

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

Особливості формування температурного режиму
Північного Причорномор'я в умовах сучасних змін клімату

Виконала студентка 2 курсу групи МЗМ - 19
спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Чернишова Карина Сергіївна

Керівник к. геогр. н., доцент
Боровська Галина Олександрівна

Рецензент к. геогр. н., доцент
Коваленко Людмила Борисівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Метеорологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

“26” жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Чернишовій Карині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Особливості формування температурного режиму
Північного Причорномор'я в умовах сучасних змін клімату

керівник роботи Боровська Галина Олександрівна к. геогр. н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти № 124-С від 16 жовтня 2020 р.

2. Строк подання студентом роботи 7 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: Дані про температурний режим у Північному
Причорномор'ї протягом 2006-2019 рр. та модельні дані за сценаріями
RCP2.6 та RCP4.5 на період 2021-2050 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які
потрібно розробити):

Огляд літературних джерел за темою дослідження та аналіз багаторічного
температурного режиму Північного Причорномор'я.

Характеристика значень температури повітря протягом 2006-2019 рр. та їх
відхилення від кліматичної норми.

Розрахунок кількості днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря.

Виявлення синоптичних умов виникнення екстремальних температурних аномалій в
теплий та холодний періоди року.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових
креслень.) Рис. 2.1-2.5 – Річний хід середньомісячної температури повітря на станціях
Одеса, Херсон, Миколаїв, Білгород-Дністровський, Бердянськ; рис. 2.6,2.8,2.10 – Середнє
число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях на станціях Одеса,
Херсон, Миколаїв; рис. 2.7,2.9,2.11 – Річний хід середньодобової температури повітря на
станціях Одеса, Херсон, Миколаїв; рис. 2.12-2.16 – Річний хід мінімуму температури
повітря на станціях Одеса, Херсон, Миколаїв, Білгород-Дністровський, Бердянськ;
рис. 2.17-2.21 – Річний хід максимуму температури повітря на станціях Одеса, Херсон,
Миколаїв, Білгород-Дністровський, Бердянськ.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	26 жовтня 2020 р.	95	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
3.	<i>Аналіз значень температури повітря протягом 2006-2019 рр. та їх відхилення від кліматичної норми.</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
4.	<i>Розрахунок кількості днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря та огляд синоптичних умов в ці дні.</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
5.	<i>Рубіжна атестація</i>	16 – 21.11.2020	95	відмінно
6.	<i>Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в період 2021-2050 рр.</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
7.	<i>Визначення типових синоптичних умов, що сприяють утворенню температурних аномалій на досліджуваній території</i>	листопад-грудень 2020 р.	95	відмінно
8.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	7 грудня 2020 р.	95	відмінно
9.	<i>Оформлення магістерської роботи.</i>	10 грудня 2020 р.	95	відмінно
10.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.</i>	грудень 2020	95	відмінно
11.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	8-10.12.2020		
12.	<i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2020		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95	відмінно

Студент


(підпис)

Чернишова К.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Боровська Г.О.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Особливості формування температурного режиму Північного Причорномор'я в умовах сучасних змін клімату»

Автор: Чернишова К.С.

Актуальність: Підвищення температури повітря відмічається не лише біля земної поверхні, а й у нижній тропосфері, супроводжується ростом вологовмісту і приводить до збільшення інтенсивності термічної конвекції та конвективних явищ погоди. Саме тому актуальним є дослідження часової мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах.

Метою даної роботи є дослідження мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах в Північному Причорномор'ї.

Для реалізації поставленої мети вирішувались такі завдання:

- створити базу даних середньорічних, середньомісячних та середньодобових значень температури, а також добової амплітуди температури повітря, тривалості безморозного періоду, максимальної та мінімальної температури повітря за 2006–2019 рр. в Північному Причорномор'ї (Одеса, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Херсон, Миколаїв, Бердянськ);
- обчислити відхилення значень температури повітря від кліматичної норми;
- визначити повторюваність днів з екстремальними значеннями середньодобової температури та синоптичні умови їх виникнення за період дослідження;
- проаналізувати майбутні зміни температури повітря в умовах сучасних змін клімату за двома сценаріями розвитку RCP2.6 та RCP4.5.

Об'єкт дослідження - температурний режим в Північному Причорномор'ї протягом 2006–2019 рр.

Предмет дослідження - умови формування температури повітря в містах Північного Причорномор'я обумовлені сучасними змінами регіонального та глобального клімату.

Методи дослідження – фізико-статистичний, кліматичний та синоптичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів. У даній роботі вперше розраховано середньорічні, середньомісячні та середньодобові значення температури, а також добової амплітуди температури повітря, тривалості безморозного періоду, максимальної та мінімальної температури повітря за 2006–2019 рр. для території Північного Причорномор'я, а також проведено їх аналіз та встановлено синоптичні умови, що сприяли розвитку температурних аномалій даного регіону.

Практичне значення отриманих результатів. Розраховані характеристики та індекси екстремальності температур можуть бути використані для ефективного вирішення проблем з адаптації території Північного Причорномор'я до майбутніх змін клімату та пом'якшення їх наслідків.

Магістерська робота в обсязі 93 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 27 джерел, додатку, містить 59 таблиць та 46 рисунків.

Ключові слова: індекси екстремальності, Північне Причорномор'я, глобальне потепління, аналіз температурного режиму, сценарії RCP2.6 та RCP4.5

Summary

Theme: "Peculiarities of the formation of the temperature regime of the Northern Black Sea coast in the conditions of modern climate change"

Author: Chernyshova K.S.

Relevance: The increase in air temperature is observed not only near the earth's surface, but also in the lower troposphere, is accompanied by an increase in moisture content and leads to an increase in the intensity of thermal convection and convective weather phenomena. That is why it is important to study the temporal variability of air temperature in modern climatic conditions.

The aim of this work is to study the temporal variability of air temperature in modern climatic conditions in the Northern Black Sea coast.

To achieve this goal, the following tasks were solved:

- create a database of average annual, average monthly and daily average values of temperature, as well as daily amplitude of air temperature, duration of frost-free period, maximum and minimum air temperature for 2006–2019 in the Northern Black Sea Coast (Odessa, Black Sea, Belgorod-Dniester, Kherson, Nikolaev, Berdyansk);
- calculate the deviation of air temperature values from the climatic norm;
- determine the frequency of days with extreme values of average daily temperature and synoptic conditions of their occurrence during the study period;
- analyze future climate change under the two development scenarios RCP2.6 and RCP4.5.

The object of research is the temperature regime in the Northern Black Sea Coast during 2006-2019.

The subject of the research is the conditions of air temperature formation in the cities of the Northern Black Sea coast due to modern changes in the regional and global climate.

Research methods - physical-statistical and climatic analysis.

Scientific novelty of the obtained results. In this work, for the first time, the average annual, average monthly and average daily values of temperature, as well as daily amplitude of air temperature, duration of frost-free period, maximum and minimum air temperature for 2006–2019 for the Northern Black Sea region are calculated, and their synoptic conditions that contributed to the development of temperature anomalies in the region.

