

«Клімат – це те, що ми очікуємо, погода – те, що отримуємо»  
Марк Твен

# НАУКОВА РОБОТА

на тему: **«МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ У ЗАКАРПАТТІ  
В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ (ФАКТИЧНИХ І ОЧІКУВАНИХ)»**

## АНОТАЦІЯ

на наукову роботу з теми:

### **«Максимальна температура повітря у Закарпатті в умовах змін клімату (фактичних і очікуваних)»**

Актуальність роботи зумовлена тим, що в останні десятиріччя проблема зміни клімату та її наслідки є одною з головних проблем розвитку світового співтовариства. Вона стосується не лише наукових, але й економічних та соціальних аспектів розвитку суспільства. Одним з головних проявів регіональних кліматичних змін на фоні глобального потепління є суттєве підвищення температури повітря. Такі зміни не оминули й України, але мають свої регіональні та локальні особливості, які виявляються у Закарпатті.

Метою даної роботи є дослідження динаміки максимальної температури повітря у Закарпатті (на прикладі Ужгорода) в умовах змін клімату, які вже відбулись, і які очікуються згідно деяких проєкцій змін клімату (RCP2.6, RCP4.5 і RCP8.5). Відповідно до поставленої мети було розв'язано наступні задачі: виявлено тенденції змін максимальної добової температури повітря та щорічного максимуму температури; проаналізовано статистичний розподіл максимальної температури повітря теплого періоду; виконано перевірку емпіричного розподілу щорічного максимуму температури на відповідність нормальному закону та визначено ймовірнісні характеристики; визначено повторюваність кількості днів з високою температурою та проаналізовано її динаміку; оцінено відхил від норми сценарних характеристик максимальної температури повітря.

У роботі досліджено часові зміни показників режиму максимальної температури повітря. Опрацьовано динаміку максимальної температури та її характеристик у XX і початку XXI сторіч. Проаналізовано очікувані зміни у часі максимальної температури повітря і кількості днів з високою температурою з 2021 по 2050 рр. за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 и RCP8.5.

Наукова робота в обсязі 30 сторінок складається з 2 розділів, висновків, переліку посилань з 29 джерел, містить 14 рисунків та 13 таблиць.

Ключові слова: *регіональні зміни клімату, максимальна температура повітря, динаміка показників максимальної температури, сценарії змін клімату*

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>1 СУЧАСНІ ТА ОЧІКУВАНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ УКРАЇНИ.....</b>	<b>5</b>
1.1 Характеристика глобальних змін клімату.....	5
1.2 Динаміка режиму температури повітря над територією України.....	7
<b>2 МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ У XX І ПОЧАТКУ XXI СТОЛІТЬ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Кількість днів з високою температурою.....	11
2.2 Часовий розподіл середнього максимуму температури повітря .....	14
2.3 Щорічний максимум температури повітря та його динаміка .....	17
2.4 Статистичний розподіл максимальної температури повітря теплого періоду та визначення теоретичних частот .....	20
2.5 Очікувані зміни температури повітря та кількість днів з високою температурою.....	24
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>29</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>31</b>

## ВСТУП

Зміни клімату є одною з найактуальніших проблем сучасності. Вивченню минулих, нинішніх і можливих змін клімату останнім часом приділяється велика увага, як в багатьох країнах світу, так і в Україні. При цьому для виявлення та оцінки змін клімату, зазвичай, використовують такі кліматологічні показники, як середні річні, середні місячні, екстремальні значення різних метеорологічних величин. Наразі провідною в проблемі змін клімату є оцінка динаміки максимальної температури повітря .

Максимальна температура є важливою ознакою температурного режиму і характеризується більшою мінливістю у часі та просторі, ніж середня. Всебічне дослідження максимальної температури повітря, як складової температурного режиму, в умовах глобальних змін клімату є особливо нагальною, бо її коливання призводять до змін погодних умов, що мають як сприятливий, так і несприятливий вплив на стан людини, довкілля, соціально-економічний розвиток країни.

У роботі досліджено часовий розподіл максимальної температури повітря протягом року на основі спостережень в Ужгороді (1946-2018 рр.), а також згідно зі сценаріями низького (RCP2.6), середнього (RCP4.5) та високого (RCP8.5) рівнів викидів парникових газів з 2021 по 2050 рр.. Виявлено тенденції змін максимальної добової температури повітря та щорічного максимуму, проаналізовано статистичний розподіл максимальної температури повітря теплого періоду, виконано перевірку емпіричного розподілу щорічного максимуму температури на відповідність теоретичному (нормальному) закону та визначено імовірнісні характеристики. Крім того, проаналізовано очікувані часові зміни максимальної температури повітря і кількості днів з високою температурою з за вказаними сценаріями.

Методи дослідження – фізико-статистичний та кліматичний аналіз.

# 1 СУЧАСНІ ТА ОЧІКУВАНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

## 1.1 Характеристика глобальних змін клімату

Клімат на нашій планеті змінюється і змінюється достатньо швидко – цього вже не заперечує ні один вчений. Міжурядова група експертів зі зміни клімату у своїй Четвертій оцінній доповіді підтвердила наявність неспинного потепління клімату практично у всьому світі [1]. А в своїй П'ятій доповіді МГЕЗК зазначає, що глобально усереднені, сукупні дані про температуру поверхні суші та океану за період 1880-2012 рр. (саме за цей період є чисельні, незалежно здобуті, масиви даних), визначені на основі лінійного тренду, свідчать про потепління вже на 0,85 °C (0,65-1,06 °C). Зростання температури відбувається нерівномірно по поверхні Землі. Максимальне підвищення температури відмічається у середніх і субполярних широтах Північної півкулі над континентами, де воно досягає 1,7 і 2,0 °C відповідно за століття [2]. Підвищується рівень моря, тануть льодовики і змінюється характер атмосферних опадів. Екстремальні метеорологічні явища стають більш інтенсивними і частими.

Хоча потепління не є рівномірним по всій планеті, тенденція до підвищення середньої глобальної температури повітря біля земної поверхні показує, що більше областей нагріваються, ніж охолоджуються. Так згідно «Глобального кліматичного огляду NOAA» 2019 р., з 1880 року загальна температура суші і океану підвищилась в середньому на 0,07 °C (0,13 °F) за десятиріччя; проте середня швидкість підвищення її з 1981 р. (0,18°C/0,32 °F) зросла, більше, ніж удвічі [3]. На карті NOAA Climate.gov, оснований на даних NCEI, виділено: зони, які нагрілись до 1 °F за останні 30 років, мають червоний колір, області, що охололи до 1 °F – сині, а місця, де недостатньо спостережень для розрахунку тенденції, – світло-сірі (рис. 1.1).

Всі 10 найтепліших років за всю історію спостережень припадає на період з 1998 року, а 9 з 10 – з 2005 року. 1998 рік – єдиний рік двадцятого

сторіччя, що все ще входить у десятку найтепліших років за всю історію спостережень. Впливає закономірність: за винятком 2011 року, коли кожен новий рік додається до історичних даних, він стає одним з 10 найтепліших за всю історію спостережень у той час, але у підсумку замінюється вікном «першої десятки» зсувається вперед у часі.

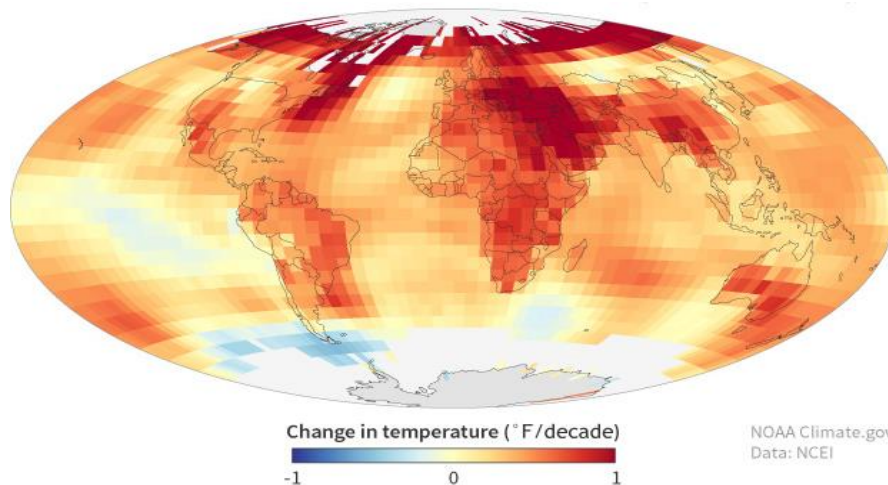


Рисунок 1.1 – Зміни середньої глобальної приземної температури з 1990 по 2019 рр. [3 ]

Основним висновком у П'ятій доповіді МГЕЗК є ствердження: надзвичайно імовірно (імовірність 95-100%), що антропогенний вплив на кліматичну систему був основною причиною потепління, яке спостерігається з середини ХХ-го століття [2].

На рис. 1.2 показано відхил глобальної середньої річної температури повітря біля поверхні Землі від середньої температури 20-го сторіччя, який свідчить про стале і досить суттєве підвищення температури.

