холодний місяць – 2012 р. при середній температурі -8,8°C за норми -1,7°C. Але у 5-ти роках лютий мав додатні показники, найтепліший місяць – 2016 та 2020 рр., перевищення норми на 4,4°C та 4,3°C відповідно.

У березні у 2-х роках були від'ємні позначки, найхолодніший місяць – 2014 р., аномалія 4,7°C, найтепліший – 2014 та 2017 рр., аномалія 3,8°C та 3,7°C відповідно. У квітні у 4-х роках недобір тепла, найбільше – 2017 р., відхилення 1,4°C; найтепліший квітень 2017 р. мав аномалію у 4,1°C. Травень

у 3-х роках був холоднішим за норму, найбільше відхилення 2020 р. в $2,6^{\circ}\text{C}$, найтепліший травень – 2018 р., відхилення $3,1^{\circ}\text{C}$.

У червні температура у 2-х роках нижче норми, найбільше відхилення у $1,4^{\circ}\text{C}$ 2014 р.; найтепліший місяць – 2019 року з аномалією $4,1^{\circ}\text{C}$. У липні від’ємна аномалія відмічалася у 4-х роках, найхолодніший місяць – 2019 р., аномалія $1,2^{\circ}\text{C}$; найтепліший – 2012 р., аномалія $2,0^{\circ}\text{C}$. Серпень лише 2011 року холодніше норми, найтепліший місяць – 2015 р., відхилення $2,6^{\circ}\text{C}$.

У вересні лише у 2013 р. температура була нижчою норми на $1,5^{\circ}\text{C}$, найтепліший місяць – 2018 р., аномалія $2,1^{\circ}\text{C}$. У жовтні показники нижче норми відмічалися у 4-х роках, найхолодніший місяць – 2016 та 2015 рр., відхилення $1,5^{\circ}\text{C}$ та $1,4^{\circ}\text{C}$ відповідно; додатна аномалія найбільша 2020 року, $3,0^{\circ}\text{C}$. Листопад у 3-х роках мав температуру нижче норми, найбільше відхилення – 2016 р. у $1,2^{\circ}\text{C}$; найтепліший місяць – 2019 р. ($\Delta T = 2,9^{\circ}\text{C}$).

Найбільше перевищення норми відмічається у грудні. За норми $-1,2^{\circ}\text{C}$ від’ємні показники спостерігалися лише двічі з максимальним недобором тепла у $3,3^{\circ}\text{C}$ 2016 р. Найтепліший грудень 2015 р. – аномалія $4,0^{\circ}\text{C}$.

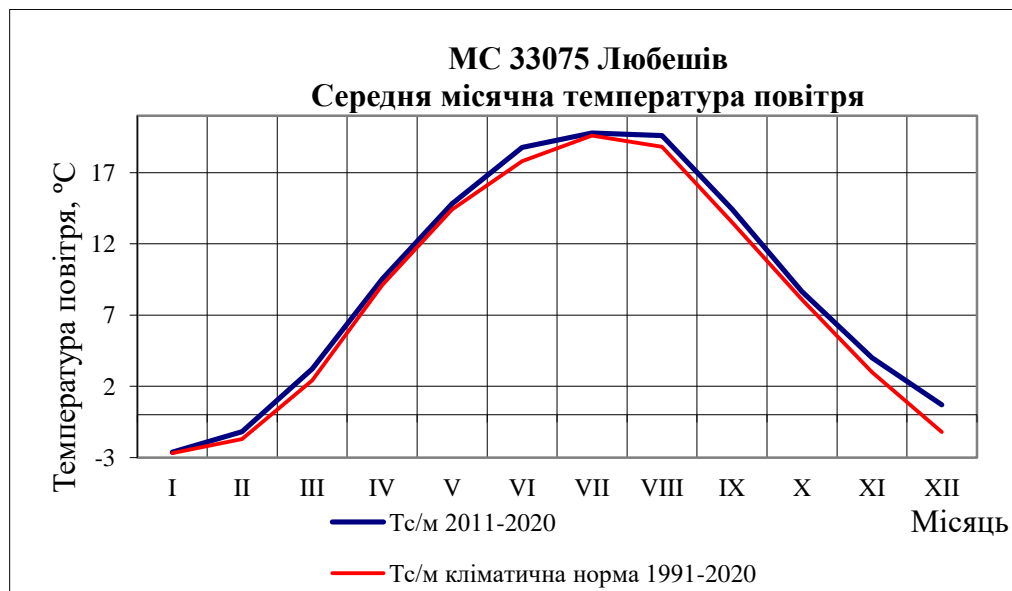


Рисунок 4.4 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33075 Любешів

Надалі проаналізуємо середню температуру повітря для МС Маневичі (табл. 4.5, рис. 4.5). Аналогічно попереднім даним, найбільші відхилення у бік перевищення норми відмічалися у червні, серпні, листопаді – на 1,0°C та грудні – на 1,7°C.

Таблиця 4.5 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33182 Маневичі

Рік / Місяць	Температура повітря, °C												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2011	-2,0	-5,4	1,7	9,3	13,9	18,6	19,9	18,4	14,5	6,9	2,2	1,8	8,3
2012	-3,2	-9,0	3,5	9,1	15,8	17,3	21,7	18,8	14,5	8,1	4,9	-5,0	8,0
2013	-4,5	-0,6	-2,3	8,2	16,4	19,0	19,0	18,9	11,8	9,7	5,6	0,6	8,5
2014	-4,0	0,8	6,1	9,8	14,4	16,1	20,9	19,1	13,9	8,3	3,0	-0,5	9,0
2015	0,4	0,6	4,6	7,8	13,4	18,1	19,8	21,7	15,5	6,8	4,5	2,5	9,6
2016	-4,7	2,7	3,4	10,1	14,8	19,5	20,3	19,4	14,8	6,5	1,6	-0,8	9,0
2017	-5,4	-1,7	5,9	7,7	14,0	18,5	18,5	20,2	14,2	8,5	3,3	1,7	8,8
2018	-1,2	-4,4	-1,1	13,1	17,6	18,9	19,8	20,5	15,5	9,9	2,3	-0,6	9,2
2019	-4,1	1,8	4,7	9,8	14,2	21,9	18,3	19,7	14,6	10,6	5,7	2,5	10,0
2020	1,1	2,5	4,4	8,2	11,5	19,4	19,3	19,9	15,5	11,1	5,0	0,6	9,9

Взимку січневі показники у 5-ти роках нижче норми, найбільша від'ємна аномалія 2017 р. у 2,5°C. У 2-х роках додатні середні температури, найтепліший січень – 2020 р. з аномалією у 4,0°C. Лютий був аномально холодний 2012 р. з відхиленням у 7,1°C, а додатні середні температури спостерігалися у 5-ти роках, найтепліший місяць 2016 р. з аномалією 4,6°C. Грудень мав від'ємні середні температури у 4-х роках, найбільша аномалія – 2012 року 3,5°C; найтепліший місяць – 2015 та 2019 рр., $\Delta T = 4,0^\circ\text{C}$.

Навесні березневі від'ємні температури відзначалися 2013 та 2018 рр., найбільше відхилення 2013 року в $4,4^{\circ}\text{C}$; найтепліший березень – 2014 р., аномалія $4,0^{\circ}\text{C}$. У квітні у 4-х роках недобір тепла ($\Delta T \leq 1,0^{\circ}\text{C}$), найтепліший квітень 2018 року з аномалією $4,5^{\circ}\text{C}$. Травень також у 4-х роках мав показники нижче норми, 2020 р. травень був найхолоднішим, аномалія $2,6^{\circ}\text{C}$.

Червень у 2-х роках був нижче норми за температурою, найбільше відхилення 2014 р. в $1,6^{\circ}\text{C}$, найтепліший місяць – 2020 р. аномалія $4,2^{\circ}\text{C}$. Липень у 4-х роках мав від'ємні аномалії температури, найвищу 2019 р. в $1,2^{\circ}\text{C}$, а найтепліший місяць – 2012 р., аномалія $2,2^{\circ}\text{C}$. У серпні лише 2011 року температура була нижче норми, найтепліший серпень – 2015 р. ($\Delta T = 3,0^{\circ}\text{C}$).

У вересні лише 2013 р. відмічався недобір тепла, відхилення у $1,6^{\circ}\text{C}$, найтепліший вересень – 2015, 2018, 2020 рр., аномалія $2,1^{\circ}\text{C}$. У жовтні та листопаді температура була нижче норми у 3-х роках. Найхолодніший жовтень і листопад – 2016 р. ($\Delta T 1,4^{\circ}\text{C}$ і $1,2^{\circ}\text{C}$ відповідно). Найбільша додатна аномалія жовтня 2020 року склала $3,2^{\circ}\text{C}$, а листопада 2019 р. $2,9^{\circ}\text{C}$.

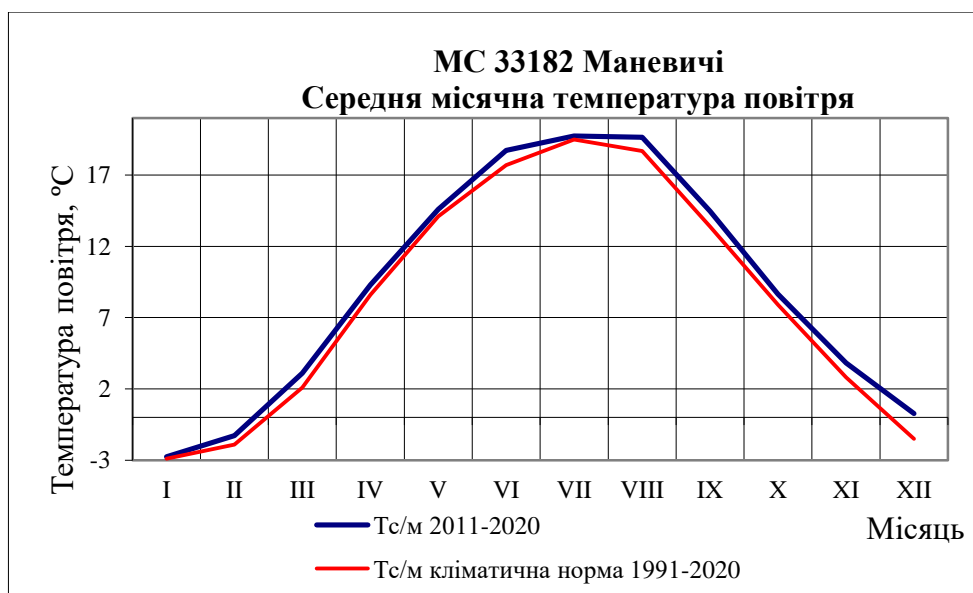


Рисунок 4.5 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33182 Маневичі

Остання метеостанція для аналізу – Світязь (табл. 4.6, рис. 4.6).

Таблиця 4.6 – Вихідні дані середньої місячної температури повітря на МС 33067 Світязь

Рік / Місяць	Температура повітря, °С												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За рік
2011	-1,5	-4,9	1,4	9,9	14,3	18,9	19,4	19,0	14,9	7,6	2,7	2,1	8,7
2012	-1,9	-7,8	3,1	9,3	15,8	17,4	21,8	19,0	15,0	8,1	5,3	-4,1	8,4
2013	-4,2	-0,6	-2,4	7,9	16,2	19,0	19,6	19,2	12,3	10,1	6,0	1,2	8,7
2014	-3,1	1,1	5,6	10,1	14,2	16,4	21,1	18,9	14,3	9,0	4,0	0,2	9,3
2015	0,8	0,9	4,7	8,2	13,3	18,0	19,9	22,0	15,4	7,1	4,9	3,4	9,9
2016	-4,6	3,1	3,9	9,8	14,9	19,2	20,0	18,7	14,9	7,0	2,5	0,0	9,1
2017	-5,1	-1,4	5,3	7,9	14,1	18,7	18,6	20,2	14,3	9,2	3,8	2,1	9,0
2018	-0,3	-3,9	-0,7	13,3	17,6	19,2	20,2	20,9	15,8	10,0	3,3	0,2	9,6
2019	-3,0	1,9	5,0	10,1	14,2	22,3	18,9	20,1	14,7	10,9	6,4	2,9	10,4
2020	1,4	2,9	4,0	8,4	11,8	19,4	19,5	20,1	15,5	11,1	5,5	1,3	10,1

Подібно проаналізованим метеостанціям області найбільше перевищення норми за десять років спостерігалось у грудні (1,7°С). При цьому від'ємною була середня температура лише 2012 р., аномалія 3,3°С, найтепліший грудень – 2015 р., аномалія 4,2°С.

У січні додатна температура була лише у 2-х роках, найбільше відхилення – 2020 р. в 3,8°С. Найхолодніший січень – 2017 р., аномалія 2,7°С. У лютому додатна середня температуру була вже у 5-ти роках, максимальне відхилення 2016 р. 4,5°С, найхолодніший лютий 2012 р., аномалія 6,4°С.

Березень був прохолодніше за норму у 3-х роках, з них у 2-х – від'ємні показники, найбільший недобір тепла – 2013 р. в 4,8°С. Найтепліший березень – 2014 р., аномалія 3,2°С. Квітень у 4-х роках нижче норми за температурою,

але відхилення незначні, а найбільша додатна аномалія відмічалася 2018 р. в $4,4^{\circ}\text{C}$. Травень у 6-ти роках був нижче норми, найбільша від'ємна аномалія 2020 року в $2,6^{\circ}\text{C}$; найтеплішим місяць 2018 р. з аномалією $3,2^{\circ}\text{C}$.

Влітку розподіл показників також неоднорідний. У червні 2012 і 2014 рр. температура дещо нижче норми, найтепліший червень був 2019 року з аномалією у $4,4^{\circ}\text{C}$. Липень у 5-ти роках був дещо прохолодніше норми, а найбільша додатна аномалія у $2,0^{\circ}\text{C}$ реєструвалася 2012 р. Серпень у 2-х роках мав мінімальне відхилення від норми у бік зниження, а найтепліший місяць – 2018 р., аномалія $1,9^{\circ}\text{C}$.

У вересні також лише 2013 р. показав недобір тепла ($\Delta T = 1,5^{\circ}\text{C}$), найтепліший вересень – 2018 р., перевищення норми на $2,0^{\circ}\text{C}$. Жовтень у 3-х роках був нижче норми за температурою, найбільше відхилення $1,4^{\circ}\text{C}$ – 2016 р., найтепліший жовтень – 2020 р., аномалія $2,7^{\circ}\text{C}$. У листопаді зниження показників відмічалася у 3-х роках, найбільше – 2016 року на $1,0^{\circ}\text{C}$, найтепліший місяць був 2019 р., перевищення норми на $2,9^{\circ}\text{C}$.

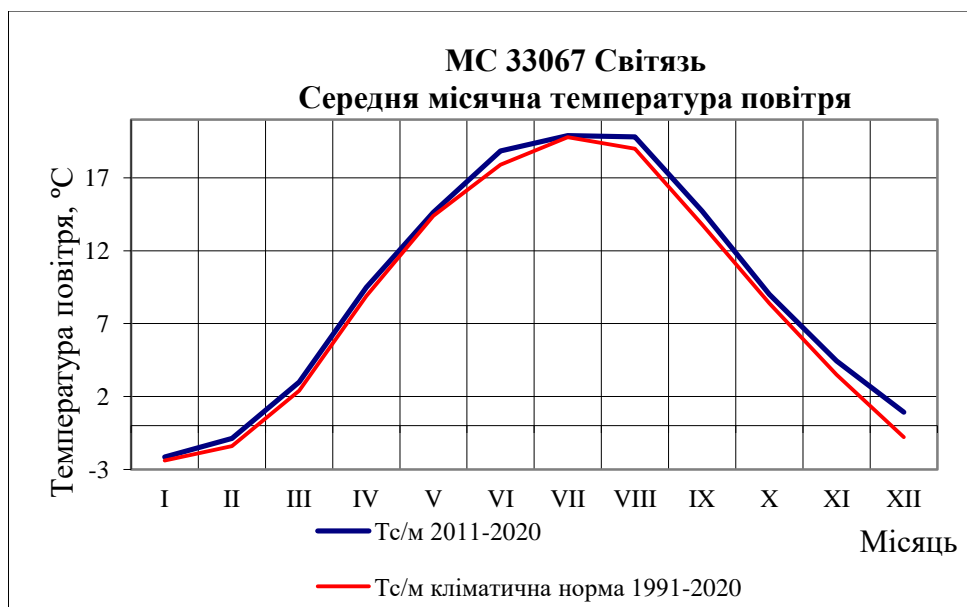


Рисунок 4.6 – Розподіл середньої місячної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр., МС 33067 Світязь

Таким чином, найбільші відхилення від норми відмічаються у зимові місяці на всіх метеостанціях області.

Порівняльний аналіз показників середньої річної температури повітря між метеостанціями можна провести за кривими на рис. 4.7. На діаграму нанесені середні річні температури повітря за період 2011-2020 рр. і кліматологічні норми середніх річних показників для кожної метеостанції.

Наочно простежується два сильні злами кривих на підйомі та спаді однотипно для усіх станцій. Так, показники нижче норми відмічалися лише на початку періоду у 2012 р., надалі є спад 2017 року, проте значно вище норми кожної станції. Чітко виділяється зростання середньої річної температури з 2013 року до кінця десятиріччя при суттєвій аномалії 2015 та ще вищій 2019 р.

Найбільша річна аномалія відмічається на МС Світязь у 2019 р. в $1,8^{\circ}\text{C}$. Також виділяються дещо вищі показники для МС Світязь, частково за роками – МС Луцьк, а найнижчі – МС Маневичі у всіх роках.