The practical significance of the results. The calculated characteristics and indices of temperature extremity can be used to effectively solve the problems of adaptation of the Northern Black Sea region to future climate change and mitigation of their consequences.

The master's thesis in the amount of 93 pages consists of 4 sections, conclusions, a list of references from 27 sources, an appendix, contains 59 tables and 46 figures.

Keywords: extremity indices, Northern Black Sea coast, global warming, temperature analysis, scenarios RCP2.6 and RCP4.5

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	9
1.1 Фізико-географічний опис регіону.....	9
1.2 Кліматична характеристика.....	10
2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я.....	13
2.1 Середньомісячна та річна температура повітря	13
2.2 Добова амплітуда температури повітря.....	21
2.3 Річний мінімум температури повітря.....	35
2.4 Річний максимум температури повітря.....	49
3 ІНДЕКСИ ЕКСТРЕМАЛЬНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ	56
3.1 Аналіз індексів екстремальних температур повітря	58
3.2 Синоптичні умови, що сприяють утворенню температурних аномалій на досліджуваній території.....	60
4 АНАЛІЗ МАЙБУТНІХ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ЗА СЦЕНАРІЯМИ RCP2.6 ТА RCP4.5.....	67
4.1 Зміни максимуму температури повітря на період 2021-2050 рр.....	69
4.2 Зміни середньомісячної температури повітря на період 2021-2050 рр.....	75
ВИСНОВКИ.....	81
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	83
ДОДАТОК А Розрахунок індексів SU, TR, ID та FD.....	86

ВСТУП

Глобальне потепління впливає на екстремальні кліматичні умови, в свою чергу збільшуючи повторюваність виникнення аномальних екстремальних явищ погоди, наприклад, спека, хвилі тепла, град, смерч або повені.

В останні десятиріччя на нашій планеті, в Європі і в Україні також спостерігається стійка тенденція до зростання кількості та інтенсивності небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ. Так, за даними міжнародного Центру досліджень стихійних катастроф, протягом останніх десятиріч їх кількість збільшилась більш ніж у 4 рази: з 1,5 тис у 70-ті роки 20ст. до 6 тисяч в 90-і. За останнє десятиріччя в світі було зареєстровано рекордно велику кількість стихійних катастроф від яких потерпіло біля 2,7 млрд. чоловік, тобто більше третини населення планети.

Причиною збільшення повторюваності та інтенсивності небезпечних явищ та стихійних гідрометеорологічних явищ є зміна атмосферної циркуляції та умов формування цих явищ, яка простежується з середини 70-х років ХХст. Сила і вплив різних чинників на формування явищ погоди також змінилися, і це привело до варіації їх у часі та просторі.

Підвищення температури повітря відмічається не лише біля земної поверхні, а й у нижній тропосфері, що призводить до збільшення інтенсивності термічної конвекції та конвективних явищ погоди, які в свою чергу набувають більших масштабів та завдають більших збитків як природі так і людству. Серед явищ погоди, що суттєво впливають на життєдіяльність людини – гроза, злива, град, шквал, смерч. Саме вони зумовлюють основну частину збитків і в Україні [1].

Оскільки головним чинником, що впливає на інтенсивність конвекції є температура повітря, то її зміна впливає на зміну інтенсивності конвекції і, відповідно, на інтенсивність та повторюваність конвективних явищ погоди. Не викликає сумнівів що протягом останніх п'ятдесяти років температура повітря в Україні зростала і стала вищою в усі сезони і в цілому за рік. Середня річна температура повітря за останні двадцять років (1991- 2010 рр.) виросла на 0,8°C відносно кліматичної норми [2].

Саме тому актуальним є дослідження часової мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах.

Метою даної роботи було дослідження часової мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах в Північному Причорномор'ї.

Для реалізації поставленої мети вирішувались такі завдання:

- створити базу даних середньорічних, середньомісячних та середньодобових значень температури, а також добової амплітуди температури повітря, тривалості безморозного періоду, максимальної та мінімальної температури повітря за 2006–2019 рр. в Північному Причорномор'ї (Одеса, Чорноморськ, Білгород-Дністровський, Херсон, Миколаїв, Бердянськ);

- обчислити відхилення значень температури повітря від кліматичної норми;

- визначити повторюваність днів з екстремальними значеннями середньодобової температури та синоптичні умови їх виникнення за період дослідження;

- проаналізувати майбутні зміни клімату за двома сценаріями розвитку RCP2.6 та RCP4.5.

Загальна методика дослідження полягала у аналізі мінливості температурного режиму Північного Причорномор'я в умовах сучасних змін клімату, а також майбутніх змін температур за сценаріями RCP2.6 та RCP4.5, розрахунку індексів екстремальності температури повітря та визначенні синоптичних умов їх виникнення.

Кваліфікаційна магістерська робота складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань, додатків, містить 59 таблиць та 46 рисунків.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Як вихідна інформація використовувались дані регулярних спостережень за температурою повітря на зазначених станціях, які отримані з архівної інформації сайту gr5.ru [3] та дані Кліматичного Кадастру України [4].

1.1 Фізико-географічний опис регіону

Північне Причорномор'я (рис. 1.1) – регіон України, розташований на узбережжі Чорного моря. Включає в себе Одеську, Миколаївську та Херсонську області.