Одним з наслідків потепління клімату є зростання кількості днів з аномально високою температурою. Вплив змін клімату на здоров'я людини різноманітне. Проте, одним з найбільших прямих впливів на здоров'я в результаті потепління клімату, як очікується, буде зростання серцево-судинних захворювань і захворювань дихальної системи та підвищення смертності від них [4].

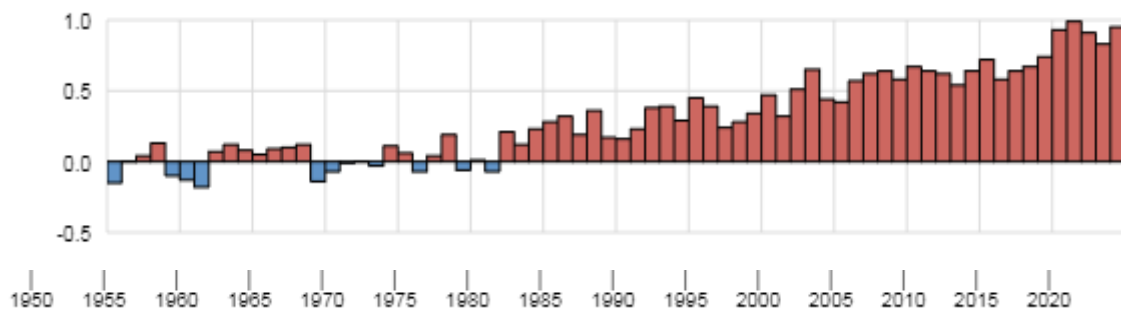


Рисунок 1.2 – Аномалії глобальної середньої температури повітря, ° С [3]

Хоча зміна клімату є глобальним явищем, її наслідки будуть поширюватись нерівномірно. Вчені згодні у тому, що перший і найпотужніший удар випробовуватимуть країни, які розвиваються, та острівні держави. Таким чином, зміни клімату можуть посилити проблеми в області охорони здоров'я, які вже мають серйозний характер, стосуються переважно саме цих країн і важко переборні.

Зміни клімату впливають на всі групи населення, але першочергові загрози для здоров'я варіюють у великому діапазоні в залежності від того, де і як живуть люди. Очікується, що найбільш важкими будуть наслідки для здоров'я людей похилого віку, а також для інвалідів і хворих людей. Групами населення, на які, по всій імовірності, ляже основна частина тягара хвороб, стануть діти і незаможні люди, особливо жінки. Основні хвороби, найбільш чутливі до змін клімату – діарея, трансмісивні хвороби, такі як малярія, та інфекції, пов'язані з нестачею їжі [5].

За висновками МГЕЗК Україна не входить до переліку найбільш вразливих до глобального потепління регіонів нашої планети. Проте зміни, що спостерігатимуться на території країни впродовж 21 ст. будуть досить суттєвими і впливатимуть на всі галузі життєдіяльності людини та стан довкілля.

## 1.2 Динаміка режиму температури повітря над територією України

Динаміка клімату України, як регіонального, значною мірою уособлює

характерні риси змін глобального клімату: він чутливий до змін глобального клімату, що підтверджується подібністю багаторічного ходу аномалії глобальної та регіональної температури повітря. Дослідження, проведені вченими країни за фактичними даними метеорологічних спостережень протягом ХХ століття, дозволили встановити ефект сезонно-географічного вирівнювання кліматичного поля приземних температур під впливом глобального потепління. За цей період потепліли, головним чином, північні регіони України в холодне півріччя. При цьому це потепління значно перевищує глобальний рівень, який практично співпадає з середнім для всієї території України. Найбільш інтенсивно збільшилась температура повітря в окремі зимові місяці у Поліссі і Лісостепу. Середня температура місяців теплого періоду або практично не змінилась, або трохи знизилась [6].

Зміна температури повітря на території України має регіональні особливості. І хоча на значній території країни за останні роки середня за рік температура підвищилась на  $0,8^{\circ}\text{C}$  порівняно з кліматичною нормою, проте, на північному сході ці зміни більш суттєві –  $1,2-1,4^{\circ}\text{C}$ , у той час як у південному регіоні та Карпатах вони становлять  $0,6^{\circ}\text{C}$ , а на Південному березі Криму температура повітря змінилась несуттєво (рис. 1.3).

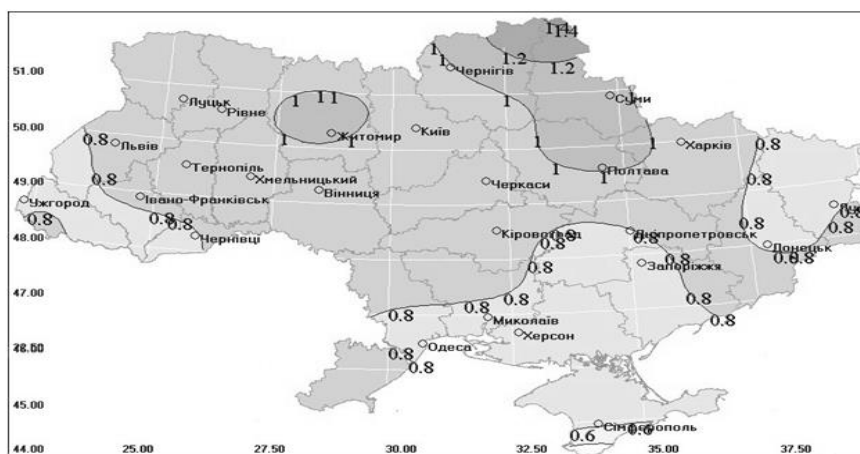


Рисунок 1.3 – Просторові особливості відхилення ( $^{\circ}\text{C}$ ) середньої за рік температури (1991-2013рр.) від кліматичної норми [7]

Слід зазначити, що швидкість потепління зростає. Якщо за період 1960-



2010 рр. швидкість зміни середньої, мінімальної та максимальної температури за рік становила приблизно  $0,3^{\circ}\text{C}/10$  років, то протягом 1981-2010 рр. вона прискорилась і дорівнювала вже в середньому  $0,5^{\circ}\text{C}$  за 10 років [8]. При цьому середня річна температура повітря відносно кліматичної норми (1961-1990 рр.) стала вищою на  $0,8^{\circ}\text{C}$  з 1991 по 2014 рр.. Найбільший вплив на зміни річної температури України мали літній та зимовий сезони: їх середня температура за останній період зросла на  $1,3$  та  $0,9^{\circ}\text{C}$  відповідно. При цьому суттєвіше підвищилась температура повітря у січні ( $2,3^{\circ}\text{C}$ ) та липні ( $1,4^{\circ}\text{C}$ ) [9].

Зростання середньої за рік та місяць температури повітря зумовлено збільшенням мінімальної та максимальної температури впродовж року. При цьому у холодний період відмічається суттєве зростання мінімальної температури, а в теплий – максимальної [10]. Значне зростання максимальної і мінімальної температури зумовило скорочення тривалості холодного періоду (5-28 днів), кількості морозних днів та пом'якшення суворості зими. Зменшується тривалість стійкого снігового покриву, а в останнє десятиріччя у деяких регіонах він не утворюється зовсім.

В Україні відмічається тенденція до подовження тривалості теплого періоду, який починається навесні на 15-20 днів раніше і закінчується восени на 1-6 днів пізніше. Збільшилась тривалість літнього періоду. Підвищення максимальної температури зумовило збільшення кількості спекотних днів, тривалості періодів з такою температурою та кількості їх. У багатьох регіонах збільшення кількості спекотних днів супроводжується підвищенням відносної вологості, тобто зростає кількість днів із задухою, яка несприятливо впливає на самопочуття та здоров'я людини [11].

Результати спостережень гідрометслужби країни свідчать, що середня річна температура повітря на більшій частині країни (за винятком півдня) протягом періоду з кінця XIX ст. до 2014 року підвищилася щонайменше на  $1,5^{\circ}\text{C}$ . У змінах температури можна виділити три періоди. Протягом першого (від початку спостережень приблизно до 1940 р.) температура зростала. У наступні чотири десятиліття (до 1980 р.) помітні зміни не

спостерігалися. Упродовж третього періоду, що розпочався в 1981 р., відбувається стрімке підвищення температури [11].

Дослідження МГЕЗК, показали, що зміна клімату України відбувається синхронно зі змінами глобального клімату, але з власними специфічними особливостями: у всі пори року, спостерігаються різкі перепади добової температури повітря у межах 10-15 °С протягом доби [11].

Дослідження, які проведені вченими під керівництвом В.Ф.Мартазиної [12,13], виявили, що часова неоднорідність у ході глобальної температури повітря, зумовлена деякими змінами в характері великомасштабної атмосферної циркуляції за останні 100 років. В результаті чого зима наприкінці століття стала дощовою і теплою, а літо – дощовим і прохолодним.

Зміни у циркуляційних процесах стали результатом змін глобального клімату, а це в свою чергу призводить до помітних змін клімату окремих регіонів. Так на Закарпатті (Рахівський район) протягом останніх десятиріч в цілому спостерігається стійке зростання температури повітря протягом року. Найбільші зміни в регіоні відмічаються влітку, у той час як в інших областях України температура максимально підвищилась взимку. При цьому у холодний сезон відмічається суттєве зростання мінімальної температури (на 1,0 °С), а теплий – максимальної (до 1,7 °С), як видно на рис. 1.4.