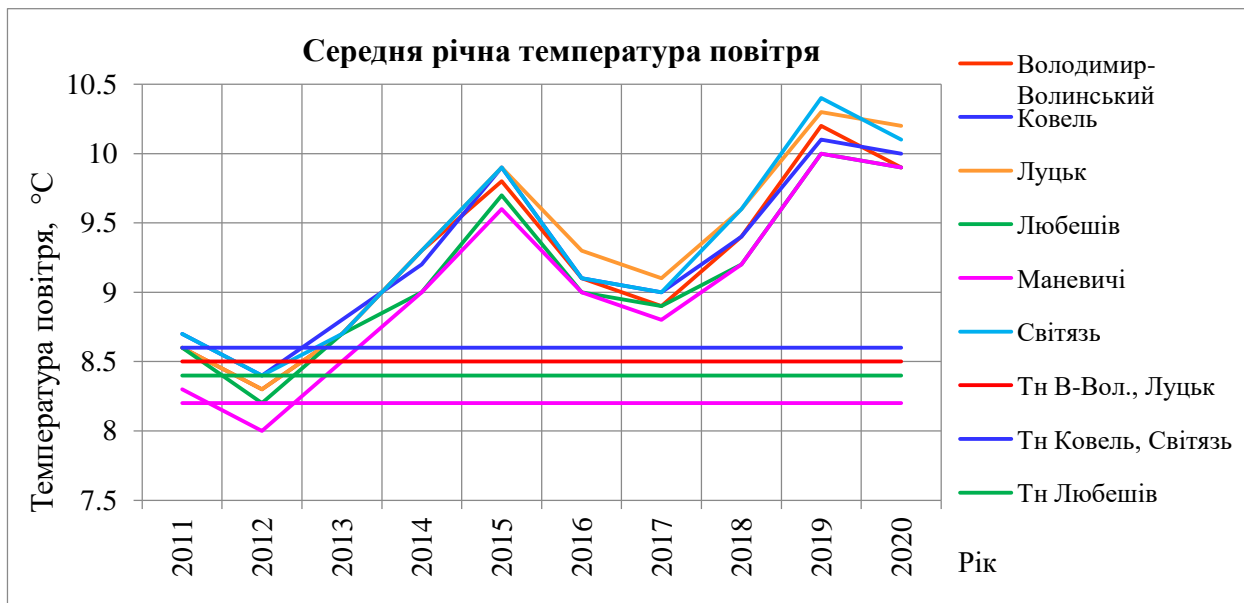


Рисунок 4.7 – Розподіл середньої річної температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматичної норми 1991-2020 рр. на метеостанціях Волинської області

4.2 Зміни максимальної температури повітря

Проведений порівняльний аналіз середніх за місяць багаторічних значень максимальної температури повітря (\bar{T}_{max}) за кліматологічні періоди 1961–1990 і 1991–2020 рр. для 6 метеостанцій області (табл. 4.7). Це дозволяє у оцінити зміни максимумів температури за два 30-ти річних періоди.

Графіки ходу максимальної температури повітря за два 30-ти річні періоди проілюстровано на рис. 4.8. Як видно, суттєвих розбіжностей між показниками максимумів на метеостанціях області немає. Для всіх метеостанцій Волинської області за всі місяці року середня максимальна температура в останньому кліматологічному періоді 1991-2020 рр. зросла. Амплітуда росту різна як у місячному розподілі, так і за станціями.

У січні на МС Ковель та Світязь показники \bar{T}_{max} підвищилися до додатних значень при зростанні на 1,9 та 1,8°C відповідно. Найбільше у січні підвищився максимум у Любешеві – на 2,0°C.

За лютий всі метеостанції області досягли додатних показників \bar{T}_{max} . Найбільше зріс середній максимум на МС Ковель – на 2,2°C, МС Любешів 2,0°C, на інших станціях переважно на 1,8°C.

Навесні також відмічається підвищення кліматологічної норми показників \bar{T}_{max} , найбільше – у березні. МС Ковель – зростання на 2,2°C, МС Любешів на 2,1°C, на інших станціях норма зросла на 1,7...1,9°C. У квітні середній максимум найбільше зріс знову на МС Ковель – 1,9°C, інші станції – на 1,5...1,7°C. Серед весняних показників найменше зросла середня максимальна температура повітря у травні (0,8...1,3°C). Найбільше зростання травневих показників \bar{T}_{max} на МС Ковель та Світязь.

Впродовж року зростання середньої максимальної температури повітря досягає максимальної амплітуди влітку. Так, інтервал підвищення норми за станціями становить 1,4...2,4°C. Найбільше максимальна температура зросла

у липні та серпні однотипно на всіх станціях. За червень норма найбільше підвищилася знову на МС Ковель – на 1,7°C, МС Луцьк та Світязь – на 1,6°C. У липні середній максимум на метеостанціях області повсюдно перевищив 25°C. Виділяється пікове зростання показника на МС Світязь – на 2,4°C, Ковель – 2,3°C. За серпень спостерігається підвищення \bar{T}_{max} на станціях на 1,9...2,2°C, найбільше – знову на станціях Ковель та Світязь (2,2°C).

Таблиця 4.7 – Кліматологічна норма середньої максимальної температури повітря

МС / період		Температура повітря \bar{T}_{max} , °C												Рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Володимир- Волинський	1961- 1990	-1,6	0,0	5,2	13,2	19,2	22,0	23,4	23,0	18,7	12,8	5,6	0,7	11,9
	1991- 2020	-0,1	1,8	7,0	14,7	20,2	23,4	25,4	25,0	19,2	13,2	6,6	1,6	13,2
Ковель	1961- 1990	-1,7	-0,2	5,1	13,1	19,5	22,4	23,7	23,3	18,6	12,6	5,5	0,6	11,9
	1991- 2020	0,2	2,0	7,3	15,0	20,8	24,1	26,0	25,5	19,6	13,2	6,4	1,5	13,5
Луцьк	1961- 1990	-2,1	-0,5	4,8	13,1	19,4	22,2	23,5	23,2	18,7	12,5	5,4	0,4	11,7
	1991- 2020	-0,4	1,3	6,7	14,7	20,4	23,8	25,6	25,2	19,4	13,0	6,1	1,0	13,1
Любешів	1961- 1990	-2,2	-0,5	4,7	13,0	19,6	22,2	23,5	23,2	18,6	12,2	5,1	0,1	11,6
	1991- 2020	-0,2	1,5	6,8	14,7	20,5	23,6	25,5	25,1	19,2	12,8	5,9	1,4	13,1
Маневичі	1961- 1990	-2,0	-0,2	5,0	13,1	19,6	22,3	23,6	23,2	18,5	12,3	5,1	0,3	11,7
	1991- 2020	-0,2	1,6	6,8	14,6	20,4	23,7	25,6	25,1	19,1	12,7	5,8	1,0	13,0
Світязь	1961- 1990	-1,6	0,1	5,1	12,8	19,1	22,1	23,3	23,0	18,4	12,6	5,5	0,7	11,8
	1991- 2020	0,1	1,8	6,9	14,5	20,4	23,7	25,7	25,2	19,4	13,1	6,4	1,5	13,2

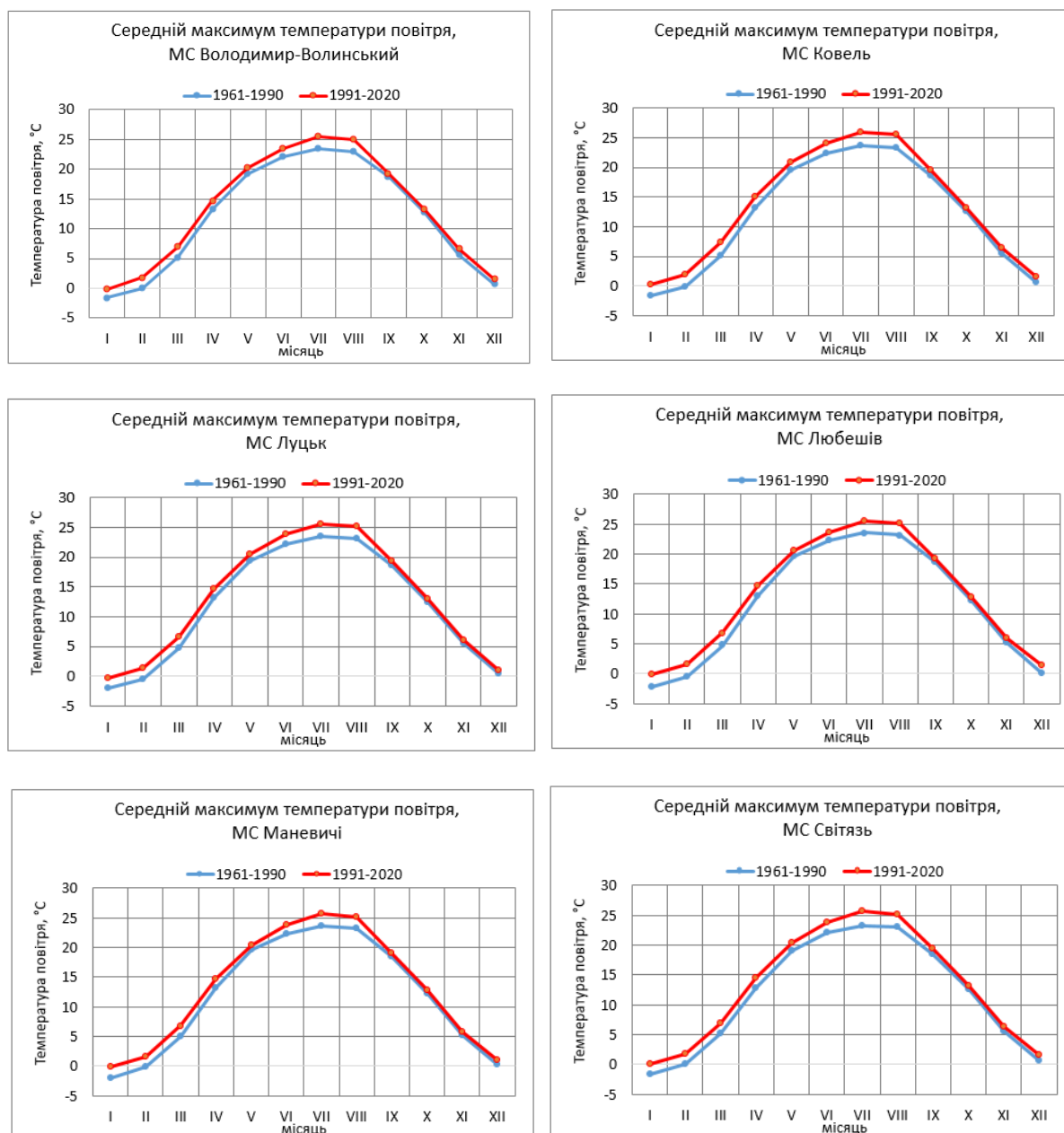


Рисунок 4.8 – Середній місячний максимум температури повітря за період 1991-2020 рр. порівняно з періодом 1961-1990 рр. на метеостанціях Волинської області

Восени показники середніх максимумів температури повітря зросли найменше, особливо у жовтні. Загалом за осінь максимальне підвищення норми складає $1,0^{\circ}\text{C}$: за вересень для МС Ковель і Світязь та листопад – у Володимирі-Волинському. Найменший приріст середніх максимумів – у жовтні, досить однорідний за станціями і складає $0,4\dots 0,6^{\circ}\text{C}$.

За грудень середній максимум температури повітря також підвищився на всіх станціях. Зазначимо, що і у попередньому кліматологічному періоді 1961-1990 рр. \bar{T}_{max} була додатною для всіх станцій, а у наступному періоді 1991-2020 рр. становила $\geq 1,0^{\circ}\text{C}$. Найбільше груднева норма середнього максимуму підвищилася на МС Любешів – на $1,3^{\circ}\text{C}$, Світязь $1,2^{\circ}\text{C}$.

Таким чином, кліматологічна норма середньої максимальної температури повітря найбільше зросла на МС Ковель, а найменше – на МС Луцьк та Маневичі, хоча амплітуда різниць невелика.

Ілюстрація кривих ходу середнього максимуму на станціях виділяє найбільш значущі зростання норми саме влітку, а також з січня до березня. Відповідно зросла середня річна максимальна температура повітря в інтервалі $1,3...1,6^{\circ}\text{C}$.

Проаналізуємо абсолютний максимум температури ($T_{abs.max}$) за кліматологічний період 1991-2020 рр. (табл. 4.9), з метою виділення років встановлення нових екстремумів. Таким чином визначити, чи зростають лише середні показники чи також і абсолютні максимуми.

Аналіз показує, що за останній кліматологічний період оновлено абсолютні максимуми у січні для всіх станцій Волині, на 4-х станціях це 1994 р. на інших двох – 2007 р. Найбільше зріс абсолютний максимум на МС Світязь – на $2,0^{\circ}\text{C}$. Також на всіх станціях області нові абсолютні максимуми встановлено у вересні та листопаді. Це дуже високі показники для вересня – до 36°C і більше (2015 р.). Зокрема, абсолютний максимум зріс на $5,2^{\circ}\text{C}$ для Ковеля і склав $36,4^{\circ}\text{C}$; для МС Маневичі – на $5,0^{\circ}\text{C}$ з підвищенням до $36,0^{\circ}\text{C}$; МС Любешів – зростання на $4,4^{\circ}\text{C}$ до $36,3^{\circ}\text{C}$. Примітним є факт, що всі абсолютні максимуми на станціях оновлено за одну дату 01 вересня 2015 р. У листопаді перекрыті екстремуми на всіх станціях, але зростання нижче ніж у вересні – на $1,6...3,5^{\circ}\text{C}$. Найбільше зріс екстремум на МС Ковель на $3,5^{\circ}\text{C}$ та склав $21,6^{\circ}\text{C}$ 16 листопада 2002 р.

У двох місяцях абсолютні максимумами збереглися за норми періоду 1961-1990 рр. – березень та жовтень.

Таблиця 4.9 – Кліматологічна норма абсолютного максимуму температури повітря за період 1991-2020 рр.

МС	Температура повітря, $T_{abs,max}$, °C												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Володимир- Волинський	12,9	17,6	24,4	30,1	31,9	33,6	35,1	38,0	34,8	27,1	21,4	16,3	38,0
	<u>1994</u>	1990	1990	1950	<u>2007</u>	1963	1959	1946	<u>2015</u>	1966	<u>2014</u>	1961	1946
Ковель	14,0	17,4	23,3	30,5	33,0	34,3	36,4	37,1	36,4	28,8	21,6	14,7	37,1
	<u>1994</u>	1990	1974	<u>2012</u>	<u>2007</u>	<u>2019</u>	<u>1994</u>	<u>2012</u>	<u>2015</u>	1935	<u>2002</u>	<u>2019</u>	<u>2012</u>
Луцьк	11,6	16,9	23,5	30,2	33,2	34,5	35,1	36,2	35,4	27,8	22,3	15,2	36,2
	<u>1994</u>	1990	1974	<u>2012</u>	<u>1996</u>	1963	<u>2001</u>	1946, 1952	<u>2015</u>	1942	<u>2014</u>	1961	1946, 1952
Любешів	11,7	17,4	23,0	30,5	32,8	34,8	36,0	36,9	36,3	27,4	21,0	14,3	36,9
	<u>2007</u>	1990	1974	<u>2012</u>	<u>1994</u>	<u>2016</u>	1959	<u>1992</u>	<u>2015</u>	1966	<u>2014</u>	1989	<u>1992</u>
Маневичі	13,5	18,7	23,4	30,8	33,1	34,5	35,8	35,7	36,0	26,8	20,4	15,4	36,0
	<u>1994</u>	<u>1995</u>	1974	1950	1958	<u>2017</u>	<u>2019</u>	1946, <u>2012</u>	<u>2015</u>	1966	<u>2014</u>	1989	<u>2015</u>
Світязь	12,5	17,5	24,6	30,6	32,4	35,2	36,8	37,0	35,4	26,7	20,3	14,7	37,0
	<u>2007</u>	1990	1947	<u>2012</u>	<u>2005</u>	<u>2019</u>	1959	<u>2015</u>	<u>2015</u>	1966	<u>2002</u>	1989	<u>2015</u>

У ряді місяців для окремих станцій також оновлені рекордні високі температури повітря. Це – лютий лише на МС Маневичі, підвищення на 1,9°C і встановлення найвищого лютневого абсолютного максимуму по області в 18,7°C; квітень 2012 р. оновив абсолютні максимуми на МС Ковель, Луцьк, Любешів, Світязь (підвищення <1,0°C); у травні за винятком МС Маневичі перекрыто абсолютні максимуми на 5 станціях (різні роки), підвищення невелике. У червні абсолютний максимум перекрыто на 4-х станціях – Ковель, Любешів, Маневичі та Світязь, при цьому на МС Світязь встановлено

найвищий екстремум в 35,2°C 26 червня 2019 р.; у липні абсолютний максимум перекрыто на МС Ковель, Луцьк та Маневичі, екстремум зафіксовано у Ковелі в 36,4°C 29 липня 1994 р.; серпень оновив абсолютні максимуми на 4-х станціях у різні роки – Ковель, Любешів, Маневичі та Світязь, при цьому у Ковелі та Світязі перекрыто позначку $\geq 37^\circ\text{C}$.

У грудні абсолютний максимум незначно (0,3°C) перекрыто лише для МС Ковель 18 грудня 2018 р., новий рекорд 14,7°C.

Надалі у роботі досліджено зміни абсолютного максимуму температури повітря за десятиріччя 2011-2020 рр. У таблицях 4.10-4.15 наведені абсолютні місячні максимальні температури за період 2010-2020 рр. для кожної метеостанції Волинської області. Детальному аналізу підлягали декадні абсолютні максимуми, оскільки часто хід максимальної температури впродовж місяця був неоднорідний. На рисунках 4.9.-4.14 представлено розподіл абсолютних максимумів за десятиріччя порівняно з кліматологічною нормою 1991-2020 рр.

Наведемо основні характеристики показників по метеостанціях.

У загальному цікавим є факт оновлення абсолютних максимумів в останньому десятиріччі для всіх станцій у вересні 2015 р., як зазначалося вище. Екстремуми температури складають 34,5...36,4°C. При цьому вересневі $T_{abs.max}$ для всіх метеостанцій перевищують червневі екстремуми, а для МС Ковель, Луцьк, Любешів та Маневичі навіть перевищують або рівні абсолютним максимумам липня; для МС Маневичі ще й перевищують серпневий екстремум температури.

У січні-березні, травні, липні, жовтня та грудні у десятиріччі 2011-2020 рр. абсолютні максимуми не досягли нових позначок порівняно з нормою 1961-1990 рр. Якщо були оновлені максимуми, то або у попередні два десятиріччя 1991-2000 рр. та 2001-2010 рр., або залишилися рівня норми 1961-1990 рр. В інші місяці саме в останньому десятиріччі оновлено нові рекордні показники $T_{abs.max}$ на більшості метеостанцій Волині.