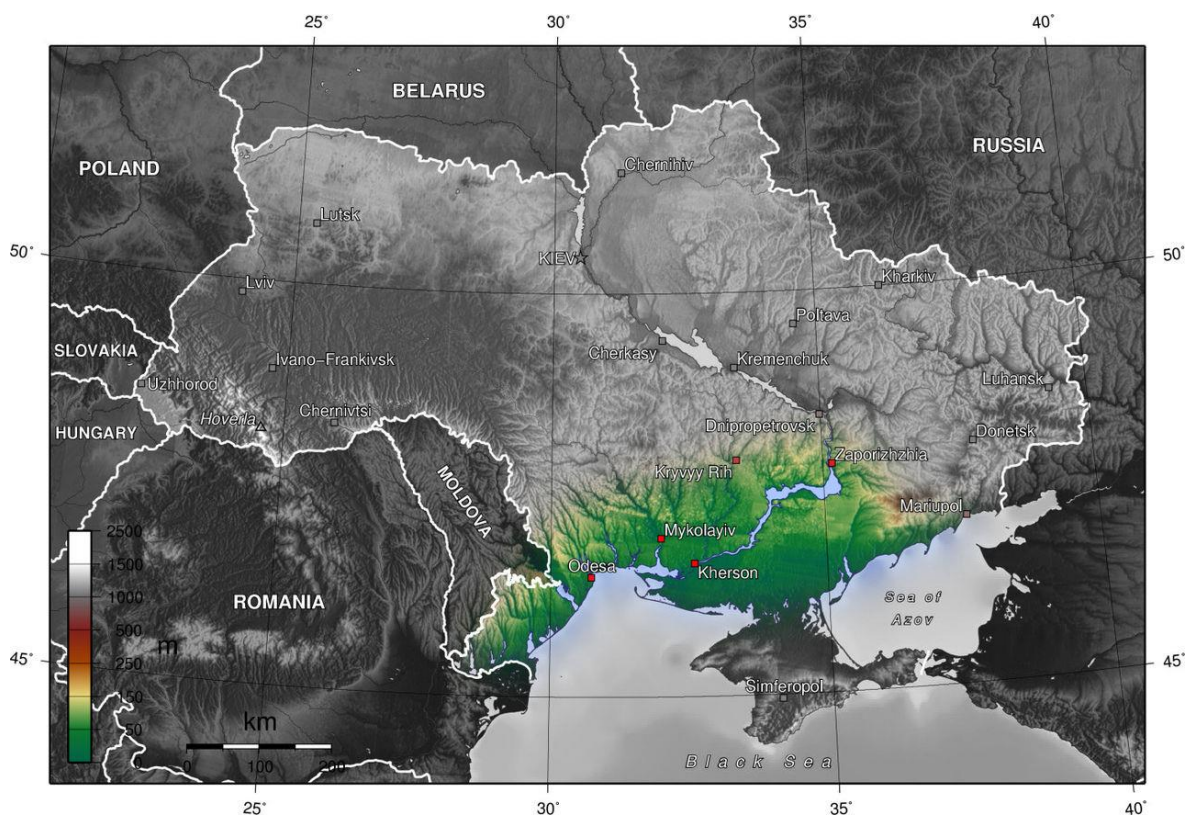


Рисунок 1.1 – Карта України (Північне Причорномор'я)

Основну площу даної території займає Причорноморська низовина, на півночі розташовуються відроги Придніпровської та Подільської височин, на південному заході – Центрально-молдавської рівнини. Височинна частина досить розчленована річковими долинами, ярами та балками. На півдні Причорноморської низовини розповсюджені поди (або степові блюдця) - неглибокі овальні зниження з пласким дном.

Даний регіон бідний на корисні копалини. Наявні невеликі запаси бурого вугілля, калійна сіль, графіти, торф, будівельні матеріали, також мінеральні джерела.

Головні річки: Дунай, Дністер з притокою Кучурган, Південний Буг з притоками Савранкою і Кодимою. В заплавах Дунаю та Дністра багато озер: Кагул, Ялпуг, Катлабуг, Китай, Кугурлуй, Саф'ян. Багато лиманів.

Територія знаходиться у степовій зоні. З ґрунтів на півночі переважають південні малогумусні чорноземи. На півдні вони переходять у чорноземи південні солонцюваті, а ще далі на південь — каштанові солонцюваті. Лісів досить мало. На Лівобережжі Дніпра смугою до 140 км простягаються Олешківські піски. Тут переважають дерново-піщані та глинисто-піщані ґрунти [5].

1.2 Кліматична характеристика

Клімат помірно-континентальний з рисами субтропічного, з м'якою зимою, відносно затяжною весною, теплим і довгим, нерідко дуже спекотним, літом, а також довгою та теплою осінню (рис. 1.2). За класифікації Кеппена [6] — вологий континентальний (Dfb), близький до субтропічного (Cfa).

Середньорічна температура повітря становить +10,1оС, найнижча у січні (-1,7°С), найвища — в липні (+21,4°С). В середньому за рік у Північному Причорномор'ї випадає 464 мм атмосферних опадів, найменше — у жовтні, найбільше — в липні. Мінімальна річна кількість опадів (196 мм) спостерігалась у 1921 році, максимальна (765 мм) — у 2004 році. Максимальну добову кількість опадів (103 мм) зафіксовано 8 червня 1926 року. У середньому за рік у місті спостерігається 112 днів з опадами; найменше їх (6) у вересні, найбільше (14) — у грудні.

Відносна вологість повітря становить в середньому 76 %, найменша в серпні (66%), найбільша — у грудні (84%). Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша — у грудні. Найчастіше у даному регіоні спостерігаються вітри з півночі, найменшу — з південного сходу. Найбільша

швидкість вітру відмічається у січні-лютому, найменша у червні-липні. У січні вона в середньому становить 4,6 м/с, у липні — 3,2 м/с. Найбільше ясних днів спостерігається у серпні, найменше — у грудні [8].

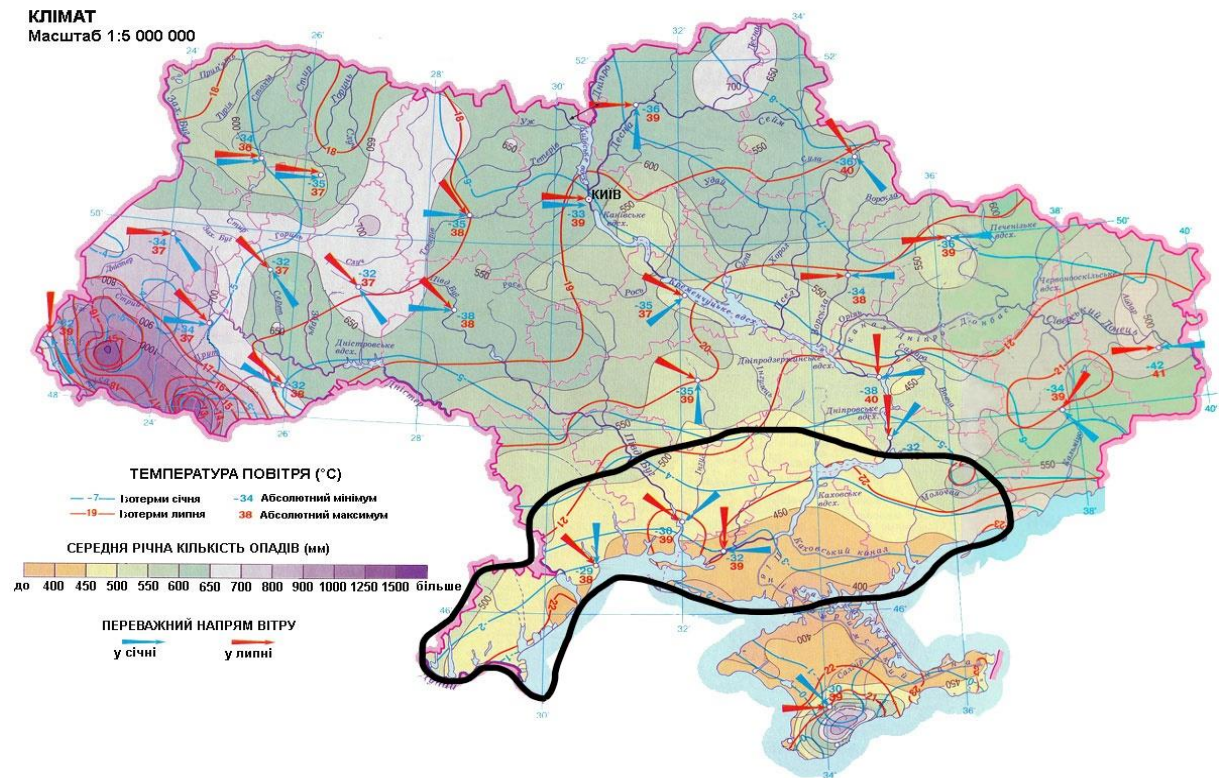


Рисунок 1.2 – Кліматична карта України (Північне Причорномор'я) [7]

З повітряних мас, що впливають на територію найбільш розповсюджені арктичні, помірні та тропічні повітряні маси.