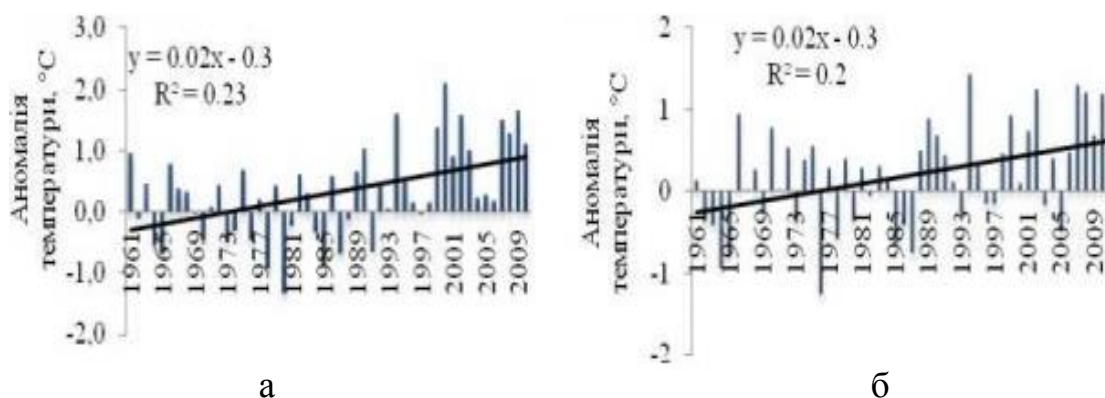


Рисунок 1.4 – Зміна щорічних екстремальних значень (а – максимальної та б – мінімальної) температури повітря (1991-2011 рр.) відносно кліматичної норми [14 ]

До середини ХХІ ст. зміни клімату, які спостерігались в Україні та на Закарпатті протягом останніх двадцяти років будуть продовжуватись. При збалансованому розвитку суспільства (сценарій А1В) у регіоні можна очікувати подальше підвищення як середньої, так і максимальної та мінімальної температури протягом усього року [14].

Своєчасне передбачення змін клімату наразі допоможе оцінити їх вплив на людину і природні системи, що буде сприяти розробці та прийняттю превентивних заходів, спрямованих на адаптацію та пом'якшення негативного впливу таких змін.

## **2 МАКСИМАЛЬНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ В УМОВАХ ЗМІН КЛІМАТУ У ХХ І ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТЬ**

### **2.1 Кількість днів з високою температурою**

Дослідження високих температур здійснюється, перш за все, на основі аналізу переходу температури через задані межі. За даними [4, 15, 16] температура повітря  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  вважається високою (дні з максимальною температурою в межах  $25,0-29,9^{\circ}\text{C}$  називають жаркими), а температура  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  – дуже високою (дні з такою температурою вважаються аномально жаркими або тропічними). У цьому дослідженні будемо дотримуватись саме таких формулювань.

Слід зазначити, що у визначенні цих понять нема одностайності. Так деякі російські автори високими вважають максимальні за добу температури повітря зі значеннями  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  будь-якої тривалості. Аномально жарка погода характеризується максимальною температурою  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  протягом 5 діб і більше. Сильна жара має ознаки: значення максимальної температури досягають  $35^{\circ}\text{C}$  і вище протягом 3 діб і більше [17].

Для території України максимальна температура повітря, що досягає в південних, південно-східних і східних областях 35°C та вище, є небезпечною, а температура  $\geq 40^\circ\text{C}$  – особливо небезпечною. В західних, північних, північно-східних областях небезпечною вважається температура 30°C та вище, а особливо небезпечною – температура 35°C та вище [18].

Саме такі перевищення найчастіше досліджуються вченими в Україні [19, 20, 21, 22, 23]. Аналізується тривалість періодів перевищення даних порогів (в днях та годинах), обчислюється ймовірність їх настання, визначаються та класифікуються синоптичні ситуації за яких вони спостерігаються.

Нами досліджено динаміку максимальної температури повітря в період з 1946 по 2018 рік на ст. Ужгород. У табл. 2.1 представлено ймовірність високої температури у місяці року, коли вона була зареєстрована, за весь доступний період спостереження (1946-2018 рр.), за період, прийнятий для визначення кліматичної норми (1961-1990 рр.), та решти років – 1991-2018 рр.

Таблиця 2.1 – Повторюваність (кількість днів) високої температури.

Фактичні дані за певні періоди

Градації, °C	Місяць							
	3	4	5	6	7	8	9	10
1961-1990								
25,0-29,9	0,07	0,8	5,9	10,4	13,1	13,1	5,8	0,3
30,0-34,9	-	-	0,4	2,6	4,4	3,8	0,2	-
35,0-39,9	-	-	-	-	0,03	-	-	-
1991-2018								
25,0-29,9	-	1,6	8,2	12,1	12,9	14,3	6,1	0,5
30,0-34,9	-	-	1,0	4,0	8,4	7,4	1,0	-
35,0-39,9	-	-	-	0,1	0,8	1,1	0,04	-
1946-2018								
25,0-29,9	0,03	1,2	6,9	11,6	13,1	13,6	6,3	0,3
30,0-34,9	-	-	0,6	2,9	6,1	5,1	0,7	-
35,0-39,9	-	-	-	0,03	0,3	0,5	0,01	-

Результати розрахунків показують, що жаркі дні з 1961 по 1990 рр. в Ужгороді спостерігались кожного року з травня по вересень, а починаючи з 1991 року – з квітня по вересень. Якщо у першому періоді найчастіше вони виявлялись у липні і серпні (в середньому 13,1 дні на рік), то в другому – у серпні (14,3 дні) і кількість їх в основному зросла (крім липня і березня).

Аномально жаркі дні спостерігались з травня по серпень з найбільшою повторюваністю у липні (причому у другий період вона майже вдвічі більша, ніж у перший).

Слід зазначити, що у серпні другого періоду можливі значення максимальної за добу температури повітря вище 35 °С кожного року, у червні та липні – 1 і 8 дні на 10 років відповідно, а жовтні – 4 дні на 100 років, тобто кількість їх порівняно з першим періодом зросла.

На рис. 2.1 для наочності наведено порівняння середньої кількості днів з досліджуваними температурами у два періоди. На рисунку добре видно переважання всіх градацій високої температури в останні роки відносно кліматичної норми.

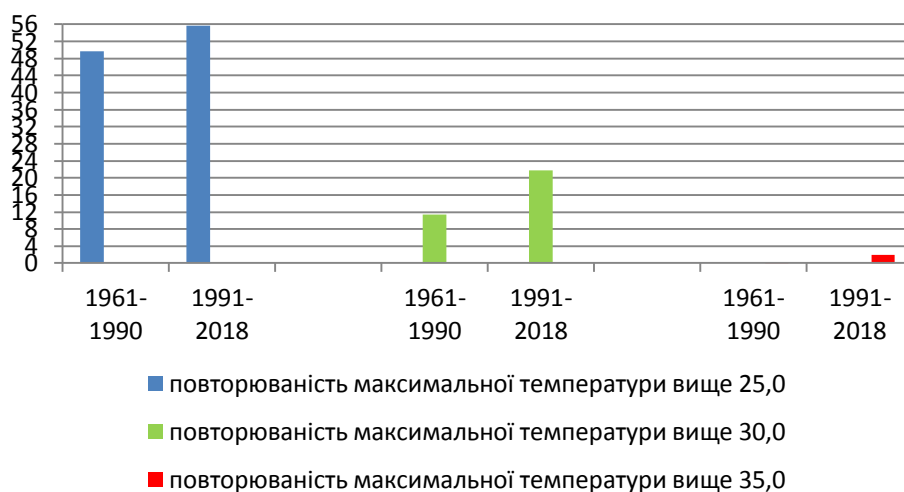


Рисунок 2.1 – Середня кількість днів з високою температурою

На рис. 2.2 представлено графік, на якому показано загальну кількість днів з температурою вище 30 і 35 °С, визначену в межах десятиліть.

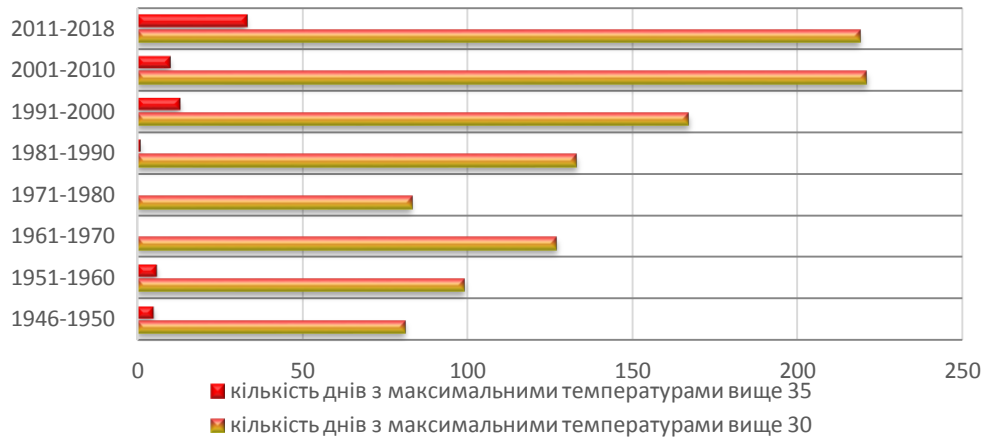


Рисунок 2.2 – Кількість днів з температурою вище 30 та 35°C

Отже, за останні три десятиліття простежується зростання кількості жарких і аномально жарких днів.