Для МС Володимир-Волинський (табл. 4.10, рис. 4.9) абсолютна максимальна температура мала значні відхилення від норми у лютому-березні (2,7 та 2,9°C відповідно) і особливо серпні (3,8°C). І навпаки абсолютний максимум наближувався до норми у квітні ($\Delta T=0,2^\circ\text{C}$), а також був незначно нижчий ($< 1^\circ\text{C}$) норми у січні, травні, липні та грудні. Аномально високі показники абсолютних максимумів присутні в усі зимові місяці. Екстремуми вище 10°C відмічалися у січні 2015 р., лютому 2014-2017 та 2019-2020 рр., грудні 2011, 2017 та 2019 рр.

При цьому, влітку абсолютний максимум останнього десятиріччя на станції інколи був нижче 30°C , а у квітні-травні здебільшого максимуми сягали високих позначок.

Таблиця 4.10 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33177 Володимир-Волинський

Рік	Температура повітря $T_{abs.max}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	8,8	8,6	18,5	23,5	28,5	31,3	33,0	30,3	27,9	23,1	13,2	13,1
2012	7,0	6,8	17,5	29,9	31,2	31,2	34,5	32,2	28,9	23,9	16,2	6,2
2013	6,3	5,9	11,8	26,8	28,3	30,0	27,6	29,4	23,6	22,4	18,3	9,4
2014	8,5	10,8	21,5	22,8	28,3	28,5	31,4	34,1	26,5	25,2	<u>21,4</u>	9,9
2015	12,0	12,5	14,5	25,6	26,5	31,4	30,2	34,2	<u>34,8</u>	22,7	15,1	4,5
2016	8,5	13,5	14,3	25,2	27,0	32,0	32,0	31,7	24,0	26,0	15,4	9,1
2017	8,1	14,9	19,0	24,5	27,0	30,4	32,4	34,1	26,4	21,5	12,3	15,8
2018	7,9	9,5	14,8	25,0	29,7	29,7	30,4	31,6	27,7	26,0	17,4	8,3
2019	5,4	12,5	18,4	27,9	25,9	31,6	34,5	31,5	26,0	24,4	15,4	14,0
2020	8,4	11,0	17,8	24,0	27,0	32,0	30,4	30,4	29,0	24,5	13,5	9,8

Новий рекорд встановлено 8 листопада 2014 р. у $21,4^{\circ}\text{C}$, що перевищило попередній 1962 року на $3,3^{\circ}\text{C}$. Екстремум 1 вересня 2015 р. у $34,8^{\circ}\text{C}$ перекрив минулий 1946 року на $1,8^{\circ}\text{C}$.

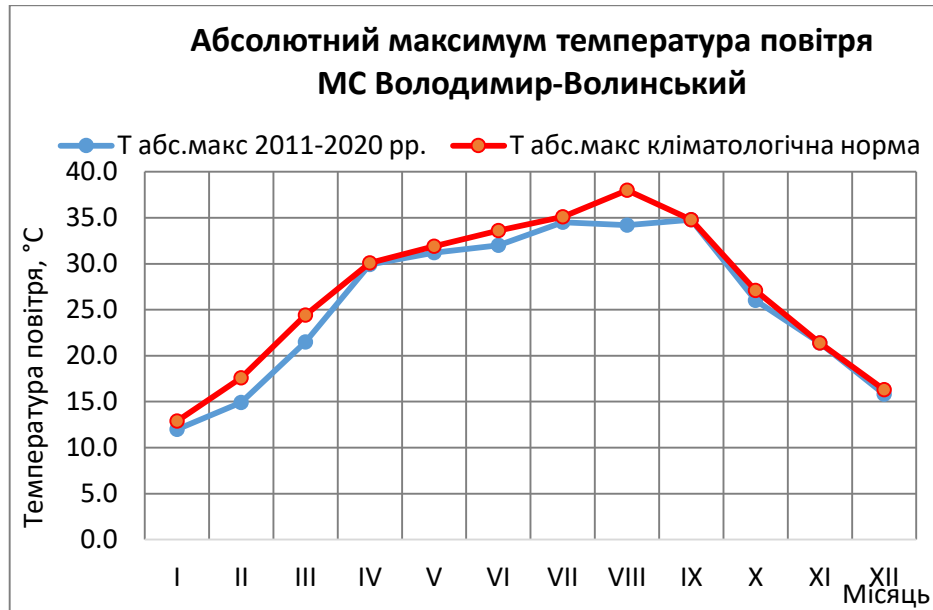


Рисунок 4.9 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33177 Володимир-Волинський

На МС Ковель (табл. 4.11, рис. 4.10) нові абсолютні максимуми кліматологічного періоду 1991-2020 рр. у 5-х місяцях припадають саме на останнє десятиріччя, це квітень, червень, серпень, вересень та грудень.

Так, 30 квітня 2012 р. оновлено абсолютний максимум до $30,5^{\circ}\text{C}$, перевищив попередній 1950 року всього на $0,6^{\circ}\text{C}$; 16 червня 2019 р. новий максимум в $34,3^{\circ}\text{C}$ перекрив минулий 1963 року на $0,8^{\circ}\text{C}$; 6 серпня 2012 р. встановлено максимум у $37,1^{\circ}\text{C}$, вище попереднього 1952 р. лише на $0,2^{\circ}\text{C}$, а 1 вересня 2015 р. оновлено максимум 1951 і 1983 рр. при перевищенні аж на $5,2^{\circ}\text{C}$ до $36,4^{\circ}\text{C}$; 18 грудня 2019 р. оновлено абсолютний максимум у $14,7^{\circ}\text{C}$, що вище минулого 1989 року на $0,3^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 4.11 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33173 Ковель

Рік	Температура повітря $T_{abs.max}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	8,5	9,8	18,5	24,0	29,5	32,4	33,0	29,6	28,4	19,1	12,8	12,4
2012	6,8	7,0	19,7	<u>30,5</u>	31,3	29,6	36,1	<u>37,1</u>	28,6	22,7	17,1	11,3
2013	5,3	7,2	12,0	28,8	29,9	29,9	32,9	34,4	23,5	22,7	17,1	11,3
2014	8,5	18,0	21,3	23,3	30,2	28,2	32,2	34,9	27,0	24,8	20,7	9,9
2015	10,5	12,0	18,9	21,9	28,3	32,6	35,4	36,4	<u>36,4</u>	23,4	16,0	12,2
2016	8,9	12,6	18,7	24,0	27,7	33,0	33,4	33,0	30,4	25,5	15,0	9,0
2017	2,6	16,0	19,3	26,2	27,3	32,2	33,2	35,2	27,5	22,2	12,5	12,6
2018	8,0	8,0	15,5	28,5	30,3	31,0	30,8	32,5	28,8	23,6	16,5	8,6
2019	6,0	13,0	19,3	28,6	26,9	<u>34,3</u>	36,0	32,5	31,2	25,0	18,8	14,6
2020	8,7	15,0	18,5	26,0	23,6	32,4	30,2	33,1	26,0	23,0	13,4	10,7

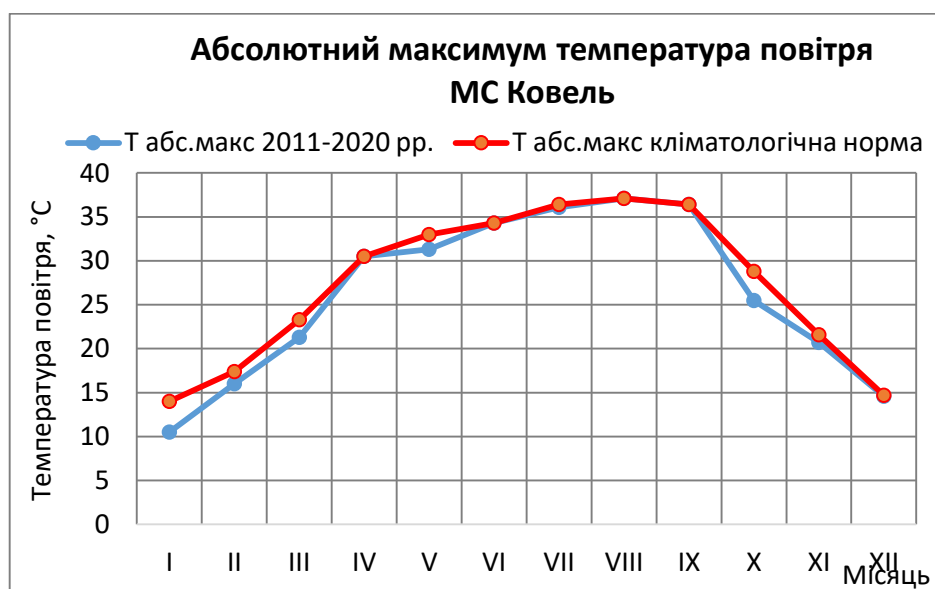


Рисунок 4.10 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33173 Ковель

Близькою до становлення нового рекорду була максимальна температура повітря у липні 2012 року ($\Delta T = 0,3^{\circ}\text{C}$). А січень та жовтень вказують на найбільше відхилення від норми $T_{abs.max}$ на $3,5$ та $3,3^{\circ}\text{C}$ відповідно при недоборі тепла.

Розподіл $T_{abs.max}$ для МС Луцьк (табл. 4.12, рис. 4.11) виділяє у останньому десятиріччі 3 нові рекорди – у квітні, вересні та листопаді. Високим виявився максимум 29 квітня 2012 р. в $30,2^{\circ}\text{C}$, що вище минулого рекорду 1950 і 1993 рр. на $1,2^{\circ}\text{C}$; 1 вересня 2015 р. оновлено максимум в $35,4^{\circ}\text{C}$ на $3,2^{\circ}\text{C}$ вище попереднього 1944 р.; 8 листопада 2014 р. новий максимум в $22,3^{\circ}\text{C}$ перевищив остатній 1994 року на $1,6^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 4.12 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33187 Луцьк

Рік	Температура повітря $T_{abs.max}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	7,0	9,5	15,1	23,8	28,1	31,5	34,8	29,4	26,4	22,9	12,5	14,2
2012	7,3	10,0	19,7	<u>30,2</u>	30,5	31,2	35,0	30,7	28,6	18,5	16,0	4,2
2013	3,8	4,7	9,5	23,8	29,5	30,8	33,1	30,6	22,6	21,8	17,6	11,3
2014	7,9	10,2	21,1	27,5	28,6	27,1	29,8	34,9	26,4	24,6	<u>22,3</u>	8,9
2015	9,1	16,5	19,0	25,7	28,2	31,1	34,1	34,4	<u>35,4</u>	22,9	14,5	10,3
2016	7,6	14,7	14,5	26,0	22,7	32,1	33,6	32,3	29,4	25,5	9,8	9,2
2017	1,6	15,5	18,5	24,5	27,5	34,0	32,0	35,2	26,0	22,5	10,0	11,6
2018	8,5	7,5	13,0	29,2	31,5	31,1	31,0	32,2	30,0	24,3	15,6	6,4
2019	4,6	12,6	19,3	21,6	26,6	30,0	33,5	32,0	30,3	25,0	19,1	13,4
2020	8,0	15,2	18,4	23,6	23,4	32,2	30,0	31,5	29,1	22,0	13,1	10,3

Близькими до нової $T_{abs.max}$ були показники у лютому 2015р. і червні 2017 р., а у липні 2012 р. максимум був нижче норми лише на $0,1^{\circ}\text{C}$.

Виділяються піки температури вище 10°C у лютому в 7-ми роках та у грудні в 6-ти роках.

Для січня, березня та жовтня, навпаки, $T_{abs.max}$ була нижчою норми на $2,3\dots 2,5^{\circ}\text{C}$. Без аномальних підвищень тепла були січень-березень 2013 р., травень 2016 та 2020 рр., листопад 2016 р. і грудень 2012 р.

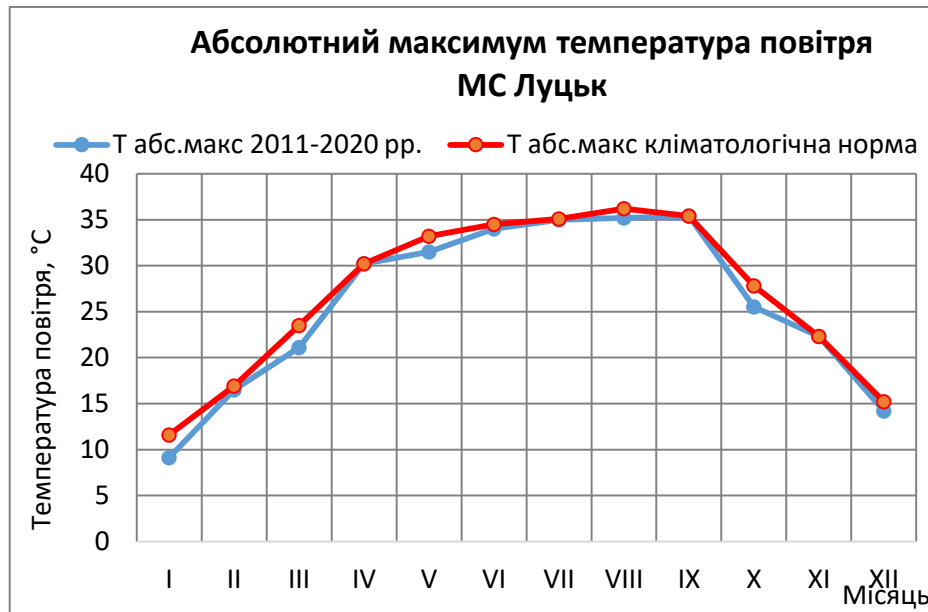


Рисунок 4.11 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33187 Луцьк

Наступні показники для станції Любешів (табл. 4.13, рис. 4.12).

У 4-х місяцях останнього десятиріччя оновлено нові абсолютні максимуми – квітень, червень, вересень, листопад. 29 і 30 квітня 2012 р. встановлено новий показник $T_{abs.max}$ в $30,5^{\circ}\text{C}$, на $0,5^{\circ}\text{C}$ вище попереднього 1950 року; 17 червня 2016 р. новий рекорд склав $34,8^{\circ}\text{C}$, перебивши останній 1963 року на $2,6^{\circ}\text{C}$; 1 вересня 2015 р. новий максимум $36,3^{\circ}\text{C}$ виявився вище попереднього 1951 р. на $4,4^{\circ}\text{C}$. Виділяються високі максимуми у серпні за винятком 2011 р.

Таблиця 4.13 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33075 Любешів

Рік	Температура повітря, $T_{abs.max}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	7,9	8,3	15,0	19,0	23,1	32,2	32,1	29,6	28,0	19,8	18,9	11,4
2012	7,1	9,2	20,2	<u>30,5</u>	30,7	26,9	29,2	36,0	28,0	19,9	14,5	4,9
2013	4,7	6,8	12,3	25,7	28,6	30,6	28,7	31,1	23,1	20,8	17,5	10,8
2014	8,6	11,7	22,2	23,6	28,5	27,8	27,6	36,1	26,7	23,7	<u>21,0</u>	12,0
2015	9,6	11,4	18,0	26,9	28,9	34,0	34,1	35,2	<u>36,3</u>	22,5	15,2	12,8
2016	8,6	11,8	15,1	25,0	29,3	<u>34,8</u>	32,7	35,4	28,9	24,9	9,9	9,4
2017	1,6	10,7	18,5	18,0	27,4	27,4	32,9	34,4	27,6	19,9	12,9	12,2
2018	8,4	5,8	12,3	28,4	30,4	30,4	35,3	33,0	28,2	24,2	14,1	7,1
2019	5,1	12,7	18,8	28,4	26,2	34,2	33,4	31,4	31,4	24,8	17,0	12,6
2020	8,0	13,5	17,5	24,0	31,5	33,3	30,7	32,2	25,9	22,0	11,4	8,9

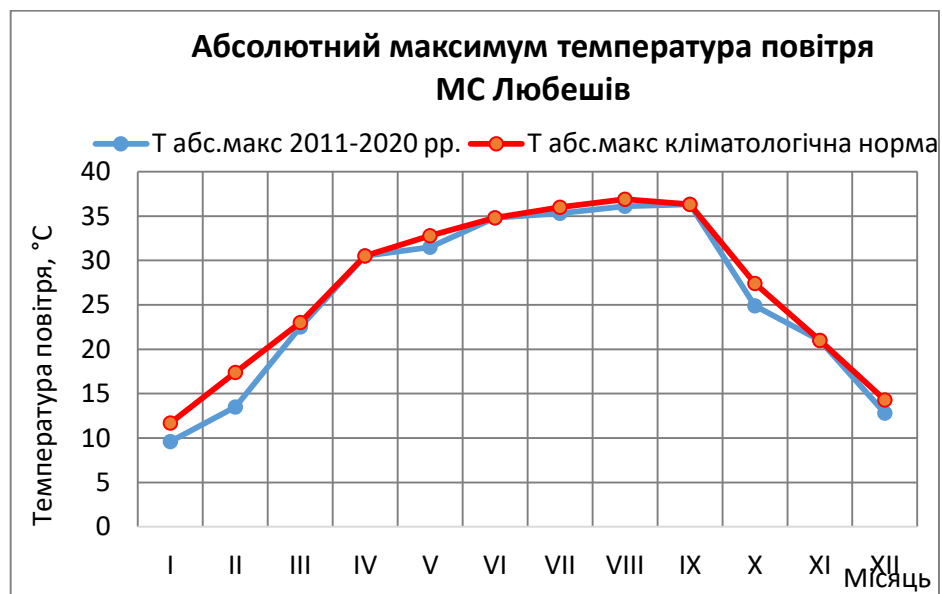


Рисунок 4.12 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33075 Любешів

Близькою до норми стала $T_{abs.max}$ у березні 2014 р., відхилення $0,5^{\circ}\text{C}$. Найбільше відхилення – у лютому ($3,9^{\circ}\text{C}$). Незначні додатні аномалії максимальної температури буди у січні 2013 р., лютому 2018 р., травні 2011 р., червні 2012 р., вересні 2011-2012 і 2017 рр. та грудні 2012 р.

Для МС Маневичі (табл. 4.14, рис. 4.13) також у 5-ти місяцях встановлено нові рекорди абсолютної максимальної температури повітря. Це показники впродовж літа, за вересень та листопад.