Арктичне повітря, що формується над Арктикою, є холодним та сухим. Взимку арктичні маси несуть морозну суху та малохмарну погоду, весною та осінню - заморозки. Помірні повітряні маси формуються в середніх широтах і досить відрізняються своїми властивостями від арктичних. Морське помірне повітря з Атлантичного океану, просуваючись на схід, поступово віддає свою вологу. Влітку воно зменшує спеку, підвищує вологість повітря і приносить опади, а взимку пом'якшує морози, провокує снігопади і відлиги. Континентальне помірне повітря надходить на дану територію переважно з внутрішніх районів Євразії і надає клімату сухості. Взимку встановлюється ясна і морозна погода, а влітку — суха, ясна і спекотна [9].

Антициклони і циклони переміщуються на територію здебільшого з заходу на схід. Це зумовлено західним переносом повітря у помірних широтах,

в яких розміщена дана територія. Тривалість "життя" циклону від 1-2 до 5-7 діб, антициклону - до кількох тижнів. Тому для Північного Причорномор'я пересічна річна кількість днів з циклонами (130) менша, ніж з антициклонами (235), хоча за рік над територією проходить понад 45 циклонів і 35 антициклонів. Найчастіше циклони спостерігаються з листопада до березня, найрідше - наприкінці весни [10].

Упродовж року спостерігаються різні атмосферні явища, наприклад, гроза, туман, роса, ожеледиця тощо. Зокрема, туман найчастіше спостерігається у січні-березні, гроза — у червні та липні [8].

2 АНАЛІЗ СУЧАСНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Екстремальна температура повітря є важливою характеристикою температурного режиму та більш мінливою у часі та просторі, ніж середня.

Всебічне дослідження екстремальності температури повітря, як складової температурного режиму, в умовах глобальних змін клімату, є особливо актуальним, тому як її коливання призводять до зміни погодних умов, що мають, як сприятливий, так і негативний вплив на людину, оточуюче середовище та екологію загалом [11, 12].

У зв'язку з глобальними змінами клімату в останні роки виникла потреба у виявленні змін даних температурних характеристик.

Для аналізу характеристики мінливості температури повітря за період 2006-2019 рр. для Північного Причорномор'я було розраховано добову амплітуду, середню місячну та річну температуру, тривалість безморозного періоду, число днів з середньою добовою температурою повітря у різних градаціях, число днів з мінімальною температурою у різних градаціях та нижче 0°C, максимум та мінімум температури повітря для станцій Одеса, Миколаїв, Херсон, Білгород-Дністровський, Бердянськ та Чорноморськ, та порівняно їх результати з даними Кліматичного кадастру України (1961-1990рр.).

2.1 Середньомісячна та річна температура повітря

На *ст. Одеса* за досліджуваний період середня місячна та річна температура повітря (табл. 2.1) змінюється в діапазоні від -0,6 °C (січень) до +23,9 °C (серпень), тоді як коливання температури за період 1961-1990 рр. становить від +1,7 °C (січень) до +21,4 °C (липень). Загалом за рік температура становить +11,8 °C. Найбільш низька середньомісячна температура повітря зафіксована у січні 2006 р. (-22,2 °C), найбільш висока – липень 2007 р. (+38,4 °C).

Річний хід середньомісячної температури повітря даного періоду та кліматичної норми повторюють один одного (рис. 2.1), але порівняно з періодом 1961-1990 рр. температура періоду 2006-2019 рр. загалом більша. В холодний період ця різниця в середньому становить 0,3 °C, у теплий період до +2,5 °C. Річна температура, порівняно з кліматичними даними, зросла на 1,7°C.

Таблиця 2.1 – Середня місячна та річна температура повітря, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-0,6	0,4	4,8	10,5	16,9	21,8	23,7	23,9	18,4	11,9	7,1	2,5	11,8
Найбільш низька	-22,2	-18,0	-11,0	0,7	5,2	10,7	11,3	7,2	4,6	-1,8	-5,8	-13,5	-0,1
Рік	2006	2012	2018	2011	2007, 2008	2016	2009	2006	2018	2007	2018	2009	2006
Найбільш висока	12,0	16,8	20,3	27,8	32,3	33,1	38,4	36,8	32,9	26,7	22,1	16,5	23,1
Рік	2007	2016	2012	2012	2007	2012	2007	2010	2018	2011	2010	2015	2012, 2019

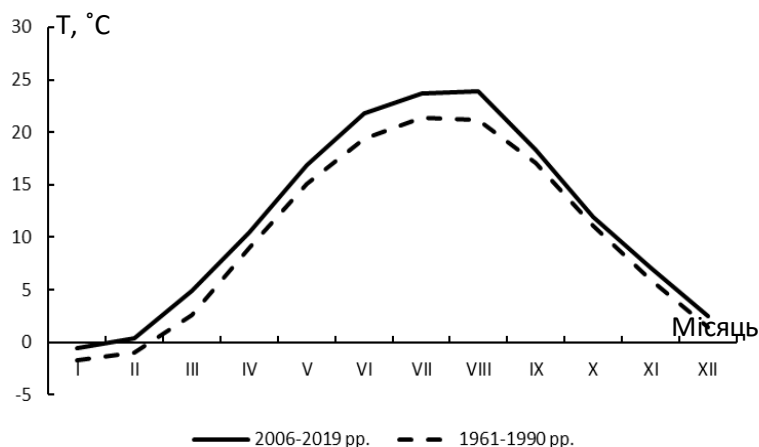


Рисунок 2.1 – Річний хід середньомісячної температури повітря, ст. Одеса

На *ст. Миколаїв* середня місячна температура повітря (табл. 2.2) змінюється у межах від $-2,5\text{ }^\circ\text{C}$ (січень) до $+24,0\text{ }^\circ\text{C}$ (липень-серпень). Найбільш низька температура зафіксована у січні 2006 року ($-25,9\text{ }^\circ\text{C}$). Найбільш висока – серпень 2017 року ($+39,3\text{ }^\circ\text{C}$).

Річний хід температури має симетричний розподіл. Порівняно з кадастром значення середньої місячної температури повітря досліджуваного періоду вищі, в середньому на $0,6\text{ }^\circ\text{C}$, у жовтні-листопаді значення температури обох періодів наближаються до однакових (рис. 2.2). Загалом за рік температура даного періоду становить $+11,1\text{ }^\circ\text{C}$, що більше на $1,1\text{ }^\circ\text{C}$ на відміну від кліматичної норми ($+10,0\text{ }^\circ\text{C}$).