## 2.2 Часовий розподіл середнього максимуму температури повітря

Максимальна температура повітря визначається головним чином синоптичними процесами. У теплий період року висока температура повітря формується у стаціонарних антициклонах, розміщених над півднем Європейської частини Росії і України та Чорним морем. У холодний період року значне потепління зумовлено адвекцією теплих повітряних мас, особливо з Середземного моря.

Режим максимальної температури можна характеризувати середнім максимумом, середнім з абсолютних максимумів та абсолютним максимумом. Середній максимум температура повітря характеризує найспекотливішу частину доби. У цей час відбувається найінтенсивніший турбулентний теплообмін, тому мікрокліматичні умови впливають на максимальну температуру менше ніж на мінімальну. Розраховується цей показник як середнє зі щоденних максимальних значень температури повітря.

У табл. 2.2 представлено середній максимум для всіх місяців року за стандартний кліматичний період (1961-1990 рр.) і останні майже три

десятиріччя (1991-2018 рр.) та різниці між ними. З наведеної таблиці випливає, що найвищі значення найбільш імовірних денних температур повітря останнім часом спостерігаються у серпні (27,5 °C), а найнижчі – у січні (1,7 °C). І майже у всі місяці року середній максимум температури повітря відносно кліматичної норми підвищився.

Таблиця 2.2 – Середній максимум температури повітря (°C) за різні періоди та відхил його відносно норми

Період	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1961-1990 (I)	0,5	3,6	9,4	16,1	21,2	23,9	25,6	25,2	21,2	15,5	7,9	2,5
1991-2018 (II)	1,7	4,0	10,1	17,2	22,3	25,3	27,4	27,5	21,7	15,4	9,0	2,7
Аномалія (II-I)	1,2	0,4	0,7	1,1	1,1	1,4	1,8	2,3	0,5	-0,1	1,1	0,2

Для наочності на рис. 2.3 представлено різниці між середнім максимумом температури за останні майже тридцять років і стандартною кліматичною нормою протягом року. За період 1991-2018 рр. в Ужгороді середній максимум у всі місяці року (крім жовтня) перевищує норму від 0,2 °C (грудень) до 2,3 °C (серпень).

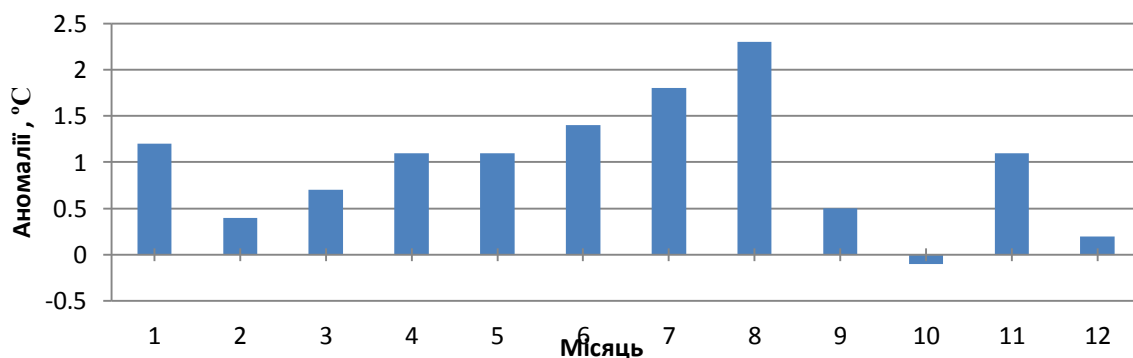
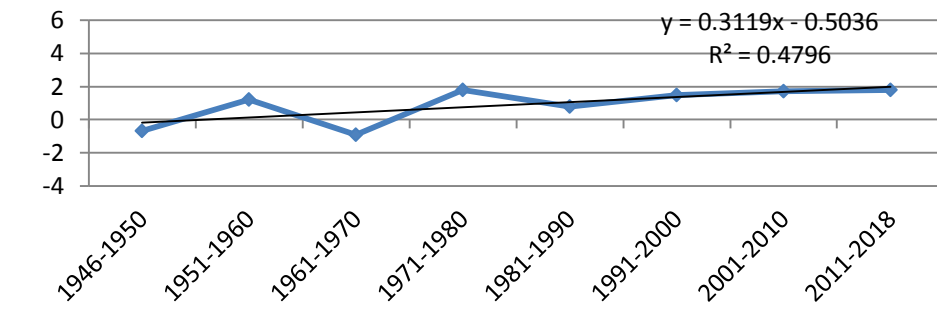
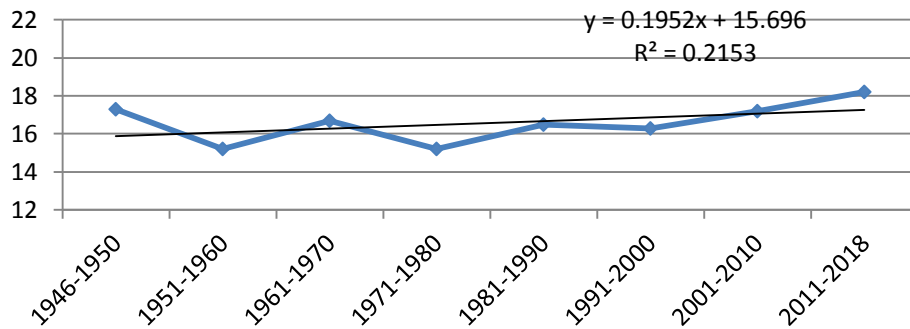


Рисунок 2.3 – Аномалії середнього максимуму температури повітря (°C) за 1991-2018 рр. відносно норми

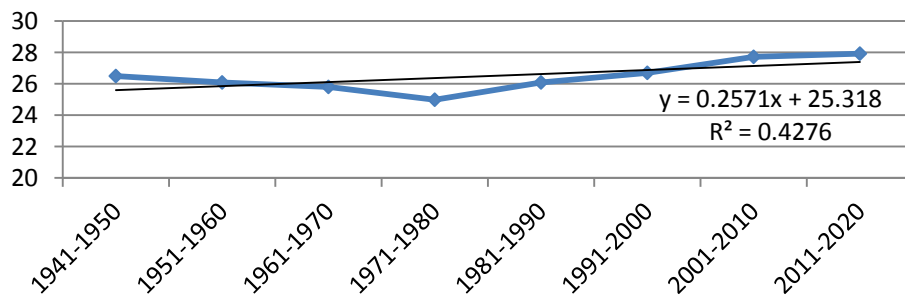
На рис. 2.4 показано зміну у часі максимальної добової температури повітря, осередненої по десятиріччях (середнього максимуму) на станції за доступний період спостережень та визначено лінійний тренд і його рівняння.



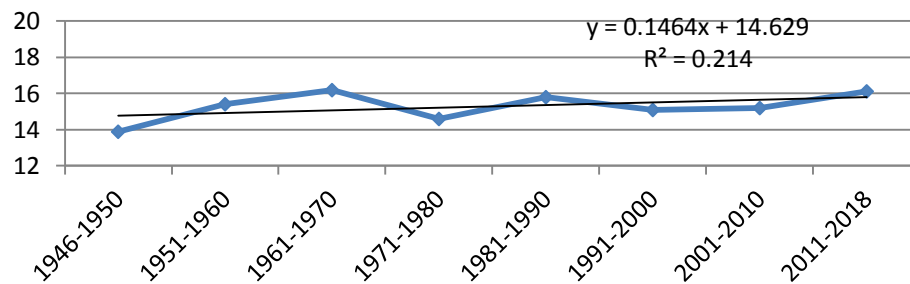
Січень



Квітень



Липень



Жовтень

Рисунок 2.4 – Часовий хід максимальної добової температури повітря (°C), осередненої по десятиріччях



Аналіз наведеного рисунку дозволяє зробити наступні висновки. Взимку від одного десятиріччя до іншого чітко прослідковується тенденція на зростання середнього максимуму температури з середньою швидкістю  $0,31\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  років. Влітку в Ужгороді спостерігається загальна тенденція на зростання середнього максимуму температури, особливо, починаючи з 70-их років минулого століття і до сьогоднішнього часу (з  $25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $27,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) зі швидкістю  $0,26\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  років. У перехідні сезони підвищення уповільнюється до  $0,21\text{ }^{\circ}\text{C}/10$  років.

За даними Світличного О.О. коефіцієнт лінійного тренду середньої максимальної добової температури в середньому за літо в Одесі становив  $0,77\text{ }^{\circ}\text{C}/100$  років, а найбільшої з добових максимумів –  $1,17\text{ }^{\circ}\text{C}/100$  років [24].

Отже, з кінця ХХ ст. і початку ХХІ ст. в Ужгороді чітко простежується зростання середнього максимуму температури повітря, причому найбільшим воно є у літні місяці, хоча в цілому по території країни багато досліджень свідчать про більше зростання її взимку.