Таблиця 4.14 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33182 Маневичі

Рік	Температура повітря, $T_{abs.max}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	8,6	8,6	17,1	21,2	28,9	31,4	33,9	28,4	28,7	21,5	12,0	13,0
2012	7,1	6,4	12,2	18,6	28,5	30,3	35,5	<u>35,7</u>	27,2	22,9	16,4	6,5
2013	11,5	7,6	16,6	18,5	28,9	30,0	28,2	33,4	28,9	22,4	16,7	11,6
2014	8,8	11,1	21,0	20,4	23,6	28,8	32,9	35,0	25,4	23,4	<u>20,4</u>	9,6
2015	10,3	11,7	18,6	26,1	28,9	31,6	34,5	35,2	<u>36,0</u>	22,6	15,1	12,5
2016	8,6	12,0	11,5	21,3	27,5	34,3	32,4	33,1	24,2	25,9	11,7	8,9
2017	7,4	13,8	13,5	23,6	28,0	<u>34,5</u>	31,9	34,9	26,4	16,7	12,7	12,0
2018	7,5	7,0	12,0	28,8	30,8	30,1	31,6	31,3	27,7	23,7	14,8	7,0
2019	5,4	12,4	18,9	22,4	26,7	34,1	<u>35,8</u>	31,9	30,9	24,5	17,9	9,8
2020	8,7	14,3	18,2	26,2	23,3	32,8	29,8	30,6	28,7	21,6	12,5	10,2

29 червня 2017 р. оновлено екстремум 1963 року, коли $T_{abs.max}$ перевищила показник на $0,6^{\circ}\text{C}$; 01 липня 2019 р. оновлено абсолютний максимум у $35,8^{\circ}\text{C}$, що на $0,4^{\circ}\text{C}$ вище останнього за 1959 р.; 06 серпня 2012 р. $T_{abs.max}$ досягла показника попереднього кліматологічного періоду 1946 року у $35,7^{\circ}\text{C}$. Знову виділяється аномальний у термічному режимі день –

01 вересня 2015 р. з оновленням рекорду 1951 і 1983 рр. у $36,0^{\circ}\text{C}$, додатна аномалія сягає 5°C . Також значне перевищення попереднього екстремуму зафіксовано 06 листопада 2014 р. – найвищий абсолютний максимум за десятиліття склав $20,4^{\circ}\text{C}$, що вище останнього 1962 року на $2,6^{\circ}\text{C}$.

Найнижча $T_{abs.max}$ відмічалася 2011-2013 рр. та 2018 р. ($<10^{\circ}\text{C}$) за норми у $18,7^{\circ}\text{C}$ (1995).

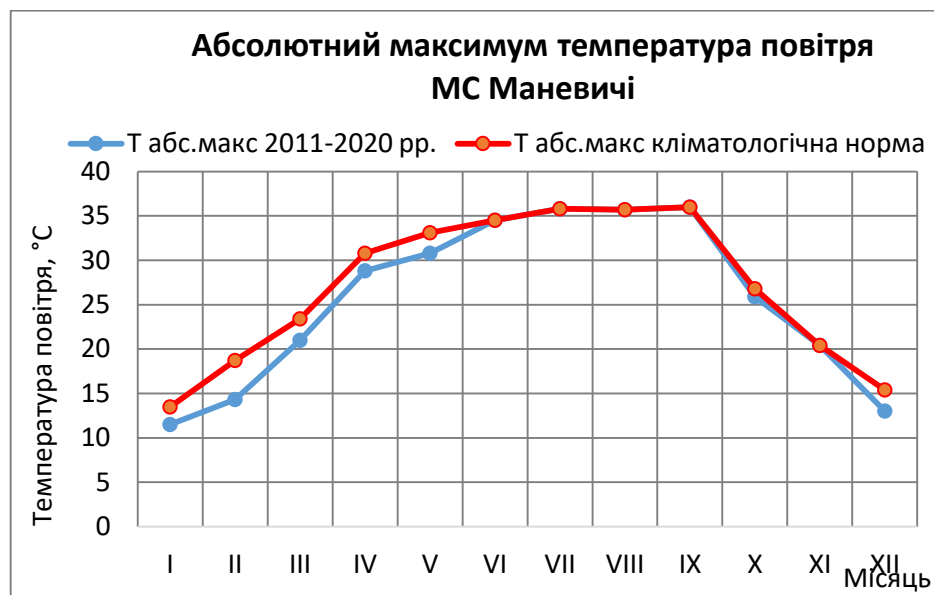


Рисунок 4.13 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33182 Маневичі

Для МС Світязь (табл. 4.15, рис. 4.14) встановлені температурні рекорди у 4-х місяцях – квітень, червень, серпень-вересень.

30 квітня 2012 р. оновлено показник $T_{abs.max}$ у $30,6^{\circ}\text{C}$, що на $0,8^{\circ}\text{C}$ перекрыло попередній екстремум 1950 р. Влітку та у вересні додатні аномалії були вищими: 26 червня 2019 р. новий абсолютний максимум склав $35,2^{\circ}\text{C}$, вище минулого 1972 року на $2,3^{\circ}\text{C}$, а 09 серпня 2015 р. новий рекорд перевершив остатній 1952 р. на $1,3^{\circ}\text{C}$ і склав $37,0^{\circ}\text{C}$. 01 вересня 2015 р. зареєстровано $T_{abs.max}$ у $35,4^{\circ}\text{C}$, що на $3,9^{\circ}\text{C}$ вище попереднього 1951 року.

Таблиця 4.15 – Вихідні дані абсолютного максимуму температури повітря на МС 33067 Світязь

Рік	Температура повітря, $T_{abs.max}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	8,3	8,2	17,8	25,0	30,4	28,7	33,6	30,0	28,4	17,7	14,0	8,8
2012	7,1	6,6	13,7	<u>30,6</u>	27,9	31,2	28,6	36,3	28,8	21,8	14,0	5,6
2013	4,5	6,4	13,0	26,5	28,8	32,3	31,6	33,9	26,1	22,9	16,9	9,1
2014	8,3	11,9	20,5	23,2	24,0	27,7	32,2	35,0	26,4	24,5	19,8	10,6
2015	10,7	17,0	20,1	26,4	26,5	32,3	34,5	<u>37,0</u>	<u>35,4</u>	26,6	16,1	9,8
2016	9,6	11,8	14,4	24,1	28,8	33,6	35,0	32,7	28,3	24,0	15,1	8,9
2017	7,6	15,8	18,5	24,2	27,9	29,5	33,1	36,9	27,9	21,4	12,8	8,4
2018	8,8	6,2	18,0	26,9	30,4	30,7	31,2	32,8	28,1	22,2	16,4	6,4
2019	4,9	12,6	16,6	28,5	26,1	<u>35,2</u>	36,5	33,1	30,0	23,6	19,5	13,7
2020	9,1	16,1	17,5	25,3	27,9	32,9	30,5	33,0	28,2	24,2	13,2	10,1

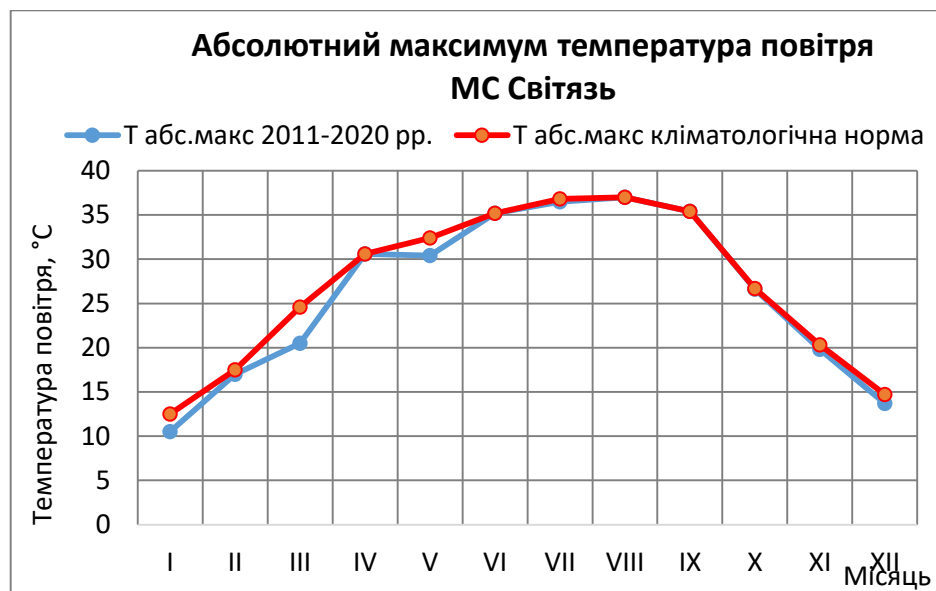


Рисунок 4.14 – Розподіл абсолютного максимуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33067 Світязь

З кривих розподілу видно (рис.4.14), що дуже близькою до абсолютного максимуму виявилася температура першої декади жовтня 2015 р. – $T_{abs.max}$ склала $26,6^{\circ}\text{C}$ за норми $26,7^{\circ}\text{C}$, а також у третій декаді лютого 2015 р. та першій декаді листопада 2014 р. відхилення від норми незначне ($0,5^{\circ}\text{C}$) Найхолоднішим став березень 2013 р., абсолютний максимум $13,0^{\circ}\text{C}$ за рахунок першої декади, а у другій при суттєвому похолоданні максимальна температура склала лише $2,4^{\circ}\text{C}$, у третій декаді $4,9^{\circ}\text{C}$. Це був період серії південних циклонів з хуртовинами.

4.3 Зміни мінімальної температури повітря

Досліджено зміни середніх за місяць багаторічних значень мінімальної температури повітря (\bar{T}_{min}) за кліматологічні періоди 1961–1990 і 1991–2020 рр. для 6 метеостанцій області (табл. 4.16). Порівняльний аналіз може надати висновки про підвищення показників останнього періоду (1991–2020 рр.) на фоні загальної тенденції глобального потепління.

Графіки ходу мінімальної температури повітря за два 30-ти річні періоди продемонстровано на рис. 4.15.

На всіх метеостанціях Волині за всі місяці року середня мінімальна температура в останньому кліматологічному періоді 1991-2020 рр. зросла. Амплітуда росту практично ідентична, як і хід зміни протягом року.

Серед сезонних змін, найбільше зросла середня мінімальна температура взимку. При цьому січень виділяє максимальні перевищення попередньої норми для всіх метеостанцій у межах $2,5...3,3^{\circ}\text{C}$. Так, для МС Любешів та Маневичі середня січнева температура зросла найбільше – на $3,3$ та $3,1^{\circ}\text{C}$ відповідно. У лютому показники теж зросли з розкидом на станціях $1,9...2,6^{\circ}\text{C}$. На МС Любешів, Маневичі, Світязь середня мінімальна температура підвищилася на $\geq 2,0^{\circ}\text{C}$. У грудні зміни кліматологічної норми не

такі значні – 0,9...1,3°C, найбільше зросла середня мінімальна температура у Ковелі та Любешеві.

Таблиця 4.16 – Кліматологічна норма середньої мінімальної температури повітря

МС / період		Температура повітря \bar{T}_{min} , °C											Рік	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		XII
Володимир- Волинський	1961- 1990	-8,0	-6,5	-2,5	3,0	7,9	10,9	12,2	11,4	8,1	3,8	0,1	-4,6	3,0
	1991- 2020	-5,5	-4,5	-1,3	3,6	8,3	11,8	13,7	12,7	8,5	4,4	0,6	-3,5	4,1
Ковель	1961- 1990	-7,8	-6,4	-2,5	3,3	8,3	11,3	12,6	11,8	8,3	3,9	0,1	-4,4	3,2
	1991- 2020	-5,0	-4,3	-1,2	4,9	8,7	12,3	14,2	13,1	8,7	4,2	0,6	-3,1	4,4
Луцьк	1961- 1990	-7,9	-6,5	-2,4	3,6	8,7	11,6	13,0	12,3	8,8	4,2	0,1	-4,6	3,4
	1991- 2020	-5,3	-4,6	-1,2	4,2	9,1	12,6	14,5	13,7	9,3	4,7	0,6	-3,7	4,5
Любешів	1961- 1990	-8,3	-7,0	-2,9	3,5	8,6	11,4	12,6	11,9	8,3	3,9	-0,1	-4,7	3,1
	1991- 2020	-5,0	-4,4	-1,1	4,2	8,9	12,4	14,3	13,3	8,9	4,5	0,6	-3,4	4,4
Маневичі	1961- 1990	-8,5	-7,2	-3,3	2,6	7,8	10,9	12,5	11,6	8,0	3,6	-0,4	-5,0	2,7
	1991- 2020	-5,4	-4,8	-1,7	3,3	8,4	12,1	14,1	13,1	8,7	4,2	0,2	-3,8	4,0
Свіязь	1961- 1990	-7,6	-6,2	-2,4	3,4	8,8	11,9	13,3	12,4	8,8	4,5	0,5	-4,1	3,6
	1991- 2020	-4,8	-4,1	-1,2	4,2	9,1	12,6	14,6	13,7	9,3	4,9	1,1	-3,0	4,7

Навесні середня мінімальна температура підвищилися найбільше у березні на всіх метеостанціях $\geq 1,2^\circ\text{C}$. Виділяється МС Любешів з максимальним перевищенням попередньої норми на $1,8^\circ\text{C}$. Надалі у квітні

приріст середнього мінімуму зменшується ($0,6 \dots 1,6^{\circ}\text{C}$). А у травні зростання середнього мінімуму ще менше – $0,3 \dots 0,6^{\circ}\text{C}$.

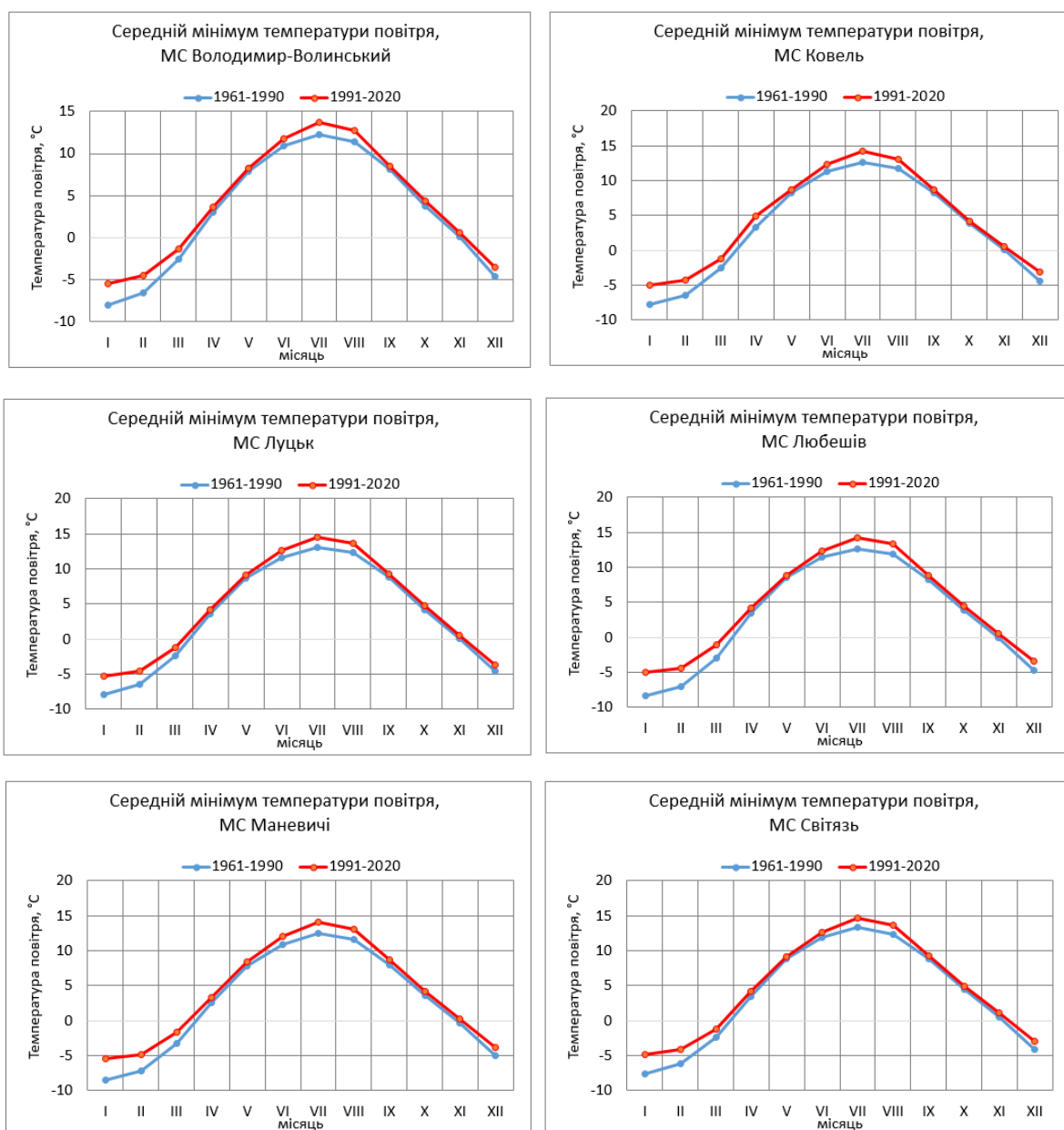


Рисунок 4.15 – Середній місячний мінімум температури повітря за період 1991-2020 рр. порівняно з періодом 1961-1990 рр. на метеостанціях Волинської області

Влітку середня мінімальна температура зросла дещо більше, ніж навесні, але зміни не перевищували $1,6^{\circ}\text{C}$. Найбільше перекриття попередньої норми

реєструється у серпні з розкидом по станціях $1,3...1,5^{\circ}\text{C}$. На МС Маневичі спостерігається максимальне зростання – червень на $1,2^{\circ}\text{C}$, липень $1,6^{\circ}\text{C}$, серпень $1,5^{\circ}\text{C}$.

Восени зміни середньої мінімальної температури найменші – амплітуда не перевищує $0,7^{\circ}\text{C}$ і є досить рівномірною. Так, у вересні на станціях області мінімальна температура зросла на $0,4...0,7^{\circ}\text{C}$, найменший розкид і зріст у жовтні – $0,3...0,4^{\circ}\text{C}$, а у листопаді $0,5...0,7^{\circ}\text{C}$. Слід відмітити особливості зміни кліматологічної норми у листопаді на МС Любешів, Маневичі і Світязь. МС Любешів і Маневичі мали слабо від’ємні середні температури у попередньому кліматологічному періоді, а в останньому змінилися на додатні, зростання відповідно на $0,7$ і $0,6^{\circ}\text{C}$; на МС Світязь середній мінімум листопада перетнув відмітку $1,0^{\circ}\text{C}$. В результаті всі нові середні мінімуми температури повітря по області восени – додатні.