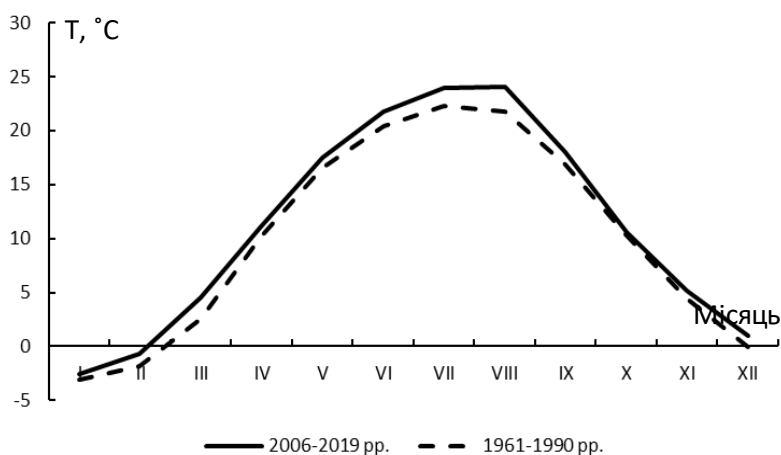


Рисунок 2.2 – Річний хід середньої місячної температури повітря, ст. Миколаїв

Таблиця 2.2 – Середньомісячна та річна температура повітря, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-2,5	-0,7	4,6	11,1	17,5	21,8	24,0	24,0	18,0	10,6	5,2	1,0	11,1
Найбільш низька	-25,9	-24,0	-16,9	-3,8	2,0	8,2	11,3	9,8	3,0	-4,3	-10,6	-21,1	-2,4
Рік	2006	2012	2018	2009	2006	2008	2015	2008	2018	2011	2011	2012	2006
Найбільш висока	11,6	15,9	20,5	31,2	36,3	35,4	38,8	39,3	35,5	27,3	20,9	14,9	24,6
Рік	2013	2016	2007, 2012	2012	2007	2012	2007	2017	2015	2011	2019	2008	2012

Середня місячна температура (табл. 2.3) на **ст. Херсон** за досліджуваний період коливається у межах від $-2,3^{\circ}\text{C}$ (січень) до $+24,2^{\circ}\text{C}$ (серпень). В цілому за рік середня температура становить $+11,4^{\circ}\text{C}$, що більше за річну температуру кадастру на $1,6^{\circ}\text{C}$. Найбільш низька температура зафіксована у січні 2006 ($-26,3^{\circ}\text{C}$), найбільш висока – у серпні 2010 року ($+40,5^{\circ}\text{C}$). Крива має симетричний розподіл з чітко вираженим піком (серпень) та повторює річний хід температур кліматичної норми. Загалом температури даного періоду є вищими за кадастрові (рис. 2.3) в середньому на $1,1^{\circ}\text{C}$.

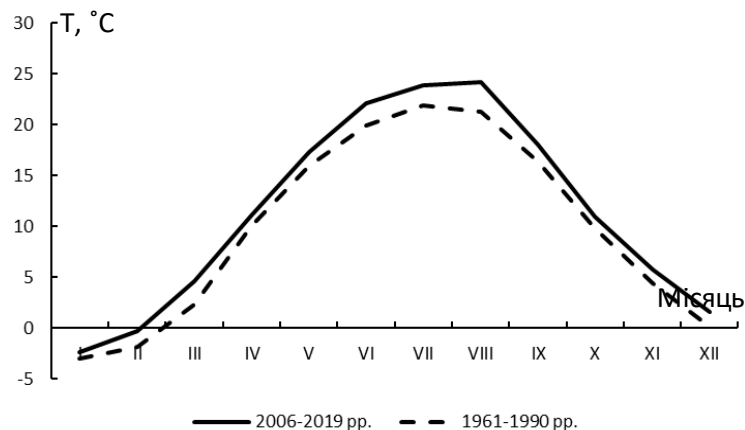


Рисунок 2.3 – Річний хід середньомісячної температури повітря, ст. Херсон

Середня місячна температура повітря на **ст. Білгород-Дністровський** представлена у таблиці 2.4. Температура коливається у межах від $-0,6^{\circ}\text{C}$ до $24,6^{\circ}\text{C}$. Загалом за рік середня температура становить $12,1^{\circ}\text{C}$. Найбільш висока температура зафіксована у липні 2008 року ($+38,0^{\circ}\text{C}$), найбільш низька – у січні 2006 р. ($-22,4^{\circ}\text{C}$).

Порівняно з кліматичним кадастром температури зросли приблизно на 1°C , як видно з рисунку 2.4. Криві розміщені симетрично, мають максимум у липні, мінімальне значення зафіксовано у січні, у грудні середня місячна температура у обох періодах відмічена додатна.

Середня місячна температура на **ст. Бердянськ** коливається від $-2,0^{\circ}\text{C}$ (січень) до $+25,3^{\circ}\text{C}$ (серпень). В цілому за рік це значення становить $11,5^{\circ}\text{C}$. Найбільш низька середньомісячна температура спостерігається у січні 2006 року та становить $-25,0^{\circ}\text{C}$, найбільш висока – у серпні 2017 року ($37,0^{\circ}\text{C}$).

Порівняно з кліматичною нормою річна температура повітря даного періоду збільшилась на $1,3^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.5). Протягом року середньомісячні значення досліджуваного періоду, відповідно, також збільшились, як видно з

рисунку 2.5. Крива має симетричний розподіл протягом року, з мінімумом у січні та максимумом у серпні. У березні-квітні температури обох періодів наближаються до однакових, у період жовтень-грудень також спостерігаються подібні наближення. Найбільша різниця температур спостерігається у серпні.

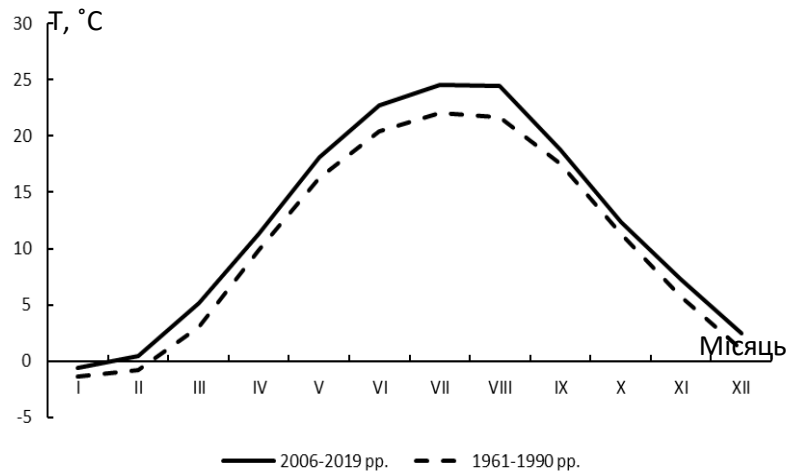


Рисунок 2.4 – Річний хід середньої місячної температури повітря, ст. Білгород-Дністровський