### 2.3 Абсолютний максимум температури повітря та його динаміка

Найвища температура повітря, зафіксована за весь період спостережень на станції, або якийсь певний період, є абсолютним максимумом температури повітря.

Абсолютний максимум температури повітря і значення, наближені до нього, спостерігаються дуже рідко. Максимальна температура повітря, яка спостерігалась протягом досліджуваного нами періоду в Ужгороді, піднімалась до найвищої позначки  $38,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  у липні 1952 року.

У річному ході найвищі значення максимальної температури повітря ( $35\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) у більшості випадків на території країни спостерігається у літні місяці (червень-серпень), в окремі роки внаслідок аномального розвитку синоптичних процесів – у травні, вересні.

У табл. 2.3 представлено найвищі значення максимальної добової температури повітря  $t_{доб}$  у кожному місяці року, які спостерігались під час досліджуваного періоду, і вказано коли це відбулось.

Таблиця 2.3 – Найвищі значення максимальної добової температури повітря (°C) протягом року. 1946-2018 рр.

Показник	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$t_{доб}$	13,3	17,2	25,4	29,7	33,4	35,0	38,6	38,4	36,0	26,1	23,4	15,6
Рік	1975	1989	1974	2013	2003	2002	1952	1952	2015	2010	2018	1989

Цікаво, що абсолютний максимум температури в окремі місяці відзначався, починаючи з 1974 року, тобто приблизно з середини сімдесятих років, саме з цього часу у Північній півкулі потепління стало відбуватись з більшою інтенсивністю, ніж у попередні роки і триває до теперішнього часу [25]. Винятком стали лише два літні місяці – липень і серпень 1952 року.

Ще одним показником екстремальної температури повітря є щорічна максимальна температура. На рис. 2.5 показано зміну найвищої річної температури повітря в Ужгороді за доступний період спостережень та визначено лінійний тренд і його рівняння. Отже, часовий режим щорічного максимуму має додатний тренд, що характеризує підвищення максимальної температури з часом (приблизно на 0,3 °C/10 років).

Побудований ступеневий тренд характеризується доволі великою зміною щорічного максимуму: температура зростає на 1,6 °C.

Слід зазначити, що згідно досліджень, проведених в монографії [26], підкреслюється, що максимальна температура у західних областях та на крайньому північному сході знижується у 1961-2000 рр. порівняно з періодом 1961-1990 рр., і пояснюється це зміною циркуляційних умов – почастищенням надходження вологого морського повітря з Атлантики та холодних північних повітряних мас.

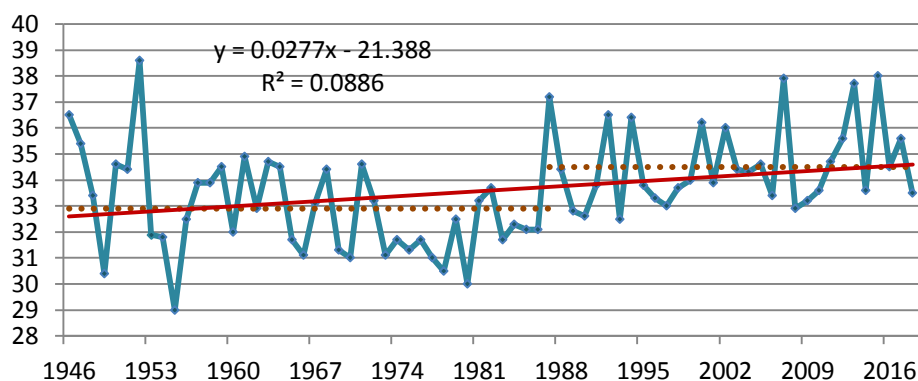


Рисунок 2.5 – Часовий хід щорічного максимуму температури повітря, °С

Найпоказовішою характеристикою максимальної температури повітря вважається середній із абсолютних максимумів температури, що характеризує максимальну температуру повітря, яка може спостерігатися щорічно. І визначається він шляхом осереднення щорічних найвищих значень максимальної температури. У табл. 2.4 представлено середній із абсолютних максимумів температури для всіх місяців року за весь досліджуваний період (1946-2018 рр.), за стандартний кліматичний період (1961-1990 рр.) і останні майже три десятиріччя (1991-2018 рр.) та різниці значень цього показника у другому і першому періодах.

Таблиця 2.4 – Середній із абсолютних максимумів температури повітря (°С) за різні періоди та відхил його відносно норми

Період	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1946-2018	8,0	10,8	18,3	24,4	28,4	31,0	32,8	32,4	28,5	23,2	16,5	10,2
1961-1990 (I)	7,7	10,6	18,2	24,0	27,9	30,4	32,1	31,1	28,0	23,2	15,9	9,7
1991-2018 (II)	8,6	11,4	18,7	25,2	29,3	32,0	33,8	33,7	28,7	23,7	17,2	10,1
Різниця (II-I)	0,9	0,8	0,5	1,2	1,4	1,6	1,7	2,6	0,7	0,5	1,3	0,4

З табл. 2.4 випливає, що з 1991 по 2018 рр. значення середнього з абсолютних максимумів температури відносно кліматичної норми у всі місяці року зросли: від 0,4 (грудень) до 2,6 °С (серпень), причому найбільше у літній сезон. Найвище значення абсолютного максимуму температури, можливе в Ужгороді щорічно, становить 33,8 °С у липні.

Дані моніторингу сучасного клімату України до 2010 року, представлені в [27] теж вказують на те, що в останні роки ХХ ст. та на початку ХХІ ст. тенденція підвищення температури повітря до екстремальних значень посилилась.

#### 2.4 Статистичний розподіл максимальної температури повітря теплого періоду та визначення теоретичних частот

Для більш детального аналізу зміни максимальної за добу температури повітря з часом у теплий період (травень-вересень) нами побудовано графіки (рис. 2.6), які демонструють емпіричний розподіл цієї температури в першій та останній роки обраного ряду спостережень в Ужгороді.

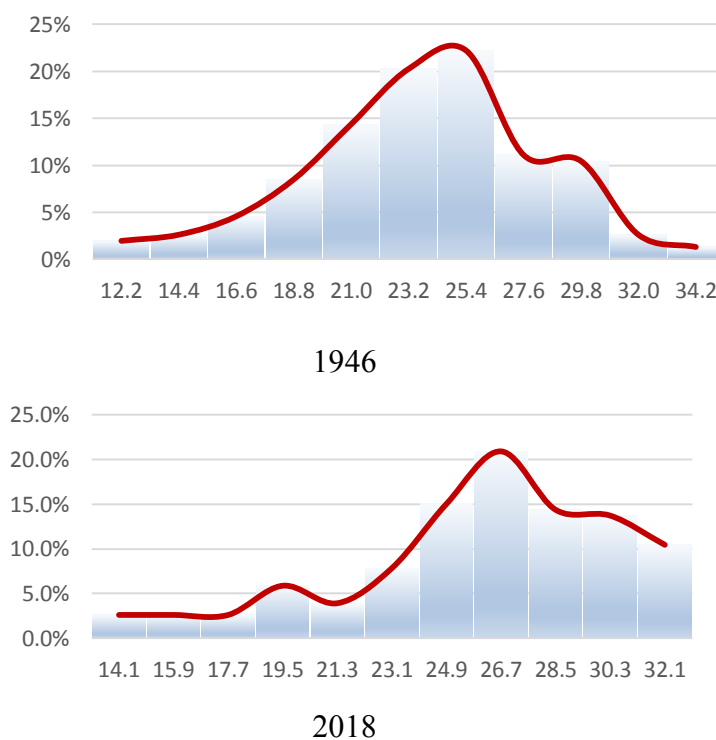


Рисунок 2.6 – Емпіричний розподіл максимальної добової температури у теплий період в початковому та кінцевому роках вибірки

Слід зазначити, що емпіричний розподіл добової максимальної температури змінився впродовж періоду, який досліджувався (рис. 2.6).

Відбувся зсув нижньої межі емпіричного розподілу в бік більш високих значень, а верхньої межі – в бік нижчих значень, причому друге модальне значення в області більш високих значень температури перевищує аналогічне у першому році. Цікаво, що у 2018 році 95% всіх значень максимальної добової температури протягом теплого періоду мали значення нижче 32,6 °С, а у 1946 – нижче 31,4 °С; медіана зросла з 25,2 до 27,6 °С.

Важливе значення мають імовірнісні характеристики, які широко використовуються в практиці обслуговування різних напрямів діяльності людини. Ці характеристики можна дістати на основі дослідження законів розподілу окремих метеорологічних величин або комплексних показників, які враховують їх вплив. Правильно підібрана теоретична функція розподілу дозволяє розв'язувати велику кількість задач, пов'язаних з діагнозом і прогнозом стану метеорологічних величин.

Виходячи з цього нами спочатку виконано перевірку на відповідність емпіричного розподілу щорічного максимуму температури повітря нормальному закону, щільністю ймовірності якого має вид

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left\{-\frac{(x-m_x)^2}{2\sigma_x^2}\right\},$$

де  $m_x$  і  $\sigma_x$  – параметри нормального закону: власне математичне сподівання і середній квадратичний відхил [28].