Хід кривих на рис. 4.15 чітко виділяє найбільше зростання норми середнього місячного мінімуму у холодному періоді за рахунок січня-лютого. Найменше зросли середні мінімуми восени та у травні ($\leq 1,0^{\circ}\text{C}$).

За метеостанціями виділяються Маневичі з дещо більшим перевищенням попередніх середніх мінімальних температур повітря.

У підсумку, річна мінімальна температура на станціях також зросла повсюдно, з найбільшим перевищенням попередньої норми на МС Любешів і Маневичі ($1,3^{\circ}\text{C}$) та Ковель ($1,2^{\circ}\text{C}$).

Проаналізуємо абсолютний мінімум температури ($T_{abs.min}$) за кліматологічний період 1991-2020 рр. (табл. 4.16).

На фоні глобального і регіонального підвищення температури повітря за останній кліматологічний період 1991-2020 рр. лише у 10 випадках в різні місяці для різних метеостанцій було оновлено показники абсолютного мінімуму температури повітря. З них в останнє десятиріччя, яке детально досліджується у роботі – жодного випадку, що у першому наближенні підтверджує факт, що від десятиріччя до десятиріччя температура продовжує зростати.

Таблиця 4.16 – Кліматологічна норма абсолютного мінімуму температури повітря за період 1991-2020 рр.

МС	Температура повітря, $T_{abs.min}$, °C												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Володимир- Волинський	-35,5	-38,9	-28,9	-11,8	-3,5	0,3	3,0	0,0	-4,3	-13,3	-23,0	-26,6	-38,9
	1987	1929	1929	1929	2007	1977	1964	1966	1977	1940	<u>1998</u>	<u>2002</u>	1929
Ковель	-34,8	-32,4	-25,3	-7,3	-3,2	1,2	4,5	0,3	-4,5	-12,3	-19,8	-26,0	-34,8
	1950	1963	1987	<u>1996</u>	1953	1982	1951, 1964	1966	1977	1940	<u>1998</u>	<u>2002</u>	1950
Луцьк	-32,5	-33,6	-27,9	-9,6	-3,1	0,8	4,5	0,4	-4,8	-8,6	-21,0	-27,8	-33,6
	1987	1929	1929	1931	<u>2007</u>	1933, 1950	1904	1966	1977	1940	1965	1961	1929
Любешів	-37,3	-30,5	-23,2	-7,4	-2,6	1,3	2,9	-0,1	-3,5	-9,7	-24,8	-27,5	-37,3
	1950	1963	1987	1954	1965	1982	1951	1966	1977	<u>2003</u>	1965	1969	1950
Маневичі	-36,9	-30,6	-27,5	-9,0	-5,4	-0,3	4,6	0,5	-4,9	-9,5	-23,9	-27,5	-36,9
	1950	1963	1987	1957	1965	1982	1961	1966	1977	1988	1965	<u>1996</u>	1950
Світязь	-33,2	-32,8	-24,1	-7,5	-1,5	1,0	5,1	1,3	-3,3	-8,7	-18,3	-25,7	-33,2
	1987	1963	1971	1963	<u>2000</u>	1982	1964	1966	1977	1979	<u>1994</u>	1963	1987

Простежується збереження норм дуже низьких температур у січні-лютому у попередній кліматологічний період 1961-1990 рр. і навіть ще раніше, тобто ці місяці стали теплішими. Проте у грудні оновлено абсолютний мінімум для 3-х станцій області, хоча з мінімальним перекриттям попередніх екстремумів. Так, на МС Володимир-Волинський та Ковель встановлено нові абсолютні мінімуми за одну дату 26.12.2002 р.: Володимир-Волинський $T_{abs.min} = -26,6^{\circ}\text{C}$, що на $0,4^{\circ}\text{C}$ нижче попереднього рекорду 1933 року, а Ковель $T_{abs.min} = -26,0^{\circ}\text{C}$, це лише на $0,1^{\circ}\text{C}$ нижче абсолютного мінімуму

1946 року. Також на МС Маневичі оновлено мінімум 27.12.1996 р. в $-27,5^{\circ}\text{C}$, що на $0,3^{\circ}\text{C}$ нижче попереднього показника 1969 року.

У листопаді теж на 3-х станціях пережиті минулі рекорди. Це знову МС Володимир-Волинський та Ковель за одну дату 22.11.1998 р., але на станції Володимир Волинський показник знизився на $2,9^{\circ}\text{C}$ до $-23,0^{\circ}\text{C}$, а у Ковелі лише на $0,2^{\circ}\text{C}$ до $-19,8^{\circ}\text{C}$. На МС Світязь зареєстровано новий рекорд 14.11.1994 р. в $-18,3^{\circ}\text{C}$, що нижче попереднього 1948 року на $1,3^{\circ}\text{C}$.

Восени зафіксовано новий абсолютний мінімум на МС Любешів 27.10.2003 р. в $-9,7^{\circ}\text{C}$, це на $0,6^{\circ}\text{C}$ нижче рекорду 1979 року.

Навесні оновлено екстремуми у 3-х випадках – у квітні на МС Ковель та у травні для МС Луцьк і Світязь. У Ковелі зафіксовано мінімум в $-7,3^{\circ}\text{C}$ 02.04.1996 р., що на $0,6^{\circ}\text{C}$ нижче попереднього показника. У травні для Луцька встановлено новий абсолютний мінімум 02.05.2007 р. в $-2,9^{\circ}\text{C}$, який на $0,2^{\circ}\text{C}$ нижче минулого у 1901 та 1953 рр. На МС Світязь новий екстремум в $-1,5^{\circ}\text{C}$ 03.05.2000 р. лише на $0,1^{\circ}\text{C}$ нижче попереднього 1978 року.

Влітку, у березні та вересні значення абсолютних мінімумів збереглися для всіх метеостанцій Волині.

У роботі детально проаналізовано зміни абсолютного мінімуму температури повітря за десятиріччя 2011-2020 рр. У табл. 4.17-4.22 наведені абсолютні місячні мінімальні температури для кожної метеостанції Волинської області. Для дослідження розглядалися декадні абсолютні мінімуми, враховуючи суттєві коливання мінімальної температури впродовж місяця. Розподіл абсолютних мінімумів за десятиріччя порівняно з кліматологічною нормою 1991-2020 рр. представлено на рис. 4.16-4.21.

Наведемо основні характеристики показників по метеостанціях. Зазначимо, що амплітуда зростання абсолютного мінімуму значно вища, ніж абсолютного максимуму практично у всі місяці для всіх метеостанцій.

МС Володимир-Волинський (табл. 4.17, рис. 4.16).

Для січня абсолютний мінімум складає $-35,5^{\circ}\text{C}$, тобто в останньому десятиріччі січень був значно теплішим, особливо виділяється 2020 р. з

найнижчим показником лише $-5,2^{\circ}\text{C}$ у другій декаді. Найсильніший мороз $23,5^{\circ}\text{C}$ припадає на третю декаду січня 2012 р. Лише у 4-х роках мінімум опустився нижче 20°C . Крива розподілу абсолютного мінімуму на рис.4.16 вказує на найбільше відхилення екстремуму десятиріччя у 12°C у січні.

У лютому посилений мороз спостерігався також у 2012 р., це екстремальне зниження температури у першій декаді місяця до $-31,9^{\circ}\text{C}$, за рекорду $-38,9^{\circ}\text{C}$ аж 1929 року. В інші роки морози не опускалися нижче $17,5^{\circ}\text{C}$, у 4-х роках 10°C , найвищий мінімум лютого – 2016 та 2020 року (відповідно $-4,2$ та $-5,2^{\circ}\text{C}$).

У березні три роки показали дуже низькі відмітки за похолодання у першій декаді 2011 та 2018 рр. та у другій декаді найхолоднішого місяця 2013 р. ($-20,8^{\circ}\text{C}$). Екстремум березня для метеостанції $-28,9^{\circ}\text{C}$ також 1929 р. Дуже теплим виявився березень 2017 року, абсолютний мінімум склав лише $-1,7^{\circ}\text{C}$. Найвища $T_{abs.min}$ реєструвалася 2012, 2014-2016, 2019-2020 рр. ($\geq 8,1^{\circ}\text{C}$).

Таблиця 4.17 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря на МС 33177 Володимир-Волинський

Рік	Температура повітря $T_{abs.min}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-14,1	-15,6	-18,6	-1,4	-0,6	8,9	10,2	7,2	0,7	-4,1	-7,6	-5,6
2012	-23,5	-31,9	-8,1	-4,6	2,6	6,4	8,3	4,7	-0,1	-2,7	-3,1	-20,0
2013	-20,8	-14,6	-20,8	-3,7	6,7	8,8	9,5	3,9	-1,1	-2,1	-4,7	-6,2
2014	-21,0	-15,1	-3,7	-5,2	0,6	5,7	8,7	6,9	0,9	-5,2	-8,6	-14,6
2015	-17,5	-9,0	-6,4	-1,6	-1,9	5,7	7,7	5,1	1,9	-6,2	-5,9	-12,2
2016	-18,6	-4,2	-4,2	-2,2	1,4	3,2	6,8	3,5	-1,6	-3,3	-12,5	-14,5
2017	-21,1	-17,5	-1,4	-2,6	-0,7	6,5	6,6	5,7	0,5	-0,4	-4,7	-3,6
2018	-11,8	-16,7	-20,1	-1,1	3,9	5,0	9,3	6,7	-0,4	-0,9	-10,0	-11,0
2019	-15,6	-8,5	-6,1	-3,3	-0,7	3,1	6,5	8,7	1,5	-1,9	-3,6	-4,9
2020	-5,2	-5,2	-6,7	-4,1	-0,2	6,0	7,8	8,0	1,4	1,4	-6,2	-5,9

Квітень за десятиріччя характеризувався досить однорідними абсолютними мінімумами з розкидом $-4,6\dots-1,1^{\circ}\text{C}$. У травні у 5-ти роках абсолютний мінімум був від'ємним, екстремум 2015 р. в $-1,9^{\circ}\text{C}$ виявився найближчим до кліматологічного показника $-3,5^{\circ}\text{C}$ 2007 року, що ілюструється найменшим відхиленням кривих на рис. 4.16.

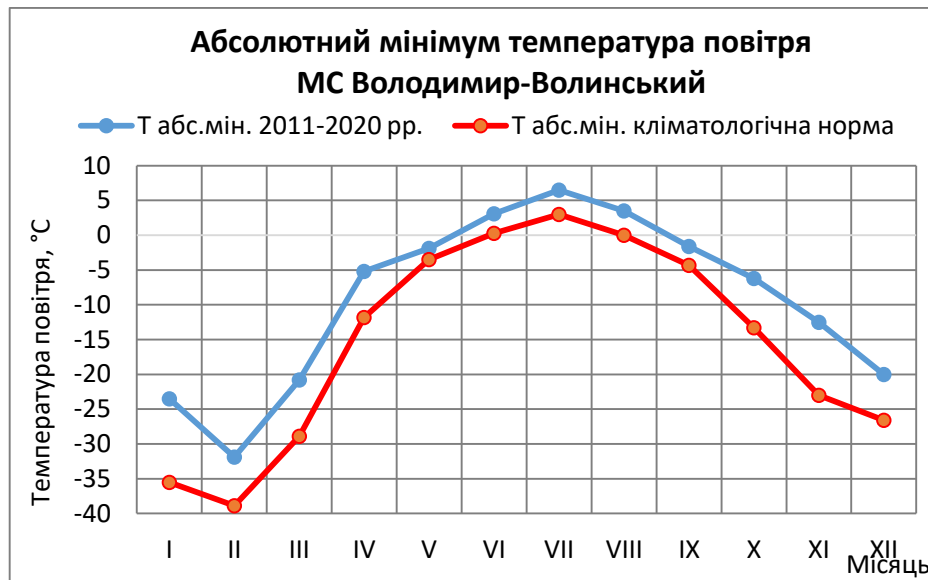


Рисунок 4.16 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33177 Володимир-Волинський

Влітку абсолютні мінімуми періоду 2011-2020 рр. вказують на подібність відміток. Для червня найнижча температура зафіксована у першій декаді 2019 р. ($3,1^{\circ}\text{C}$), у липні – 2016-2017, 2019 рр. ($6,5\dots6,8^{\circ}\text{C}$), у серпні – друга декада 2016 р. ($3,5^{\circ}\text{C}$) та третя декада 2013 р. ($3,9^{\circ}\text{C}$).

У вересні абсолютні мінімуми температури повітря мають від'ємні значення у 4-х роках: $-1,6\dots-0,1^{\circ}\text{C}$ за рекорду 1977 р. $-4,7^{\circ}\text{C}$. Жовтень за винятком теплого місяця 2020 р. демонструє від'ємні значення екстремумів. Найнижча температура зареєстрована у першій декаді 2015 року ($-6,2^{\circ}\text{C}$). До листопаду відхилення $T_{abs.min}$ зростає, найхолоднішою стала третя декада 2016 року при морозі $12,5^{\circ}\text{C}$ (рекорд -23°C 1998 р.).

У грудні також виокремлюється найхолодніший місяць 2012 р. з морозом до 20°C. Найвищі мінімуми фіксувалися у 2011, 2013, 2017, 2019-2020 рр. (-6,2...-3,6°C).

Таким чином, відносно рекордів абсолютного мінімуму 1991-2020 рр. у останньому десятиріччі найвищими є показники холодного періоду.

МС Ковель (табл. 4.18, рис. 4.17).

Сильні морози реєструвалися у січні-лютому 2012 р. Проте за січень рекорд становить -34,8°C 1950 року і відмітки $\leq -20^\circ\text{C}$ не є показовими (2012 і 2017 рр.). Найвищий мінімум – січень 2020 р. (-6,0°C). Лютий 2012 р. виділяє критичний мороз у 30,0°C у першій декаді, а у другій 26,9°C. У решті 9-ти роках таких низьких відміток не було. Найвища $T_{abs.min}$ у 2016 і 2020 рр.

Таблиця 4.18 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря на МС 33173 Ковель

Рік	Температура повітря $T_{abs.min}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-15,4	-16,4	-10,0	-0,2	-0,9	9,2	10,8	8,2	2,3	-3,5	-8,1	-5,8
2012	-20,4	-30,0	-8,4	-5,2	4,0	3,0	9,0	4,8	1,4	-3,8	-1,8	-14,4
2013	-16,0	-12,7	-19,0	-3,5	5,7	10,0	9,3	5,7	1,2	-2,5	-5,7	-7,0
2014	-19,1	-15,0	-3,6	-5,1	0,5	4,5	9,4	7,4	1,0	-6,7	-1,6	-12,9
2015	-18,1	-10,0	-7,5	-0,7	0,3	6,7	8,6	6,6	3,5	-6,3	-6,8	-13,2
2016	-18,8	-6,3	-2,2	-1,9	1,4	3,8	8,0	5,0	0,5	-3,4	-10,4	-10,9
2017	-21,5	-14,4	-2,6	-3,7	-0,4	6,7	7,1	6,0	0,0	-0,8	-5,4	-4,0
2018	-15,7	-13,9	-17,2	-2,5	5,4	4,5	9,6	8,6	1,8	0,1	-11,5	-16,8
2019	-13,5	-8,7	-7,4	-3,8	0,4	8,5	6,8	8,0	0,0	-2,3	-3,5	-8,5
2020	-6,0	-6,8	-7,4	-4,8	-1,0	6,6	8,4	8,4	2,0	0,5	-7,3	-6,6

З квітня по липень відхилення від абсолютних рекордів найменші 1,8...2,3°C. У травні у 3-х роках слабкі від'ємні мінімуми фіксувалися 2011,

2017 та 2020 року. У червні найнижчі температури відмічені на всіх парних роках. Для липня і серпня зміни $T_{abs.min}$ за роками невеликі – відповідно 6,8...10,8°C, і 4,8...8,4°C.

У вересні всі екстремуми додатні (рекорд складає $-4,5^{\circ}\text{C}$ 1977 р.). У 2017 і 2019 роках температура опустилася до 0°C у третій декаді. Для жовтня виділяється додатний абсолютний мінімум 2018 і 2020 року, а найнижчі температури – 2014-2015 року. У листопаді всі значення $T_{abs.min}$ від'ємні, найнижчий показник $-11,5^{\circ}\text{C}$ 2018 року, а найвищий мінімум місяця 2012 р. лише $-1,8^{\circ}\text{C}$ (рекорд $-19,8^{\circ}\text{C}$ 1998 р.).

У листопаді-грудні та січні відхилення від екстремальних позначок в останньому десятиріччі найбільші – додатна аномалія 8,3...13,3°C (рис. 4.17).

Грудень за мінімальними температурами дуже неоднорідний, від найвищих показників місяця $-4,0^{\circ}\text{C}$ 2017 року до $-16,8^{\circ}\text{C}$ 2018 р. (екстремум 2002 року $-26,0^{\circ}\text{C}$).

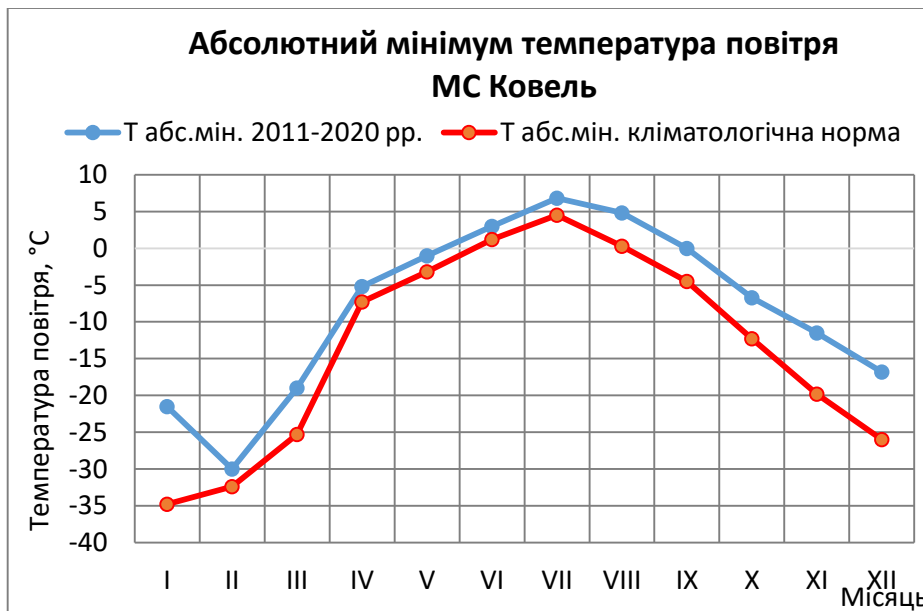


Рисунок 4.17 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33173 Ковель

МС Луцьк (табл. 4.19, рис. 4.18).