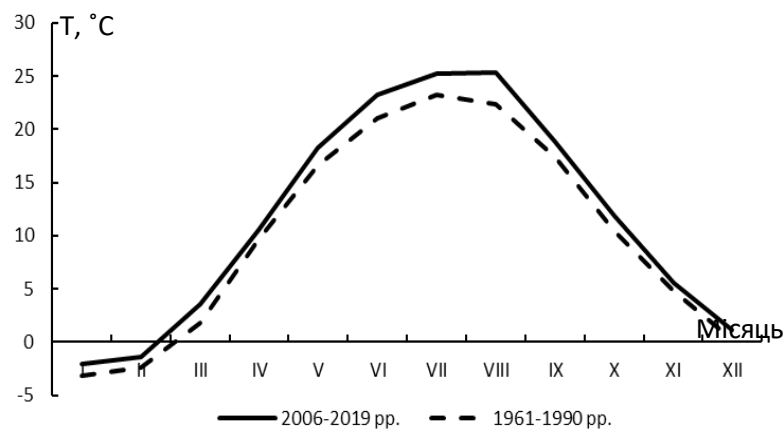


Рисунок 2.5 – Річний хід середньомісячної температури повітря, ст. Бердянськ

Середня місячна температура повітря (табл. 2.6) на *ст. Чорноморськ* за досліджуваний період коливається у межах від $-0,3^{\circ}\text{C}$ (січень) до $24,3^{\circ}\text{C}$ (серпень). В цілому за рік середня температура повітря становить $11,8^{\circ}\text{C}$. Найбільш висока температура зафіксована у серпні 2010 року – $36,8^{\circ}\text{C}$, найбільш низька – у січні 2006 року ($-23,0^{\circ}\text{C}$).

Таблиця 2.3 – Середня місячна та річна температура повітря, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-2,3	-0,3	4,7	11,1	17,3	22,1	23,9	24,2	18,1	11,0	5,8	1,7	11,4
Найбільш низька	-26,3	-22,6	-14,3	-3,9	1,9	6,7	10,8	9,4	2,8	-6,0	-12,2	-20,8	-2,4
Рік	2006	2012	2018	2014	2008	2016	2006	2009	2013	2006	2011	2012	2006
Найбільш висока	12,9	19,1	21,8	31,5	33,6	38,1	38,1	40,5	35,0	28,1	21,1	22,8	25,3
Рік	2013	2008	2014	2012	2012	2009	2006	2010	2018	2012	2010	2006	2012

Таблиця 2.4 – Середня місячна та річна температура повітря, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-0,6	0,4	5,2	11,3	18,1	22,7	24,6	24,5	18,7	12,4	7,3	2,4	12,1
Найбільш низька	-22,4	-18,9	-12,0	1,1	7,0	7,8	-10,0	4,8	6,5	-9,2	-6,5	-13,4	0,5
Рік	2006	2012	2018	2014	2011	2009	2008	2006	2018	2009	2018	2009	2006
Найбільш висока	12,7	16,9	22,5	29,3	30,9	35,3	38,0	36,4	32,2	26,6	22,8	55,0	25,1
Рік	2014	2017	2012	2012	2012	2012	2007	2010	2018	2019	2010	2008	2008

Таблиця 2.5 – Середньомісячна та річна температура повітря, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-2,0	3,6	10,5	18,3	23,2	25,2	25,3	18,8	11,9	5,6	1,1	11,5	
Найбільш низька	-25,0	-10,9	-1,8	3,6	11,0	12,6	11,4	3,4	-2,4	-8,9	-13,6	-0,8	
Рік	2006	2011	2014	2007	2008, 2018	2006	2012	2018	2014	2011	2008	2015	
Найбільш висока	8,0	15,1	26,4	31,2	34,2	36,0	37,0	29,6	23,2	17,6	11,8	21,3	
Рік	2018	2014	2012	2007	2009	2012	2017	2016	2006, 2012	2013	2008	2012	

Таблиця 2.6 – Середня місячна та річна температура повітря, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня	-0,3	0,4	4,7	10,3	16,7	22,3	23,9	24,3	18,6	12,4	7,4	2,6	11,8
Найбільш низька	-23,0	-19,4	-11,1	0,4	4,5	11,2	10,4	12,5	4,6	-1,0	-5,1	-13,2	-0,1
Рік	2006	2012	2018	2019	2014	2018	2007	2012	2018	2006	2018	2009	2015
Найбільш висока	13,0	15,4	21,3	26,9	30,2	33,1	35,6	36,8	32,8	27,5	24,1	14,3	23,4
Рік	2014	2017	2010	2012	2012	2013	2009	2010	2018	2007	2012	2014	2012

2.2 Середньодобова амплітуда температури повітря

Наступною характеристикою є середнє число днів з середньою добовою температурою повітря у різних градаціях (табл. 2.7). На **ст. Одеса** коливання середньої добової температури повітря спостерігається в діапазоні градацій від $[-19,9...-15,0]$ до $[+30,1...+35,0]$. Найбільша кількість днів (63,5) спостерігається у градації $[+5,1...+10,0]$, найменша (0,5 та 0,6) – у градаціях $[-19,9...-15,0]$ та $[+30,1...+35,0]$, що є характерним для даного регіону, оскільки наявна м'яка зима, та тепле літо.

Порівняно з кадастром (рис. 2.6) бачимо, що число днів з більш низькою температурою переважає у період 1961-1990 р., а більш високі температури переважають вже у періоді 2006-2019 рр.