Перевірка нульової гіпотези проводилась за допомогою критерію Пірсона

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(m_i - \tilde{m}_i)^2}{m_i},$$

де  $m_i$  та  $\tilde{m}_i$  – емпірична та теоретична частоти відповідно,  $k$  – кількість часткових інтервалів (градацій).

При використанні критерію  $\chi^2$  необхідно, щоб частота (емпірична  $m_i$  і теоретична  $\tilde{m}_i$ ) у кожній градації була не менше 5. Градації, які мають частоту менше 5, об'єднуються з сусідніми. Далі  $\chi^2$  порівнюють з  $\chi_{кр}^2$ , яке залежить від числа ступенів волі  $\nu$  і рівня значущості  $\alpha$ . Число ступенів волі  $\nu$  розраховують за формулою  $\nu = k' - S - 1$ , де  $k'$  – кількість градацій після об'єднання,  $S$  - кількість параметрів, яким задається даний розподіл.

Для того, щоб зробити висновок про відхилення або прийняття нульової гіпотези, по довідкових таблицях необхідно визначити  $\chi_{кр}^2(\alpha, \nu)$ .

У табл. 2.5 наведено алгоритм проведення перевірки відповідності

Таблиця 2.5 – Перевірка на відповідність емпіричного розподілу щорічної максимальної температури повітря нормальному закону розподілу та визначення інтегральної повторюваності

$i$	Вихідні границі		$\tilde{x}_i$	$m_i$	Нові границі		$t_i$	$f(t_i)$	$\tilde{m}_i$	$\frac{(m_i - \tilde{m}_i)^2}{\tilde{m}_i}$	$p_i$ %	$P(X < x)$
	$x_{i-1}$	$x_{i+1}$			$t_{i-1}$	$t_{i+1}$						
1	29,0	30,0	29,5	1	-2,30	-1,80	-2,05	0,0488	1,8	0,13	2,5	100,0
2	30,0	31,0	30,5	3	-1,80	-1,30	-1,55	0,1200	4,4		6,1	97,5
3	31,0	32,0	31,5	12	-1,30	-0,80	-1,05	0,2299	8,4		11,7	91,4
4	32,0	33,0	32,5	11	-0,80	-0,30	-0,55	0,3429	12,5	0,18	17,3	79,8
5	33,0	34,0	33,5	19	-0,30	0,20	-0,05	0,3984	14,5	0,40	20,1	62,4
6	34,0	35,0	34,5	14	0,20	0,70	0,45	0,3605	13,2	1,34	18,3	42,3
7	35,0	36,0	35,5	3	0,70	1,20	0,95	0,2541	9,3		12,9	24,0
8	36,0	37,0	36,5	5	1,20	1,70	1,45	0,1394	5,1	0,50	7,1	11,1
9	37,0	38,0	37,5	3	1,70	2,20	1,95	0,0596	2,2		3,1	4,0
10	38,0	39,0	38,5	2	2,20	2,70	2,45	0,0198	0,7		1,0	1,0

емпіричного розподілу щорічної максимальної температури повітря нормальному закону. Рівень значущості  $\alpha$  задавався таким, що дорівнює 0,05,  $\nu = k' - 3$ . Таким чином,  $\chi^2 = 2,55$ ,  $\chi_{кр}^2 = 5,99$  (при  $\nu = 2$ ).

Порівняння розрахункових значень  $\chi^2$  з відповідними критичними значеннями його показало, що  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$ . Через це нульова гіпотеза приймається, тобто емпіричний розподіл щорічної максимальної температури повітря можна апроксимувати нормальним законом розподілу

На основі визначених теоретичних частостей нормального закону розподілу розраховані інтегральні повторюваності та побудовано криву інтегрального розподілу щорічної максимальної температури повітря вище заданої межі (рис. 2.7)

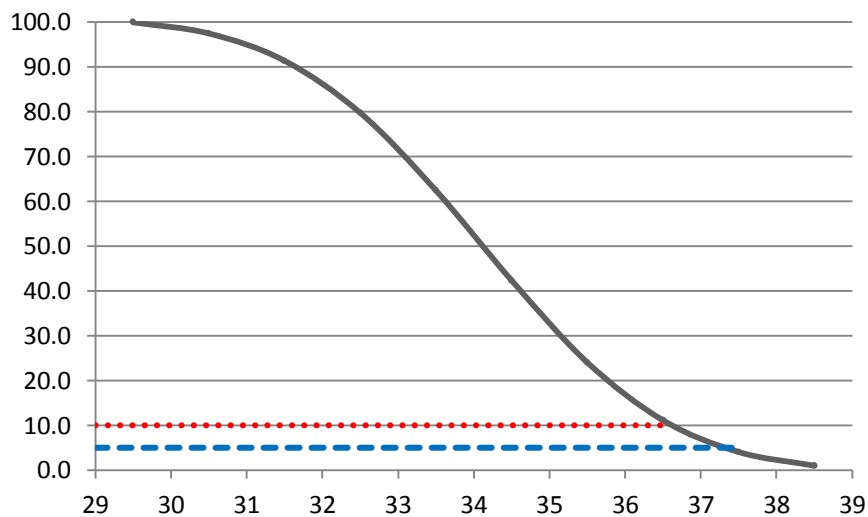


Рисунок 2.7 – Крива інтегрального розподілу щорічної максимальної температури повітря

А на основі побудованого графіка можна визначити імовірнісні характеристики. Найбільш важливими є значення щорічної максимальної температури повітря 5%-ної і 10%-ної забезпеченості (95-ий і 90-ий процентиль відповідно). Так, з імовірністю 5% (тобто 1 раз у 20 років) може спостерігатись максимальна річна температура вище 37,4 °С, а з імовірністю 10% (1 раз у 10

років) – вище 36,4 °С.

Проведене нами дослідження дозволяє зробити висновок, що динаміка максимальної температури повітря в Закарпатті значною мірою уособлює характерні риси змін глобального клімату.

## 2.5 Очікувані зміни температури повітря та кількості днів з високою температурою

Одним з головних проявів регіональних кліматичних змін в Україні на фоні глобальних процесів потепління, як вже згадувалось, є істотне підвищення температури повітря, зміна термічного режиму, збільшення кількості стихійних метеорологічних явищ і екстремальних погодних умов. Тому є актуальною оцінка очікуваних просторово-часових екстремальних проявів температурного режиму в Україні.

Для прогнозування змін кліматичної системи використовуються кліматичні моделі різних рівнів складності. Ці моделі розраховують зміни на основі набору сценаріїв антропогенних впливів. У П'ятій доповіді МГЕЗК використовувався новий набір сценаріїв, а саме: Репрезентативні траєкторії концентрацій (РТК або Representative concentration path – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 і RCP8.5). Вони відповідають різним майбутнім антропогенним емісіям парникових газів протягом ХХІ сторіччя. Відмінності в емісіях пов'язані з різноманітними можливими шляхами соціально-економічного розвитку світу. У стислому вигляді результати розрахунків, виконані в рамках 5-ої фази Проекту порівняння спільних моделей (ППСМ5) Всесвітньої програми досліджень клімату, наведено в табл. 2.6 [29]. Наведені тут показники є глобальними. Фактично очікується значна диференціація їх для різних регіонів.

У табл. 2.7 наведено очікувані значення середньої максимальної температури повітря за сценаріями RCP2.6, RCP4.5 CLMcom4, RCP4.5 MPI-CSC2, RCP4.5 SMHI5, RCP4.5-усереднений і RCP8.5 та результати їх порівнянь з кліматичною нормою для різних регіонів країни.



Таблиця 2.6 – Зміна середньої глобальної приземної температури (°C) по ансамблю моделей ППСМ5 відносно періоду 1986-2005 рр. [29]

Сценарій	2046-2065 рр.		2081-2100 рр.	
	Середня	Імовірний діапазон	Середня	Імовірний діапазон
RCP 2.6	1,0	0,4-1,6	1,0	0,3-1,7
RCP 4.5	1,4	0,9-2,0	1,8	1,1-2,6
RCP 6.0	1,3	0,8-1,8	2,2	1,4-3,1
RCP 8.5	2,0	1,4-2,6	3,7	2,6-4,8

В Ужгороді за сценарієм RCP2.6 середній максимум температури повітря зросте у всі місяці року (у липні – до 2,0°C), сценарієм RCP4.5 – з червня по лютий (крім березня), сценарієм RCP8.5 – вона зменшиться (найбільше у червні – на 3,2°C).