Подібно попереднім метеостанціям, найнижчі температури реєструвалися у січні-лютому 2012 р. – третя декада січня мороз до 22,0°C, а у першій та другій декаді лютого – до 28-29°C. Рекордний показник січня –32,5°C 1987 р., тому крива на рис.4.18 ілюструє значне відхилення у 10,5°C. Найвищий січневий мінімум –7,4°C знову припадає на 2020 р. Лютий мав високі мінімальні температури $\geq -10^\circ\text{C}$ у 4-х роках, найвищий абсолютний мінімум теж 2020 року.

Таблиця 4.19 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря на МС 33187 Луцьк

Рік	Температура повітря $T_{abs.min}$, °C											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-19,8	-16,5	-17,5	0,0	1,0	8,0	10,4	8,3	2,7	-2,2	-2,6	-4,8
2012	-22,0	-29,3	-8,6	-3,8	4,4	6,8	12,6	5,2	1,4	-1,5	-1,7	-17,7
2013	-18,3	-13,6	-19,8	-9,9	6,4	9,2	9,6	7,6	-1,0	0,2	-4,6	-8,0
2014	-19,8	-14,7	-2,5	-4,5	6,7	5,9	9,1	7,7	1,9	-6,3	-3,1	-12,0
2015	-18,8	-9,4	-5,9	-1,1	2,1	8,3	8,4	7,8	4,7	-4,5	-5,1	-2,9
2016	-15,9	-8,9	-2,0	0,8	2,3	4,9	10,0	6,0	3,3	-2,2	-11,0	-17,4
2017	-20,4	-13,5	-1,6	-2,3	-0,7	8,0	7,5	7,5	1,3	0,6	-1,5	-8,3
2018	-18,2	-16,0	-11,2	-0,7	6,2	5,9	9,6	10,2	2,4	-1,1	-11,7	-10,0
2019	-13,6	-8,2	-7,0	-1,1	2,4	12,1	9,0	9,2	0,8	-1,3	-4,0	-5,6
2020	-7,4	-7,5	-5,5	-4,8	0,8	5,5	7,5	9,5	3,0	3,2	-4,7	-5,9

Березень демонструє значне перевищення рекордного мінімуму 1929 р. –27,8°C (рис.4.18). Найнижча температура –19,8°C реєструвалася у другій декаді 2013 р., найвищий показник $T_{abs.min}$ 2016 і 2014 року (відповідно –2,0 і –2,5°C). У квітні лише два роки мають додатні позначки – 2011 і 2016 рр. Абсолютний мінімум 2013 року наближається до рекорду 1931 р. в –9,6°C. Для

травня найменше відхилення від рекордного мінімуму $2,4^{\circ}\text{C}$ відмічалось за від'ємної температури у першій декаді травня 2017 р. ($-0,7^{\circ}\text{C}$).

Влітку та у вересні-жовтні абсолютний мінімум десятиріччя також незначно перевищує екстремальні позначки – для червня на $4,1^{\circ}\text{C}$, у липні $3,0^{\circ}\text{C}$, у серпні $4,8^{\circ}\text{C}$, у вересні $4,0^{\circ}\text{C}$, а у жовтня $2,3^{\circ}\text{C}$. У вересні абсолютний мінімум був від'ємний 2013 року. Жовтень показує додатну $T_{abs.min}$ у 2013, 2017 та 2020 рр., найвищий мінімум склав $3,2^{\circ}\text{C}$ (2020 р.), а найнижчий – 2014 року $-6,3^{\circ}\text{C}$. Листопад демонструє всі від'ємні показники абсолютних мінімумів. Найсильніше падіння температури – 2016 та 2018 року, відповідно $-11,0$ та $-11,7^{\circ}\text{C}$, а найвищий мінімум лише $-1,7^{\circ}\text{C}$ був у 2012 р.

Грудень знову показує значний розкид абсолютних мінімумів від $-2,9^{\circ}\text{C}$ 2015 р. до $-17,7^{\circ}\text{C}$ 2012 р. Рекорд грудня складає $-27,8^{\circ}\text{C}$ 1961 р., тобто всі показники значно вище екстремуму.

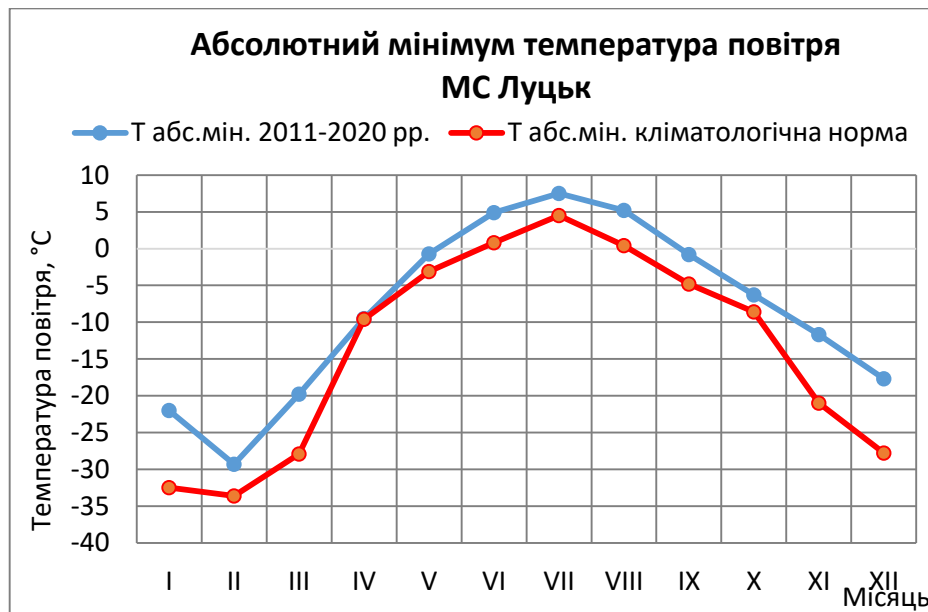


Рисунок 4.18 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33187 Луцьк

Наступні дані МС Любешів (табл. 4.20, рис. 4.19).

У січні $T_{abs.min}$ опустилася нижче -20°C у 2012 і 2017 рр., найвищий показник 2020 року $-6,5^{\circ}\text{C}$. Рекорд січня для станції $-37,3^{\circ}\text{C}$ 1950 року, тобто за останнє десятиріччя абсолютний мінімум має найбільше відхилення від екстремуму в $15,6^{\circ}\text{C}$, що ілюструється розкидом кривих на рис.4.19. Лютий, аналогічно іншим метеостанціям області, мав екстремальні позначки у 2012 р., морози до 25°C відмічалися у другу декаду місяця. Також низька температура фіксувалася у третій декаді 2018 року. Найвищий абсолютний мінімум у $-4,6^{\circ}\text{C}$ припадає на 2016 р.

Низькі температури зими 2018 року продовжилися у березні. Так, $T_{abs.min}$ знизилася до $-20,8^{\circ}\text{C}$, відхилення від екстремуму 1987 р. $2,4^{\circ}\text{C}$. Найвищий мінімум – 2017 та 2014 рр. Для квітня відхилення $1,8^{\circ}\text{C}$, а у травні абсолютний мінімум сягає раніше встановленого показника 1965 р. ($-2,6^{\circ}\text{C}$).

Таблиця 4.20 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря на МС 33075 Любешів

Рік	Температура повітря, $T_{abs.min}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-13,9	-18,3	-16,5	0,0	1,0	8,0	11,1	7,5	4,2	-3,6	-7,1	-5,8
2012	-20,6	-25,0	-9,4	-4,3	3,5	3,2	8,5	6,0	2,5	-3,3	-3,1	-19,8
2013	-19,4	-15,4	-17,8	-3,9	3,0	10,5	8,8	6,6	-1,2	-0,5	-6,6	-7,4
2014	-12,0	-15,0	-3,3	-5,6	0,6	5,7	9,7	8,2	0,6	-8,1	-8,6	-12,8
2015	-17,7	-11,4	-7,5	-0,7	1,2	5,0	7,5	6,1	3,5	-6,5	-8,4	-11,5
2016	-19,6	-4,6	-4,7	-2,0	-0,5	4,4	10,4	6,0	2,0	-3,1	-10,5	-13,4
2017	-21,7	-17,2	-2,2	-2,6	-2,6	5,9	8,0	5,4	0,7	1,5	-4,1	-3,4
2018	-17,9	-20,4	-20,8	-1,2	4,3	3,9	9,6	9,5	-0,6	-1,5	-12,4	-11,4
2019	-14,7	-7,7	-7,7	-2,4	0,9	9,5	8,6	8,7	-0,8	-1,6	-4,9	-3,6
2020	-6,5	-7,5	-8,1	-5,0	-0,1	5,3	7,9	8,1	2,5	0,6	-5,5	-6,8

Влітку відрив від рекордних мінімумів за 2011-2020 рр. зростає в інтервалі 1,9...5,5°C. Низький абсолютний мінімум фіксувався у червні 2012 р. в 3,2°C. Цікавим є факт екстремуму у серпні, він складає -0,1°C 1966 року, а найнижчий показник у останньому десятиріччі 5,4°C 2017 р.

Вересень у 3-х роках демонструє від'ємні $T_{abs.min}$, найнижчий показник у березні 2013 року в -1,3°C, а найвищий – 2011 року в 4,2°C. У жовтні лише два роки мали додатні відмітки абсолютного мінімуму – 2017 і 2020 рр. Найнижчий абсолютний мінімум 2014 р. -8,1 (рекорд -9,1°C 1979 р.). Екстремум для листопада у Любешеві сягає -24,8°C 1965 р., в останнє десятиріччя найнижча температура місяця зафіксована у третій декаді 2019 р. і склала 12,4°C. В результаті криві розподілу абсолютних мінімумів мають значний розкид (рис.4.19). В інші роки мінімуми були значно вищими.

Грудень виділяється низькими температурами лише у 2012 р. (-19,8°C). а у 5-ти роках абсолютний мінімум не опускався нижче -7,4°C. Найвищий показник – 2017 та 2019 рр. (відповідно -3,4 та -3,6°C).

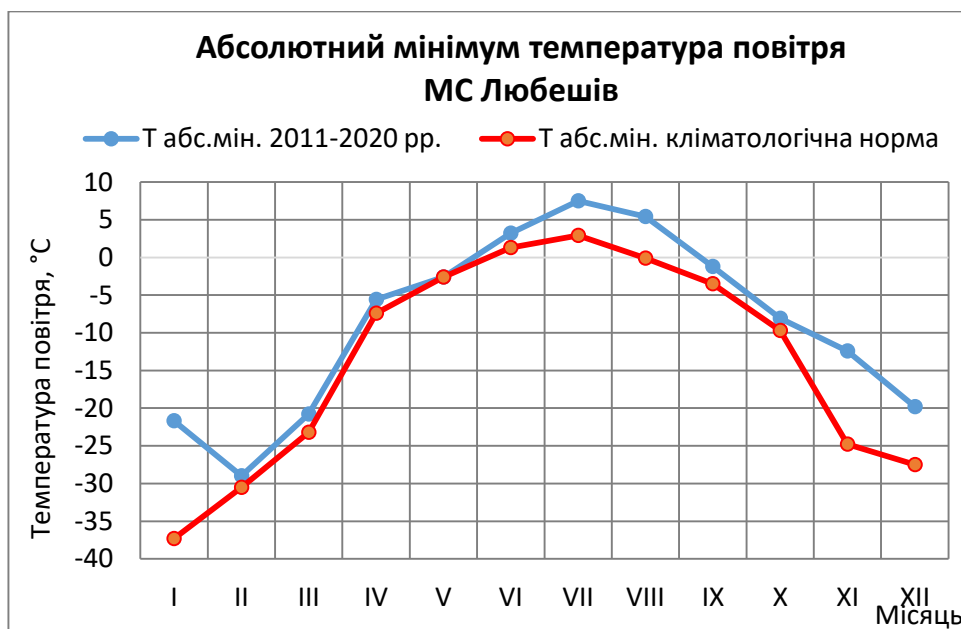


Рисунок 4.19 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33075 Любешів

МС Маневичі (табл. 4.21, рис. 4.20)

Розподіл зимових абсолютних мінімумів на станції дещо відрізняється від інших по області. Так, у січні мінімуми $\leq -20,0^{\circ}\text{C}$ відмічалися у 6-ти роках, що найбільше по станціях. При цьому найнижча $T_{abs.min}$ припала на третю декаду 2014 р. ($-23,3^{\circ}\text{C}$). За рекорду 1950 року в $-36,9^{\circ}\text{C}$ хід кривих порівняння змін абсолютних мінімумів ілюструє найбільше перевищення на $13,6^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.20). Найвищим виявився мінімум січня 2020 року.

За лютий найнижчий мінімум відзначався однотипно 2012 року, проте критичні морози не реєструвалися, показник $-23,3^{\circ}\text{C}$. За екстремуму $-30,6^{\circ}\text{C}$ 1963 року на графіку також видно значний відрив від рекорду. У 4-х роках мінімум не опустився навіть до -10°C .

Таблиця 4.21 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря (1991–2020 рр.) на МС 33182 Маневичі

Рік	Температура повітря, $T_{abs.min}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-14,5	-18,6	-16,4	-6,8	0,0	8,2	10,5	8,1	3,4	-9,3	-6,0	-7,4
2012	-21,0	-23,3	-11,0	-5,4	2,6	3,0	9,6	5,5	3,1	-4,1	-1,2	-20,8
2013	-18,5	-6,8	-17,6	-4,4	3,9	10,2	8,2	6,0	1,2	-0,3	-6,5	-8,5
2014	-23,3	-13,5	-2,9	-5,0	0,4	5,0	9,6	7,4	0,6	-4,4	-9,0	-13,3
2015	-20,3	-16,5	-8,8	-2,0	0,7	5,6	8,1	7,1	3,5	-5,5	-7,8	-13,0
2016	-20,1	-7,2	-5,2	-2,0	2,5	3,5	9,8	5,9	1,9	-3,0	-9,8	-13,1
2017	-21,7	-16,5	-7,5	-4,0	-4,7	3,0	7,4	5,7	0,0	0,4	-3,8	-4,4
2018	-15,7	-17,4	-20,6	-1,4	5,3	5,4	9,0	8,8	-1,3	-1,6	-12,6	-10,9
2019	-14,3	-8,6	-7,9	-4,0	-0,1	8,8	8,4	9,2	-0,6	-1,6	-4,9	-4,4
2020	-5,8	-7,4	-8,3	-3,1	0,8	6,6	8,0	8,8	3,8	3,3	-3,5	-7,2

Для березня зафіксовано суттєве падіння температури у першій декаді 2018 р. до $-20,6^{\circ}\text{C}$. Найтепліший березень – 2014 р., лише $-2,9^{\circ}\text{C}$.

З квітня до жовтня абсолютні мінімуми мають невеликий відрив від рекордних значень, особливо у травні ($0,7^{\circ}\text{C}$) та жовтні ($0,2^{\circ}\text{C}$), що видно з рис.4.20. У квітні всі відмітки $T_{abs.min}$ були від'ємними, розкид незначний $-6,8...-1,4^{\circ}\text{C}$. Для травня у двох роках мінімум опустився нижче 0°C , особливо низький показник у першій декаді 2017 р. в $-4,7^{\circ}\text{C}$, а наступного 2018 року, навпаки, мінімум склав $5,3^{\circ}\text{C}$.

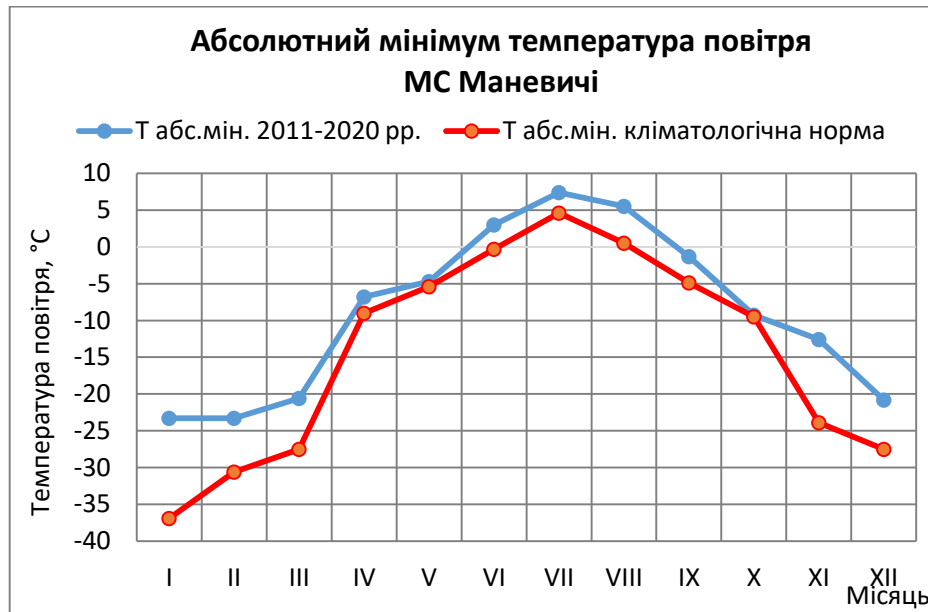


Рисунок 4.20 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33182 Маневичі

Влітку виокремлюється підвищений мінімум у червні 2013 року в $10,2^{\circ}\text{C}$, при тому що рекордний показник від'ємний ($-0,3^{\circ}\text{C}$ 1982 р.). Липень і серпень досить однорідний за абсолютними мінімумами відповідно $7,4...10,5^{\circ}\text{C}$ та $5,5...9,2^{\circ}\text{C}$.

Восени у вересні 2018-2019 рр. мінімуми опустилися до слабо від'ємних значень, а у 4-х роках $T_{abs.min}$ сягала $3,1...3,8^{\circ}\text{C}$. За жовтень, навпаки, два роки є теплішими з додатними абсолютними мінімумами 2017 та 2020 рр. Найнижчий екстремум у третій декаді 2011 року в $-9,3^{\circ}\text{C}$ наблизився

до рекорду $-9,5^{\circ}\text{C}$ 1988 року. За листопад найсильніший мороз зафіксовано у 2018 р. ($-12,6^{\circ}\text{C}$), проте рекорд становить $-23,9^{\circ}\text{C}$ 1965 року.