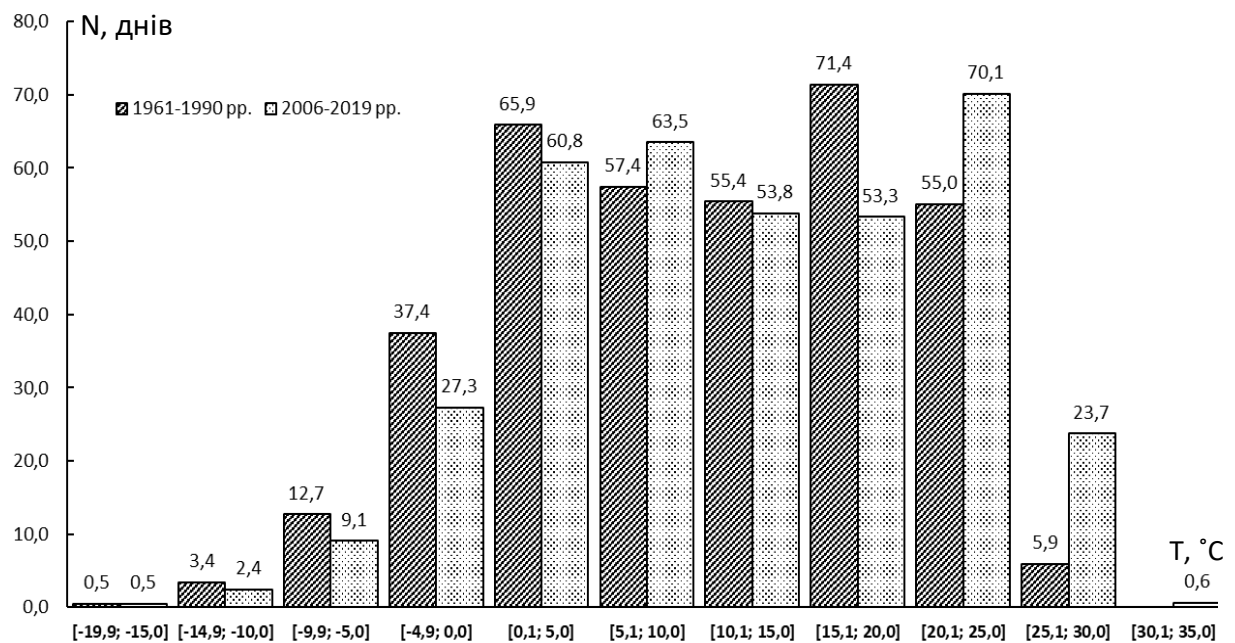


Рисунок 2.6 – Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Одеса

Найбільша різниця спостерігається у градації $[+25,1...+30,0]$, де число днів даного періоду перевищує кадастрове майже на 25%, що говорить про загальне потепління клімату. Також про це свідчить той факт, що температур $[+30,1...+35,0]$ діапазону не зафіксовано у період 1961-1990 рр., чого не можна сказати про досліджуваний період.

Таблиця 2.7 – Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-19,9...-15,0]	0,4	0,1											0,5
[-14,9...-10,0]	1,4	0,9										0,1	2,4
[-9,9...-5,0]	4,4	3,1	0,3									1,3	9,1
[-4,9...0,0]	8,6	6,4	3,0								1,4	7,9	27,3
[+0,1...+5,0]	12,5	13,9	11,4	0,6						1,2	8,6	12,6	60,8
[+5,1...+10,0]	3,7	3,7	14,6	13,4	0,3				0,1	8,0	11,9	7,7	63,5
[+10,1...+15,0]		0,1	1,7	13,8	8,5	0,4			4,6	15,9	7,4	1,4	53,8
[+15,1...+20,0]				1,9	17,0	7,9	2,2	2,6	15,2	5,7	0,7		53,3
[+20,1...+25,0]				0,3	4,9	17,4	19,9	17,6	9,7	0,2			70,1
[+25,1...+30,0]					0,2	4,3	8,7	10,2	0,3				23,7
[+30,1...+35,0]							0,1	0,5					0,6

Середня добова амплітуда температури повітря на даній станції (табл. 2.8) в холодний період має менші коливання ніж у теплий період, що свідчить про менш різкі контрасти температури [13].

Таблиця 2.8 – Добова амплітуда температури повітря, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	4,4	4,5	5,9	6,9	7,7	8,2	9,1	9,3	7,8	5,9	4,4	4,2
Найбільш низька	3,6	3,4	4,8	5,1	6,5	6,9	7,7	8,2	6,6	4,4	3,0	2,1
Рік	2014	2010, 2018	2006	2008	2008	2010	2011	2007	2010	2013	2014	2007
Найбільш висока	5,7	5,8	7,8	8,1	8,9	9,3	9,9	10,4	8,8	7,8	5,5	5,9
Рік	2007	2012	2019	2007	2007	2015	2016	2011	2014	2018	2015	2015
Максимальна	12,3	14,6	15,4	18,1	12,4	14,1	17,1	15,0	15,6	14,6	13,6	20,3
Рік	2013	2019	2017	2012	2007	2018	2007	2018	2012	2011	2019	2009

Порівнюючи дані 2006-2019 рр. з даними Кліматичного кадастру, можна зробити висновок, що середня добова амплітуда температури повітря у холодний період зменшилась, а у теплий навпаки – зросла (рис. 2.7). Найбільш низька та найбільш висока амплітуди температури повітря мають такий же характер змін, як і середня добова амплітуда, а максимальна амплітуда кадастру для даної станції коливається у межах від +14,0 до +18,0 °С, тоді як максимальна амплітуда досліджуваного періоду має коливання від +12,0 до +38,0 °С.

Коливання температур середньої добової температури повітря (табл. 2.9) на **ст. Миколаїв** спостерігається у градаціях від [-24,9...-20,0] до [+30,1...+35,0]. Найбільша кількість днів становить 62,9, спостерігається у градації [+20,1...+25,0]. Також переважають дні з температурами від +0,1 до +5,0 °С. Найменша кількість днів зафіксована у градації [-24,9...-20,0] та становить 0,4 дні оскільки ці температури не є характерними для даного типу клімату.

З рисунку 2.8 бачимо, що у градаціях від [-29,9...-25,0] до [-4,9...0,0] та у градаціях [+10,1...+15,0] і [+15,1...+20,0] переважає середня кількість днів періоду 1961-1990 рр., у інших градаціях спостерігаються більші значення досліджуваного періоду, що свідчить про потепління даного періоду порівняно з кліматичною нормою.