Таблиця 2.7 – Порівняння середнього максимуму температури повітря для різних сценаріїв з кліматичною нормою

Роки	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ужгород												
1961-1990	0,5	3,6	9,4	16,1	21,2	23,9	25,6	25,2	21,2	15,5	7,9	2,5
RCP2.6	1,0	3,9	10,3	17,5	21,8	24,8	27,6	26,5	22,3	16,7	9,3	2,8
Різниця	0,5	0,3	0,9	1,4	0,6	0,9	2,0	1,3	1,1	1,2	1,4	0,3
RCP4.5 CLMcom4	1,0	3,1	8,1	14,0	18,8	22,7	24,6	24	20,6	13,3	6,9	2,2
RCP4.5 MPI-CSC2	1,5	4,2	9,6	16,5	21,1	25,1	26,8	26,9	22,4	16,0	9,1	3,2
RCP4.5 SMHI5	2,3	4,6	9,7	14,8	19,2	24,2	27,6	26,9	22,1	15,0	9,2	4,0
RCP4.5- усер	1,6	4,0	9,1	15,1	19,7	24,0	26,3	25,9	21,7	14,8	8,4	3,1
Різниця	1,1	0,4	-0,3	-1,0	-1,5	0,1	0,7	0,7	0,5	-0,7	0,5	0,6
RCP8.5	-0,4	1,0	6,9	14,8	18,3	20,7	24,4	23,2	19,9	13,9	7,3	1,5
Різниця	-0,9	-2,6	-2,5	-1,3	-2,9	-3,2	-1,2	-2,0	-1,3	-1,6	-0,6	-1,0

Для наочності на рис. 2.8 представлено аномалії середнього максимуму температури повітря для всіх згаданих сценаріїв.

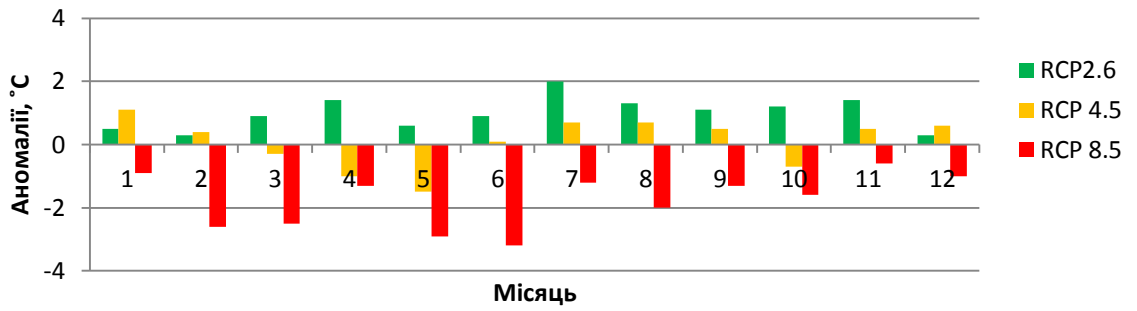


Рисунок 2.8 – Аномалії середнього максимуму температури повітря (°C) для різних сценаріїв відносно норми

На рис. 2.9 в якості прикладу наведено очікувану динаміку найвищої максимальної добової температури повітря у січні та липні з 2021 по 2050 рр. за сценарієм RCP2.6.

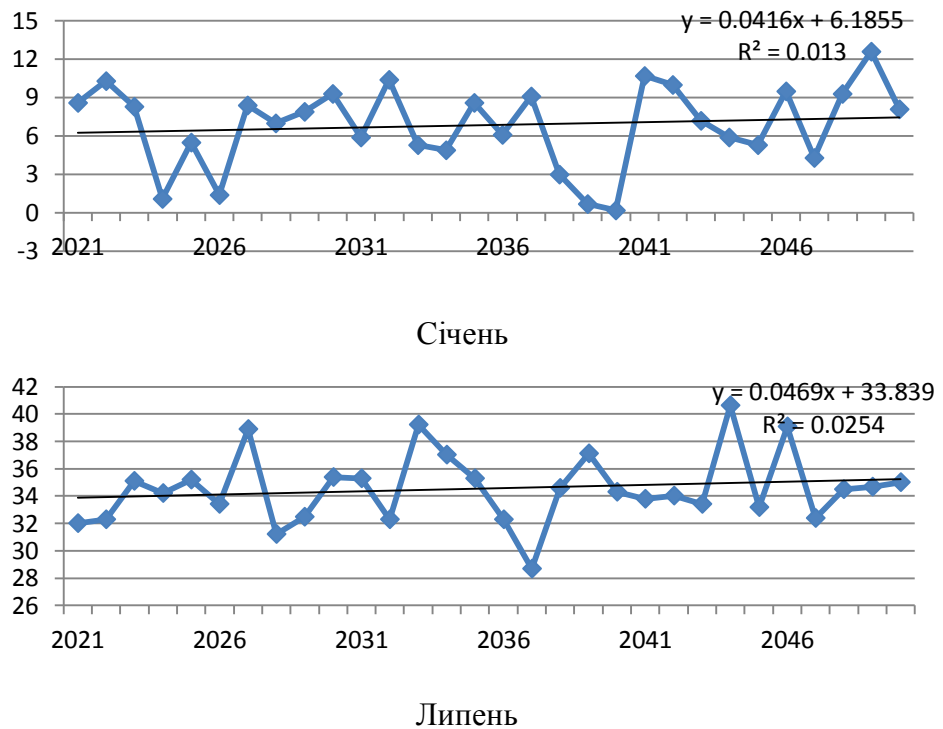


Рисунок 2.9 – Динаміка абсолютного максимуму температури повітря. 2021-2050 рр. RCP2.6

Визначений лінійний тренд, який характеризує динаміку цієї температури за тридцять років. Так в Ужгороді очікується підвищення максимальної добової

температури і взимку, і влітку зі швидкістю 0,41 і 0,46 °C/10 років відповідно.

Згідно проведених нами розрахунків на основі сценаріїв RCP2.6, RCP4.5 і RCP8.5 дні з температурою вище 25 °C на заході країни за всіма сценаріями очікуються щорічно з квітня по жовтень, але в окремі роки вони можуть спостерігатись у березні та листопаді, правда, всього по 1-2 випадки за 30 років (рис. 2.10, табл. 2.8). Найбільша кількість їх в середньому припадає на липень: 13-22 дні. З рисунку видно, що за сценарієм RCP2.6 на заході країни максимальна кількість днів з високою температурою можлива у всі місяці.

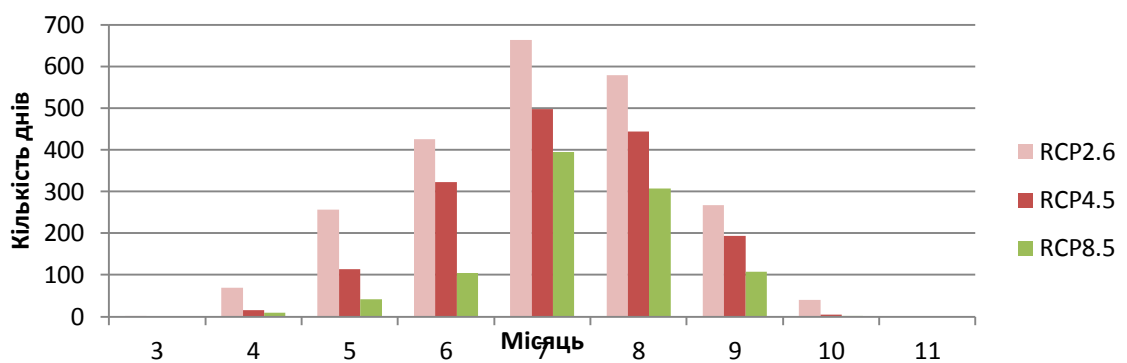


Рисунок 2.10 – Очікувана кількість днів з температурою  $\geq 25$  °C за різними сценаріями

Таблиця 2.8–Повторюваність кількості днів з високою температурою. RCP2.6

Градації, °C	Місяць									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
25,0-29,9	0,03	2,3	7,6	9,7	12,0	11,5	6,9	1,3	-	
30,0-34,9	-	0,03	0,9	4,3	8,0	6,6	1,8	-	-	
35,0-39,9	-	-	-	0,2	1,2	1,1	0,2	-	-	

Таблиця 2.9 – Повторюваність кількості днів з високою температурою. RCP4.5 com4

Градації, °C	Місяць								
	4	5	6	7	8	9	10	11	
Ужгород									
25,0-29,9	0,1	2,2	7,1	9,4	8,3	5,0	0,3	-	
30,0-34,9	-	0,1	1,5	3,4	3,1	0,7	-	-	
35,0-39,9	-	-	0,1	0,6	0,6	-	-	-	
40,0-44,9	-	-	-	0,03	-	-	-	-	

Таблиця 2.10 – Повторюваність кількості днів з високою температурою.

RCP4.5 MPI-CSC2

Градації, °C	Місяць								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25,0-29,9	-	1,2	6,4	11,3	13,0	11,8	6,7	-	-
30,0-34,9	-	-	0,4	3,9	6,8	6,8	2,4	-	-
35,0-39,9	-	-	-	0,3	0,5	1,2	0,3	-	-
40.0-44.9	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-

Таблиця 2.11 – Повторюваність кількості днів з високою температурою.

RCP4.5 SMH15

Градації, °C	Місяць								
	4	5	6	7	8	9	10	11	
25,0-29,9	-	1,4	9,4	10,5	9,5	6,3	0,2	-	
30,0-34,9	-	-	2,8	6,6	7,4	2,3	0,1	-	
35,0-39,9	-	-	0,3	2,4	2,1	0,03	-	-	
40.0-44.9	-	-	-	0,4	0,1	-	-	-	

Таблиця 2.12 – Повторюваність кількості днів з високою температурою.