У грудні 2012 р. зафіксовано найнижчий мінімум $-20,8^{\circ}\text{C}$, найвищі показники в $-4,4^{\circ}\text{C}$ припадають на 2017 і 2019 рр.

Остання для аналізу МС Світязь (табл. 4.22, рис. 4.21)

У січні абсолютний мінімум у 3-х роках опустився до $\leq -20,0^{\circ}\text{C}$, найнижча температура фіксувалася у третій декаді січня 2013 р. в $-22,2^{\circ}\text{C}$. Рекорд січня становить $-33,2^{\circ}\text{C}$ 1988 р., в результаті криві екстремумів мають найбільший розкид (рис. 4.21). Найвищий мінімум аналогічно усім метеостанціям області припадає на 2020 р. У лютому найсильніший мороз реєструється у першій декаді 2012 р. ($26,4^{\circ}\text{C}$), а найвищий показник $-6,3^{\circ}\text{C}$ знову 2020 року.

Таблиця 4.22 – Вихідні дані абсолютного мінімуму температури повітря на МС 33067 Світязь

Рік	Температура повітря, $T_{abs.min}$, $^{\circ}\text{C}$											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	-13,6	-18,4	-17,9	1,1	-1,1	10,1	10,8	8,5	2,1	-4,7	-4,5	-7,4
2012	-19,3	-26,4	-9,2	0,3	5,8	3,7	11,2	5,2	0,6	-3,9	-2,2	-19,6
2013	-22,2	-14,8	-18,6	-5,1	6,0	10,7	10,3	6,2	-0,7	-2,1	-3,2	-6,3
2014	-20,1	-13,0	-3,8	-4,0	1,2	6,1	9,9	5,9	1,6	-5,8	-8,9	-12,7
2015	-16,6	-8,9	-7,5	-0,8	0,8	6,2	7,6	6,4	3,7	-6,4	-6,9	-13,5
2016	-18,8	-7,7	-4,9	-1,5	1,7	3,4	8,6	5,2	0,2	-3,3	-10,7	-10,0
2017	-20,2	-15,0	-3,3	-1,9	0,6	8,4	7,5	8,7	2,1	0,3	-4,4	-4,7
2018	-11,4	-17,9	-18,2	-1,3	5,3	3,8	9,7	7,5	-0,8	0,2	-10,2	-13,4
2019	-13,3	-8,8	-6,6	-1,5	1,2	9,0	8,1	8,2	2,0	-2,0	-3,2	-3,9
2020	-4,5	-6,3	-6,0	-4,5	0,2	7,3	8,4	8,0	2,2	1,8	-3,6	-5,5

Для березня виділяються три роки зі зниженням мінімумів до морозів 17,9...18,6°C. А 2014 і 2017 рр. абсолютний мінімум не сягнув навіть і $-4,0^{\circ}\text{C}$. У квітні два роки мали додатні абсолютні мінімуми (2011-2012 рр.). Найнижчі відмітки припадають на 2013-2014 та 2020 рр., за екстремуму в $-7,5^{\circ}\text{C}$ 1963 р. перевищення незначне ($2,4^{\circ}\text{C}$). Найближчим до травневого рекорду в $-1,5^{\circ}\text{C}$ 2000 року виявився мінімум 2011 р., відхилення $0,4^{\circ}\text{C}$.

Влітку високий абсолютний мінімум зафіксовано у червні-липні 2011 і 2013 рр., а найвищий у липні 2012 р. в $11,2^{\circ}\text{C}$ (рекорд $5,1^{\circ}\text{C}$ 1964 р.). Якщо у липні та серпні зміна мінімумів за роками незначна, то у червні було суттєве падіння температур у 3-х роках до $3,4...3,7^{\circ}\text{C}$.

У вересні 2013 та 2018 рр. відмічалися слабкі від'ємні мінімуми. Для жовтня найнижча $T_{abs.min}$ знову припадає на 2014-2015 рр. Найвищий мінімум – жовтень 2020 р. У листопаді 2016 і 2018 рр. $T_{abs.min}$ знизилася до $-10,0^{\circ}\text{C}$.

Найвищий абсолютний мінімум грудня зареєстровано у 2019 р., а найнижчий – 2012 року з морозом $12,6^{\circ}\text{C}$ (рекорд $-25,7^{\circ}\text{C}$ 1965 р.).

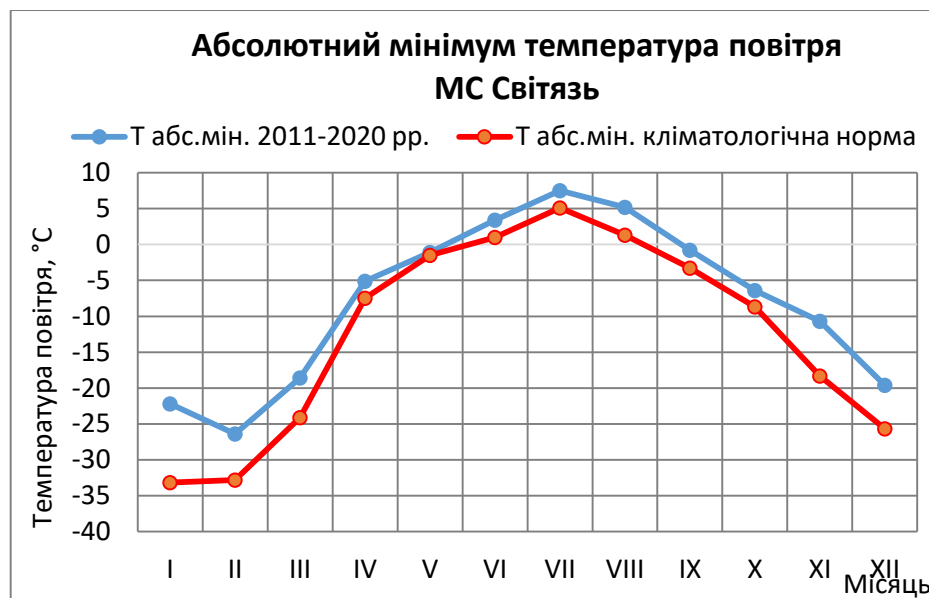


Рисунок 4.21 – Розподіл абсолютного мінімуму температури повітря за період 2011-2020 рр. по відношенню до кліматологічної норми 1991-2020 рр., МС 33067 Світязь

5 ЦИРКУЛЯЦІЙНІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ АНОМАЛІЙ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Для аналізу синоптичних процесів, за яких виникли найбільші аномалії середніх місячних показників і екстремумів температури повітря, використано синоптичну інформацію програми АРМсин, дані глобальних центрів прогнозу погоди [28, 30].

Відібрано кілька випадків з найбільшими додатними та від'ємними аномаліями температури повітря у Волинській області за період 2011-2020 рр. згідно вище викладеному аналізу у п.4.

Найхолоднішим виявився лютий 2012 р. для всіх метеостанціях області. Це і найвищі від'ємні аномалії середньої місячної температури до $7-8^{\circ}\text{C}$ і посилені морози до 30°C при реєстрації абсолютних мінімумів.

Проаналізуємо умови формування зниженого температурного режиму. Процес розпочався ще у третій декаді січня 2012 р., надалі низькі температури спостерігалися у перші дві декади лютого, після чого температура зросла.

Сильний мороз відмічався по всій території України, а також охоплював і європейський сектор у цілому. Тобто мав місце масштабний процес перебудови атмосферної циркуляції, що зумовив падіння температури до критичних значень. Найнижчі температури зафіксовані саме над Східною і Північною Європою, критична позначка була встановлена у Фінляндії в $-42,7^{\circ}\text{C}$ (рис. 4.22). Також за цей період спостерігалася рекордна висота снігу, замерзання основних річок Європи тощо. Вкрай негативні погодні умови призвели до загибелі значної кількості людей.

Циркуляційний процес визначався блокуванням панівного потоку Азіатським максимумом і поширенням далеко на захід до Європи відрогу (рис.4.23). Такі процеси в останні десятиріччя відмічаються все рідше внаслідок змін клімату і зміщення центрів дії атмосфери на схід.

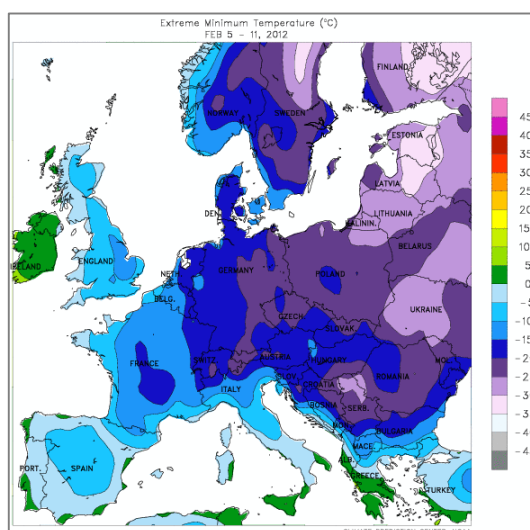


Рисунок 4.22 – Карта екстремальної мінімальної температури повітря 05 - 11.02.2012 р. за даними NWS-NOAA

За досліджуваній період відмічалось дві посилені хвилі холоду – 30.01-04.02 та 09-12.02. Приземні карти погоди демонструють поширення відрогів з Сибіру у системі потужного блоку, максимальний тиск над Східноєвропейською рівниною сягав 1060 гПа 4 лютого (рис.4.23). Блокуюча система сприяла збільшенню градієнтів на північній і південній периферії у суміжній зоні з циклонами, що причинило катастрофічні снігопади на визначених територіях (висота снігового покриву сягала кількох метрів).

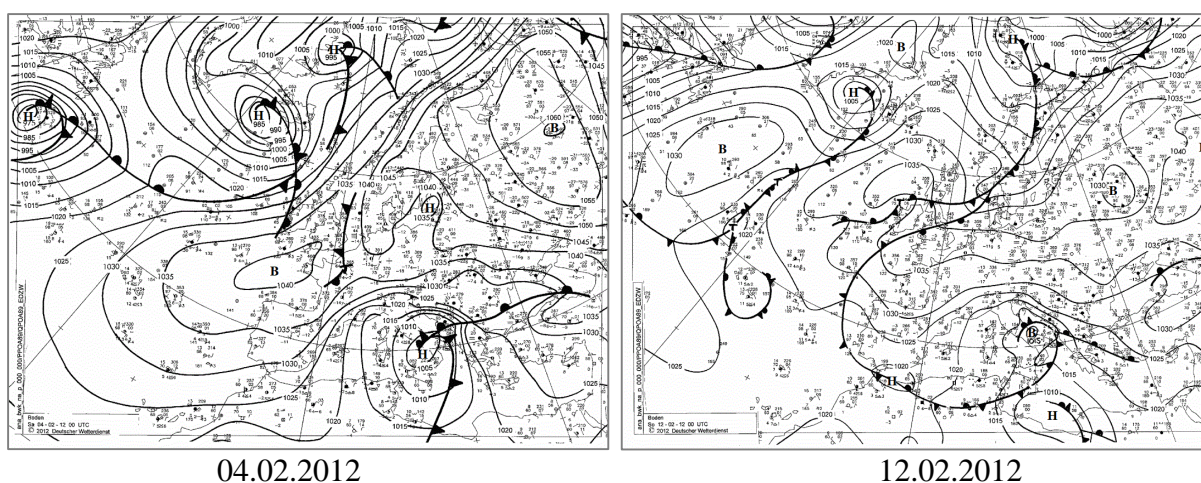


Рисунок 4.23 – Приземні карти погоди за лютий 2012 р., 00 UTC [30]

Аномалії структури приземних і висотних полів також проявляються і в осереднених даних за місяць (рис.4.24).

Поле приземного тиску виділяє дуже високу додатну аномалію над Східною Атлантикою і Західною Європою до 14 гПа. Інший осередок додатної аномалії тиску до 8 гПа охоплює Східну Європу, а у центрі Азіатського максимуму над Сибіром складає 16 гПа.

Висотне поле за даними поверхні 500 гПа аналогічно демонструє високу додатну аномалію геопотенціалу H500 у центрах баричних максимумів до 60 Дам і улоговину над Україною та південним сектором Європи та Азії.

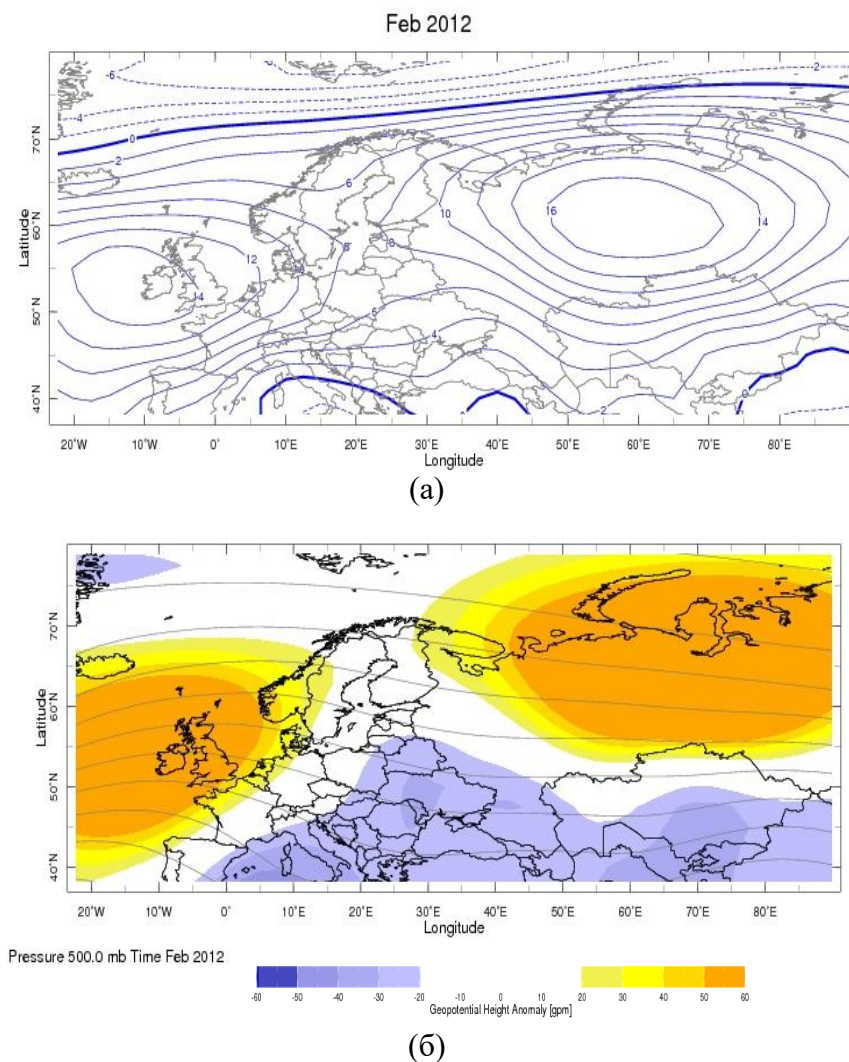


Рисунок 4.24 – Карти середньої місячної аномалії тиску на рівні моря (а) та середньої місячної аномалії поля H500 (б) за лютий 2012 р. [28]

Дослідження високих додатних аномалій температури повітря на Волині виділяє вересень 2015 року, коли за єдину дату 01 числа на всіх метеостанціях області було оновлено абсолютні максимуми температури повітря. Зокрема для МС Ковель, Любешів та Маневичі максимум склав $\geq 36,0^{\circ}\text{C}$. А найбільша аномалія середньої місячної температури досягнута у грудні цього ж року.

Почергово проаналізуємо синоптичні ситуації цих періодів.

Приземне баричне поле 01 вересня 2015 р. впродовж доби зберігає структуру при розміщенні потужного масштабного антициклону над Атлантикою і циклону над європейською територією. Переважна частина України знаходилася під впливом теплого сектору циклону з центром над Данією і Балтійським морем (рис.4.25).

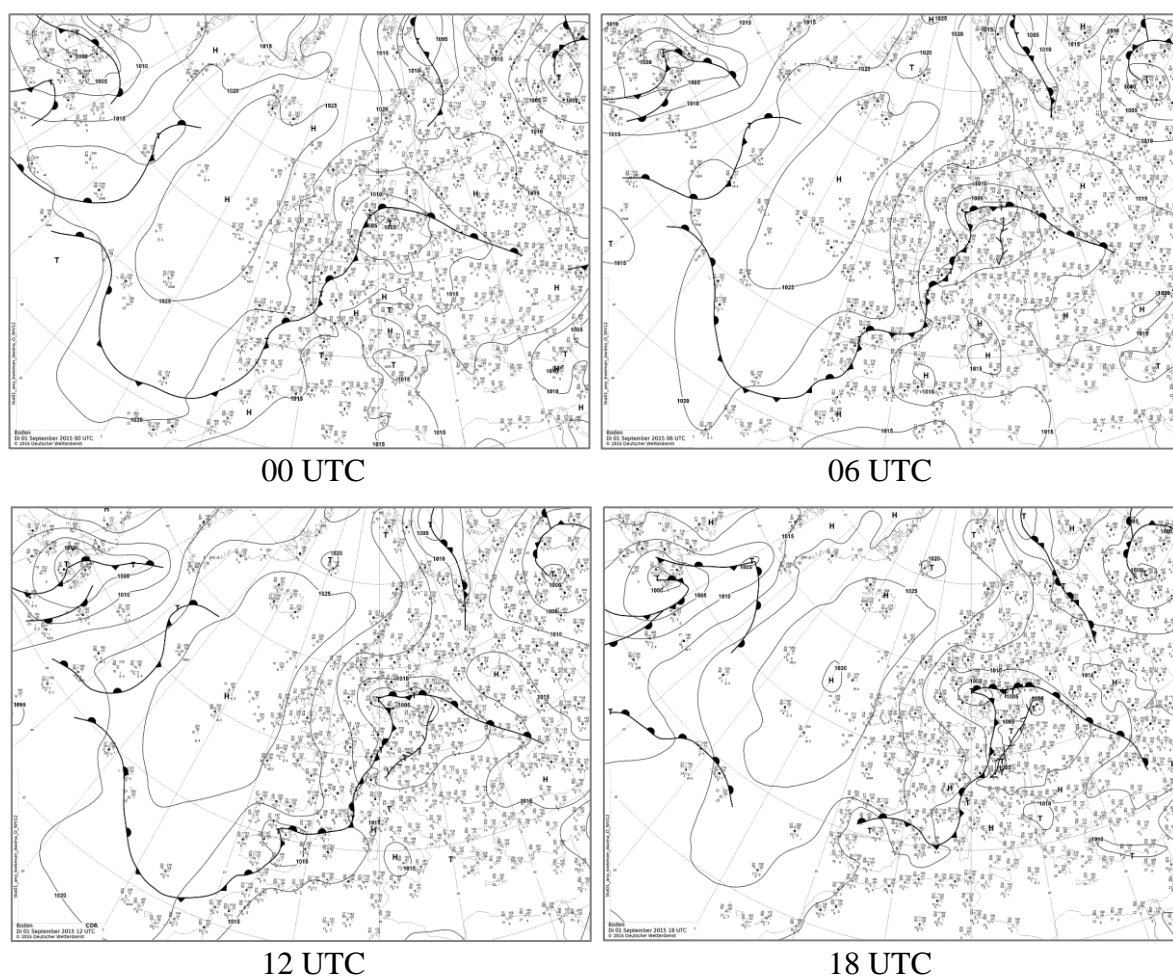


Рисунок 4.25 – Приземні карти погоди за 01.09.2015 р. [30]

Зміщення теплового фронту до сходу сприяло різкому підвищенню температури повітря на заході, північному заході, півдні та у центрі країни. Відмічалось прояснення і додатковий прогрів повітря за рахунок сонячної радіації. Зберігався надзвичайний рівень пожежної небезпеки.

Висотне баричне поле характеризується потужним гребенем над центром і сходом Європи, який зумовив аномальний температурний режим (рис. 4.26). Вісь гребеня спрямована від Ірану через Малу Азію на захід Чорного моря далі на Центральну Європу і до Балтики. Отже винесення сухого перегрітого повітря відбувалося з Азійського регіону.

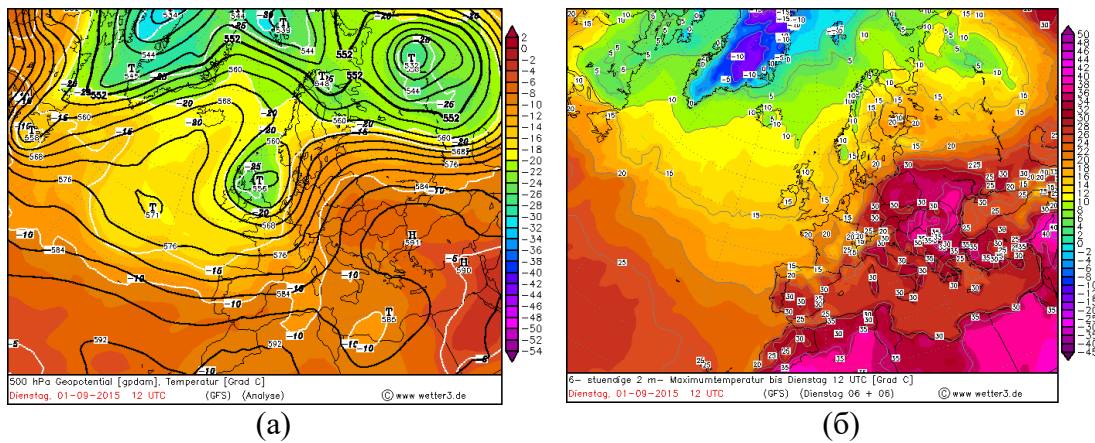


Рисунок 4.26 – Карта АТ-500 (а) і максимальної температури повітря (б) за 01.09.2015 р., 12 UTC [30]

Такий циркуляційний процес зберігався всю першу пентоду вересня, температурні рекорди були встановлені на багатьох метеостанціях України.

В цілому на кінець 2015 року вересень встановив світовий рекорд спеки при середній глобальній температурі повітря 15,9°C. Для Європи середня температура виявилася на 1,5°C вищою кліматологічної норми.

Далі проаналізуємо умови формування високих додатних аномалій середньої місячної температури повітря у грудні 2015 р. впродовж місяця максимальна температура на Волині сягала $\geq 10,0^\circ\text{C}$. Циркуляційні умови біля поверхні землі визначалися зональним перенесенням по північній периферії потужного антициклону. Така синоптична ситуація взимку є типовою для

підвищення температури при винесенні теплого повітря з Атлантики у західних потоках (рис.4.27). Структура термобаричного поля зберігалася практично протягом місяця.

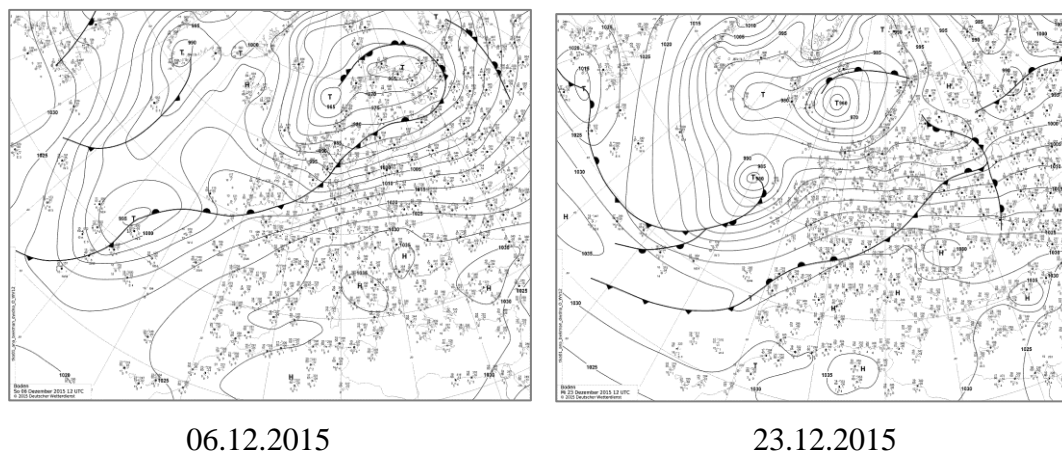


Рисунок 4.27 – Приземні карти погоди за грудень 2015 р., 12 UTC [30]

Місячна аномалія приземного тиску склала 12 гПа в центрі максимуму над Італією. У тропосфері циркуляція повітря характеризувалася потужним антициклоном над європейським сектором, аномалія до 60 Дам (рис.4.28). Тепло накачувалося з півночі Африки у системі гребеня.

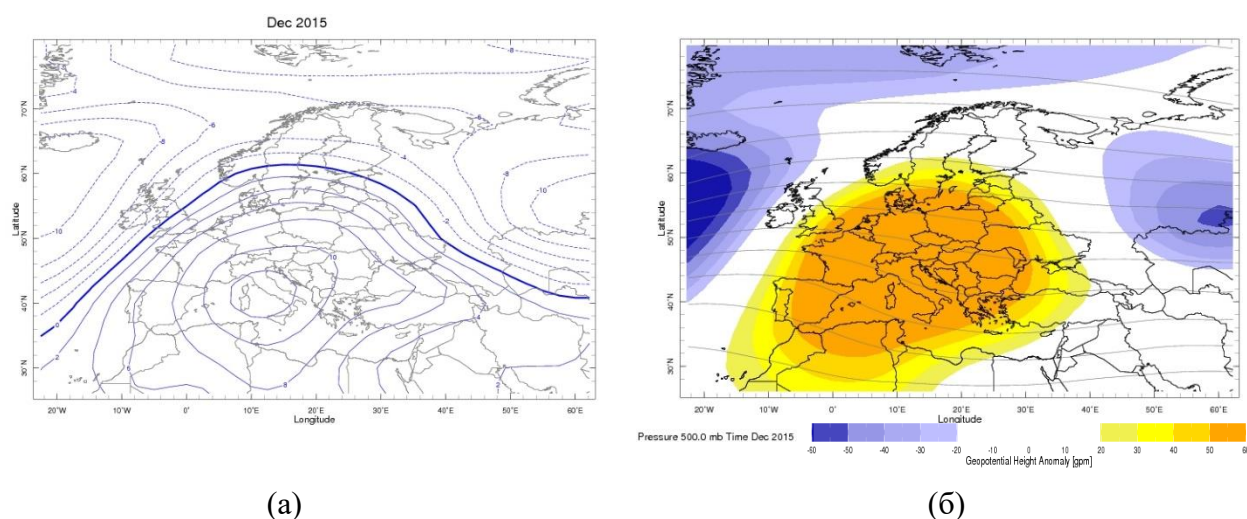


Рисунок 4.28 – Карти середньої місячної аномалії тиску на рівні моря (а) та середньої місячної аномалії поля H500 (б) за грудень 2015 р. [28]

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження зміни температурного режиму у Волинській області дозволяє зробити наступні висновки:

1. Зміни середніх показників і екстремумів для станцій області близькі, аномалії зберігають один знак, суттєві відмінності відсутні.
2. За десятиріччя 2011-2020 рр. відмічаються лише додатні аномалії середньої місячної температури повітря, найбільші у грудні для всіх метеостанцій області.
3. У річному розподілі середньої місячної температури найменші відхилення від кліматологічної норми 1991-2020 рр. спостерігаються влітку, а найбільші взимку (обох знаків).
4. Найвищі від'ємні аномалії середньої місячної температури повітря відмічалися у лютому 2012 р. ($7-8^{\circ}\text{C}$). Циркуляційні умови формування сильних морозів ($\leq -30^{\circ}\text{C}$) спричинив «східний процес» при поширенні відрогу Азіатського максимуму з Сибіру до європейського регіону. Найвища додатна аномалія середньої місячної температури зареєстрована у грудні 2015 р. ($\sim 4,0^{\circ}\text{C}$) при формуванні висотного гребеня над Європою і широтних потоків у приземному полі.
5. Середня річна температура повітря мала від'ємну аномалію лише 2012 р. для всіх метеостанцій. Найвищі додатні аномалії – 2015 та 2019 рр. Зміни середньої річної температури дещо вищі для МС Світязь та Луцьк, а найнижчі – для МС Маневичі.
6. Середня максимальна температура для усіх метеостанцій за всі місяці у період 1991-2020 рр. відносно періоду 1961-1990 рр. зросла. За лютий всі метеостанції області досягли додатних показників максимуму. Найбільше підвищення середніх максимумів у січні-лютому, березні, липні-серпні ($1,4\dots 2,4^{\circ}\text{C}$); найменше – у травні та жовтні ($0,4\dots 1,3^{\circ}\text{C}$).

7. За кліматологічний період 1991-2020 рр. оновлено абсолютні максимуми для всіх станцій Волині у січні, вересні і листопаді. Для окремих метеостанцій оновлені рекорди: лютий – МС Маневичі; квітень – МС Ковель, Луцьк, Любешів, Світязь; травень – МС В.-Волинський, Ковель, Любешів, Маневичі, Світязь; червень – МС Ковель, Любешів, Маневичі, Світязь; липень – МС Ковель, Луцьк, Маневичі; серпень МС Ковель, Любешів, Маневичі, Світязь; грудень – МС Ковель.
8. Дослідження зміни абсолютного максимуму температури повітря за десятиріччя 2011-2020 рр. показало встановлення рекордних показників на більшості метеостанцій Волині у різні місяці. Перекрито абсолютні максимуми для всіх станцій у вересні 2015 р. за одну добу 1 вересня (аномалія 4-5°C). Циркуляційні умови формування посиленої спеки характеризувалися потужним висотним гребенем з азійського сектору, у приземному баричному полі Україна (за винятком східних регіонів) знаходилася у теплому секторі циклону.
9. Середня мінімальна температура за період 1991-2020 рр. підвищилися для всіх метеостанцій. Найбільше зростання норми середнього місячного мінімуму фіксується у холодному періоді за рахунок січня-лютого. Найменше зросли середні мінімуми восени та у травні ($\leq 1,0^\circ\text{C}$). Середні мінімуми листопаду для всіх метеостанцій стали додатними.
10. Річна мінімальна температура зросла на всіх станціях, з найбільшим перевищенням попередньої норми 1961-1990 рр. на МС Любешів і Маневичі (1,3°C) та Ковель (1,2°C).
11. Дослідження зміни абсолютного мінімуму температури повітря за період 1991-2020 рр. показало оновлення показників для окремих метеостанцій у 10 випадках: квітень – МС Коваль; травень – МС Луцьк і Світязь; жовтень – МС Любешів; листопад – МС В.-Волинський, Ковель, Світязь, грудень – МС В.-Волинський, Ковель і Маневичі. У останньому десятиріччі 2011-2020 рр. нові абсолютні мінімуми не зареєстровані.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Балабух В. О. Вплив блокувальних процесів на повторюваність та інтенсивність аномальних умов погоди в Україні, пов'язаних з температурою повітря / В. О. Балабух, Ю. О. Базалєєва, С. М. Ягодинець. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 3. С. 85-94. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2016_3_11
2. Балабух В. О., Оцінювання сучасних змін термічного режиму України / В. О. Балабух, Л. В. Малицька. *Геоінформатика*. 2017. № 4. С. 34-49. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2017_4_7
3. Басок Б. Глобальне потепління: проблеми. дискусії та прогнози / Б. Басок. Є. Базєєв. *Світогляд*. 2020. Вип. 6(86). С.4-15. URL:<https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/svitogliad/svit-2020-15-6/svitoglyad-6-2020-bass-baz-04.pdf>.
4. Бондарчук Р. І., Адаменко Т. І. Агрокліматичний довідник по Волинській області. Довідкове видання. Кам'янець-Подільський. ТОВ: «Друкарня Рута». 2012, 192 с.
5. Волинська область / О. В. Метілка, Л. Ю. Івевакова. Енциклопедія Сучасної України / Ред.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін. НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2006. URL: <https://esu.com.ua/article-27573> (дата звернення 20.10.2024).
6. Волинський обласний центр з гідрометеорології. URL: <http://www.meteolutsk.net.ua> (дата звернення 25.10.2024).
7. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень: монографія / ред. В. І. Осадчого та ін. Київ: Ніка-Центр, 2013. 257 с. DOI: [10.13140/RG.2.1.3609.8966](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3609.8966)
8. Екологічний паспорт Волинської області за 2023 рік (doc) URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-volinskoyi-oblasti->

- [za-2023-rik/](#) (дата звернення: 11.11.2024).
9. Кліматичний Кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1991-2020 рр). Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2021.
 10. Кліматичний Кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр). Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ, 2006.
 11. Малицька Л. В., Балабух В. О. Ймовірні зміни кліматичних умов України до середини XXI ст. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. № 1(56). С. 94-100. URL: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.1.10>.
 12. Павловська Т., Федонюк М., Рудик О. Температурний режим повітря у Волинській області: хронологічний та хорологічний аспекти. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. 2023. № 1 (1). URL: <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>
 13. Писаренко В. М., Писаренко П. В., Писаренко В. В., Горб О. О., Чайка Т. О. Посухи в контексті змін клімату України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 1. С. 134-146. URL: <http://dx.doi.org/10.31210/visnyk2019.01.18>
 14. Писаренко Л. А., Краковська С. В. Вплив знеліснення на радіаційний та термічний режими території України за даними глобальних кліматичних моделей. *Геофізичний журнал*. 2021. №3. С. 135-160. URL: <https://doi.org/10.24028/gzh.v43i3.236385>
 15. Тарасюк Н. А. Регіональні дослідження сучасного клімату Волині / Н. А. Тарасюк, Ф. П. Тарасюк // *Актуальні проблеми країнознавчої науки: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (м. Луцьк, 15-16 листопада 2016 р.)* / за ред. В. Й. Лажніка. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. С. 259-263. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/11710>

16. Тарасюк Н., Федас Т. Агрокліматичні ресурси Волинської області в умовах сучасного клімату. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Географічні науки.* 2017. № 9 (358). С. 27-32. URL: <https://evnuir.vnu.edu.ua/handle/123456789/15290>
17. Шевченко О. та ін. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Київ: Myflaer, 2014. 74 с. URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf
18. Шевченко О. Г. Хвилі тепла та основні методологічні проблеми, що виникають при їх дослідженні / О. Г. Шевченко, С. І. Сніжко. *Український гідрометеорологічний журнал.* 2012. № 11. С. 101-108. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Uggj_2012_11_13.
19. Щеглов О. А. Зимові синоптичні процеси при аномально-високих температурах повітря в Україні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2018. № 3. С. 45-53. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2018_3_7.
20. Abbass K., Qasim M. Z., Song H. et al. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. *Environ Sci Pollut Res.* 2022. Vol. 29, P. 42539–42559. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6>
21. Barriopedro D. et al. Heat Waves: Physical Understanding and Scientific Challenges / Barriopedro D., Garcia-Herrera R., Ordonez C., Miralles D. G., Salcedo-Sanz S. *Reviews of Geophysics.* 2023. Vol. 61 (2). 54 p. <https://doi.org/10.1029/2022RG000780>.
22. Khodayar Pardo S., Paredes-Fortuny L. Uneven evolution of regional European summer heatwaves under climate change. *Weather. Clim. Extrem.* 2024, Vol. 43. 15 p. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2024.100648>.
23. Letcher T. M. Global warming – a complex situation Global warming. *Climate Change, Third Edition.* 2021. P. 3-17. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821575-3.00001-3>

24. McKay D. I A., Staal A., Abrams J. F. et al. Exceeding 1,5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. *Science*. 2022. Vol. 377 (6611). 66 p. DOI: [10.1126/science.abn7950](https://doi.org/10.1126/science.abn7950)
25. Russo S. et al. Magnitude of extreme heat waves in present climate and their projection in a warming world / Russo S. et al. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2014. Vol. 119. P. 1-13. <https://doi.org/10.1002/2014JD022098>.
26. Wilson L. et al. Climate Change Impacts for Ukraine / Wilson L., New S., Daron J., Golding N. 2021. Met Office. 34 p. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf
27. Copernicus – climate.copernicus.eu URL: https://climate.copernicus.eu/ES_OTC (дата звернення: 08.11.2024).
28. iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Atm_Circulation/index.html URL: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/> (дата звернення: 10.11.2024).
29. Provisional State of the Global Climate – WMO. URL: <https://wmo.int/resources/publication-series> дата звернення: 16.11.2024).
30. wetter3.de/fax_dt.html URL: https://www.wetter3.de/fax_dt.html (дата звернення: 12.11.2024).