RCP4.5-усереднений

Градації, °C	Місяць								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
25,0-29,9	-	0,4	3,3	9,3	11,0	9,9	6	0,2	-
30,0-34,9	-	-	0,2	2,7	5,6	5,8	1,8	0,03	-
35,0-39,9	-	-	-	0,2	1,2	1,3	0,1	-	-
40.0-44.9	-	-	-	-	0,1	0,07	-	-	-

Таблиця 2.13 – Повторюваність кількості днів з високою температурою.

RCP8.5

Градації, °C	Місяць								
	4	5	6	7	8	9	10	11	
25,0-29,9	0,3	1,3	3,4	10,7	8,6	3,6	0,03	-	
30,0-34,9	-	0,03	0,1	2,5	1,6	-	-	-	
35,0-39,9	-	-	-	-	-	-	-	-	

Якщо порівняти очікувані показники (табл. 2.8-2.13) з фактичними (табл.

2.1), то можна зазначити наступне. В Ужгороді за сценарієм RCP2.6, зазвичай, кількість днів з високою температурою за різними градаціями є вищою, за сценарієм RCP8.5 – нижчою, за сценарієм RCP4.5 – не так все однозначно. Таким чином, результати розрахунків за трьома сценаріями найчастіше суттєво різняться.

## ВИСНОВКИ

1. За останні майже три десятиліття простежується зростання кількості жарких і аномально жарких днів відносно кліматичної норми. Жаркі дні протягом цього періоду спостерігаються кожного року з квітня по вересень, аномально жаркі – з травня по серпень. У серпні зафіксовано найбільшу повторюваність днів з високою температурою.

2. Найвищі значення найбільш імовірних денних температур повітря останнім часом спостерігались у серпні (27,5 °C), а найнижчі – у січні (1,7 °C). І майже у всі місяці року середній максимум температури повітря відносно кліматичної норми підвищився.

3. Влітку і взимку від одного десятиріччя до іншого протягом досліджуваного періоду прослідковується тенденція на зростання середнього максимуму температури з середньою швидкістю від 0,26 до 0,31 °C/10 років.

4. Абсолютний максимум температури в окремі місяці відзначався, починаючи з 1974 року, тобто приблизно з середини сімдесятих років, саме з цього часу у Північній півкулі потепління стало відбуватись з більшою інтенсивністю, ніж у попередні роки і триває до теперішнього часу. Винятком стали лише два літні місяці – липень і серпень 1952 року.

5. Часовий режим щорічного максимуму характеризується додатним трендом з підвищенням цього показника з часом (приблизно на 0,3 °C/10 років). Побудований ступеневий тренд характеризується доволі великою зміною щорічного максимуму: температура зросла на 1,6 °C.

6. За останні роки значення середнього з абсолютних максимумів температури відносно кліматичної норми у всі місяці року зросли: від 0,4 (у грудні) до 2,6 °C (у серпні), причому найбільше у літній сезон. Найвище значення абсолютного максимуму температури, можливе в Ужгороді щорічно, становить 33,8 °C і спостерігається воно у липні.

7. Емпіричний розподіл щорічної максимальної температури повітря підпорядковується нормальному закону розподілу. З імовірністю 5% (тобто 1 раз у 20 років) може спостерігатись максимальна річна температура вище 37,4 °C, а з імовірністю 10% (1 раз у 10 років) – вище 36,4 °C.

8. Емпіричний розподіл максимальної температури в першій та останній досліджувані роки теплого періоду показав зсув модального значення і нижньої межі розподілу в бік більш високих значень, а верхньої межі – в бік нижчих значень.

9. Відхил очікуваного середнього максимуму температури повітря за 2021-2050 рр. відносно норми на заході країни за сценарієм RCP2.6 зросте у всі місяці року (у липні – до 2,0°C), RCP4.5 – з червня по лютий (крім березня), RCP8.5 – зменшиться (найбільше у червні – на 3,2°C).

10. За сценарієм RCP2.6 на заході країни максимальна кількість днів з високою температурою можлива в усі місяці. Результати розрахунків за трьома сценаріями найчастіше суттєво різняться.

Отже, процеси потепління клімату в Україні активізувались відносно кліматичної норми і у майбутньому вони будуть посилюватись. Зменшити масштаби наслідків цього явища (змін клімату) особливо для здорових людей все ще можна. Прийняття до уваги політичними лідерами країни наслідків змін клімату для здоров'я людей допоможе їм здійснити невідкладні заходи у цьому напрямку.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна/ О.Г.Шевченко та ін. – Myflaer, Київ, 2014. – 62 с.
2. Периоды сильной жары: угрозы и ответные меры. Серия: Здоровье и глобальное изменение окружающей среды, № 2. ВМО, 2005. – 122 с..
3. Lindsey R., Dahlman L. Climate Change: Global Temperatur/ «Climate Watch». August 14, 2020 <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-temperature>
4. Рудишина С. Ф. Высокие температуры воздуха на Украине/ С.Ф. Рудишина, В. Н. Бабиченко//Труды УкрНИГМИ. – 1971. – Вып. 98. – С. 53-61.
5. <http://www.who.int/world-health-day/en/>
6. Врублевська О.О., Катеруша Г.П.Клімат України та прикладні аспекти його використання. Навчальний посібник. Одеса: Вид. ТЕС, 2012. – 180 с.
7. Балабух В.О., Лавриненко О.М., Малицька Л.В. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні. Український гідрометеорологічний журнал, 2014, №14. С. 79-94.
8. Малицкая Л.В., Балабух В.А. Оценка изменения параметров термического режима климатической системы Украины/Сборник научных статей Международной научной конференции (Минск, 5-8 мая 2015 года). С. 135-136.
9. Балабух В. О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. (<http://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf>).
- 10.Бабиченко В. Н., Адаменко Т . И., Бондаренко З. С., Николаева Н. В., Рудишина С. Ф., Гущина Л. М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата. ([http://uhmi.org.ua/conf/climate\\_changes/presentation\\_pdf/oral\\_1/Babichenko\\_et\\_al.pdf](http://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf))

11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році. – К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. – 2016. – 350 с.
12. Мартазінова В.Ф., Іванова О.К. Сучасний клімат Київської області. – К.: АБЕРС, 2010. – 70 с.
13. Мартазінова В.Ф., Свєрдлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, её изменения и современное состояние// Тр. УкрНИГМИ, 1998. – Вып. 246. – С. 21-27.
14. Балабух В. О. Поточна та очікувана зміна клімату, її впливи та наслідки на території України, Закарпаття та Рахівського району. Резюме/Проект LOC-CLIM-ACT: Місцеві дії щодо впливу кліматичних змін. 2013. 5 с. [[https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2013/07/resume\\_climatechange\\_ukr.pdf](https://ucn.org.ua/wp-content/uploads/2013/07/resume_climatechange_ukr.pdf)]
15. Бабіченко В. М. Максимальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату/ В.М. Бабіченко, Н.В. Ніколаєва, С.Ф.Рудішина, Л. М. Гущина//Український географічний журнал. – 2010. – №3.
16. Температура воздуха на Украине /под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 398с
17. Волкова М.А., Чередыко О.А., Ивашкова О.А. Особенности формирования и социально-экономические последствия температурных рисков в Томской области // Вестник Томского университета. 2013. № 374. С. 180-187.
18. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие. Под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 224с.
19. Бабиченко В. Н Основные закономерности распределения температуры воздуха  $\geq 30^\circ$  на Украине/В. Н. Бабиченко, С. Ф. Рудышина // Труды УкрНИГМИ. – 1972. – Вып. 113. – С. 51-58.
20. Катеруша Г. П., Сафранов Т.А., Катеруша О.В. Тенденції змін максимальної температури повітря в Україні як фактор впливу на здоров'я населення// Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2020. – Вип. 33. – С. 8-21.



21. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: ТЕС, 2015. – 518 с.
22. Кліматичні ризики економіки України / За ред. Степаненка С.М., Польового А.М. Одеса: ТЕС, 2018. – 546 с.
23. Сафранов Т.А., Катеруша Г.П., Катеруша О.В. Можливий вплив змін температурного режиму на соціально-економічні умови в регіонах України. // Вісник ХНУ імені В.Н.Каразіна. Серія «Екологія». – 2018. – Вип. 19. – С. 19-29.
24. Светличный А. А., Ибрагимова М. С. К вопросу о современных изменениях климата Северо-Западного Причерноморья // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. – 2016. – Т. 21, вип. 1. – С. 22-41.
25. Клімат України. За редакцією В.М. Ліпинського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко / Видавництво Раєвського. – Київ, 2003. – 343 с.
- 26.9 Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень / В.І.Осадчий, В.М.Бабіченко, Ю.Б.Набиванець, О.Я.Скриник. 2013. – 256 с.
27. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату / Український географічний журнал, 2013. № 4. С. 32-39.
28. Школьный С.П., Гончарова Л.Д., Миротворська Н.К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації. – Одеса, 2000. – 419 с.
29. 10-Изменение климата, 2013 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата” [Редакторы: Стоккер Т.Ф., Д. Цинь, Дж. К. Платтнер, М. Тигнор, С. К. Аллен, Дж. Бошунг, А. Науэлс, Ю. Ся, В.Бекс и П. М. Мидглей]. МГЭИК. – Кембридж: Юниверсити Пресс, Кембридж, Соединенное Королевство и Нью-Йорк, США. 2013 г. –204 с. (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/>).