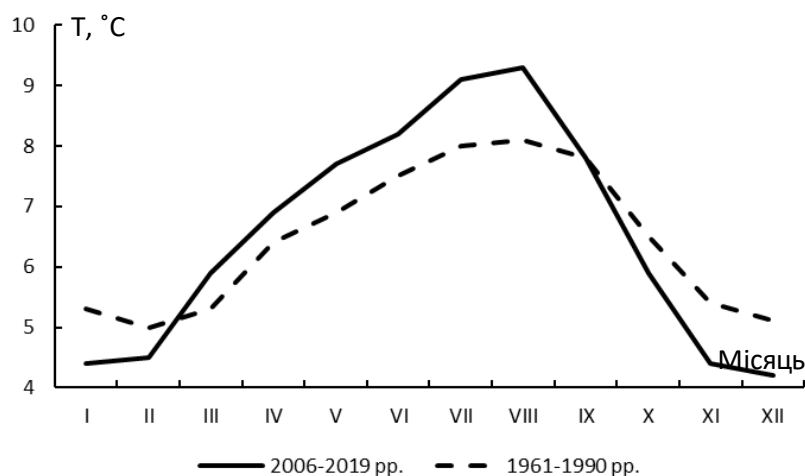


Рисунок 2.7 – Річний хід добової амплітуди температури повітря, ст. Одеса

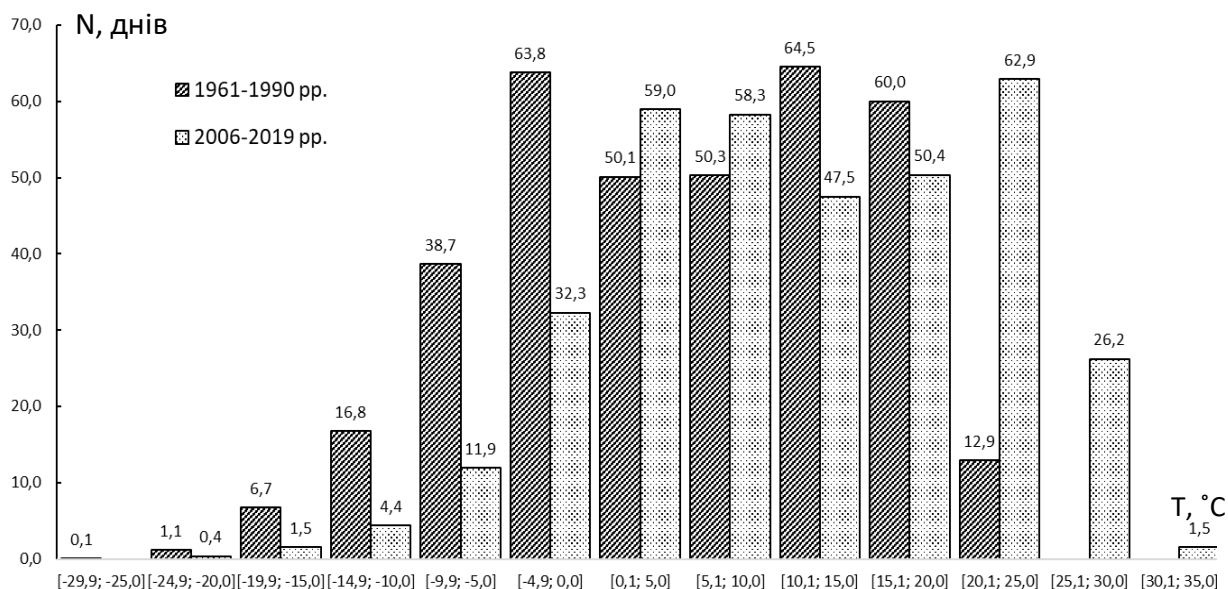


Рисунок 2.8 – Середня кількість днів з середньодобовою температурою повітря, ст. Миколаїв

Середня добова амплітуда температури повітря має аналогічний річний хід (табл. 2.10), у холодний період коливання температур менші ніж у теплий період, що пов'язано з надходженням сонячної радіації. Але на відміну від Одеси, на даній станції ці коливання мають не такий різкий перехід.

Таблиця 2.9 – Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-24,9...-20,0]	0,4												0,4
[-19,9...-15,0]	0,9	0,5										0,1	1,5
[-14,9...-10,0]	2,0	2,0	0,1									0,3	4,4
[-9,9...-5,0]	5,4	2,9	0,7								0,3	2,6	11,9
[-4,9...0,0]	9,5	7,1	3,2							0,2	3,1	9,1	32,3
[+0,1...+5,0]	9,8	12,3	11,1	1,1						3,0	10,6	11,1	59,0
[+5,1...+10,0]	2,0	3,3	14,8	10,9	0,4				0,6	9,6	10,7	5,9	58,3
[+10,1...+15,0]			1,1	14,4	7,4	0,3		0,2	6,0	13,4	3,7	0,9	47,5
[+15,1...+20,0]				3,3	14,9	7,7	2,3	3,6	14,1	4,1	0,4		50,4
[+20,1...+25,0]				0,3	8,0	15,9	16,6	14,1	7,9	0,2			62,9
[+25,1...+30,0]					0,3	4,9	9,5	10,7	0,8				26,2
[+30,1...+35,0]							0,4	1,1					1,5

Таблиця 2.10 – Добова амплітуда температури повітря на ст. Миколаїв, 2006-2019 рр.

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	5,1	6,2	9,0	11,6	11,8	12,1	12,6	13,4	11,7	9,0	6,4	4,7
Найбільш низька	3,9	3,8	6,7	8,5	10,0	9,0	11,1	12,0	8,5	7,4	5,2	2,1
Рік	2010	2010	2006	2008	2006	2016	2010	2012	2013	2013	2009	2007
Найбільш висока	6,9	7,6	11,0	15,0	14,8	13,5	14	14,7	13,3	11,4	8,2	6,9
Рік	2008	2008	2019	2009	2007	2009	2007	2008	2011	2018	2011	2015
Максимальна	19,7	17,5	20,0	20,5	14,4	20,1	19,7	19,7	19,2	18,9	16,3	24,5
Рік	2015	2006	2012	2010	2007	2009	2014	2008	2006	2014	2011	2009

Середня добова амплітуда коливається у межах від $+4,0$ до $+13,0$ °С та розподілена майже симетрично протягом року, досягаючи свого максимуму у серпні ($+13,4$ °С). Найбільш низька амплітуда зафіксована у грудні 2007 р. ($+2,1$ °С), найбільш висока – квітень 2009 р. ($+15,0$ °С), а максимальна амплітуда температури повітря спостерігалась у грудні 2009 року ($+24,5$ °С).

Порівнюючи досліджуваний період з даними 1961-1990 рр., також спостерігаємо збільшення значень середньої добової амплітуди в середньому на $1,0$ °С, за винятком січня та грудня, коли значення 2006-2019 рр. зменшились, але не значно, у жовтні-листопаді амплітуди не змінилися по відношенню до кліматичних даних (рис. 2.9).

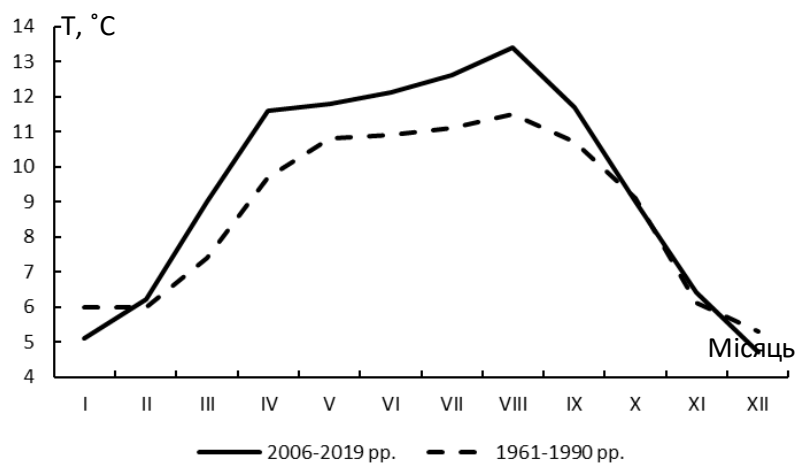


Рисунок 2.9 – Річний хід добової амплітуди температури повітря на ст. Миколаїв

Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях на **ст. Херсон** (табл. 2.11) має аналогічні зміни до попередніх станцій. А саме, найбільше число днів знаходиться у градації $[+20,1...+25,0]$ – 65,2 днів, з них найбільша кількість припадає на червень. Також значну кількість днів мають градації $[+5,1...+10,0]$ – 60,1 днів та $[+0,1...+5,0]$ – 59,9 днів. Найменша кількість днів зафіксована у градації $[-24,9...-20,0]$ – 0,2 дні у січні.

З діаграми (рис. 2.10) можна бачити, що кількість днів у градаціях з більш холодною температурою переважає у період 1961-1990 рр., а з більш теплими температурами – у період 2006-2019 рр.

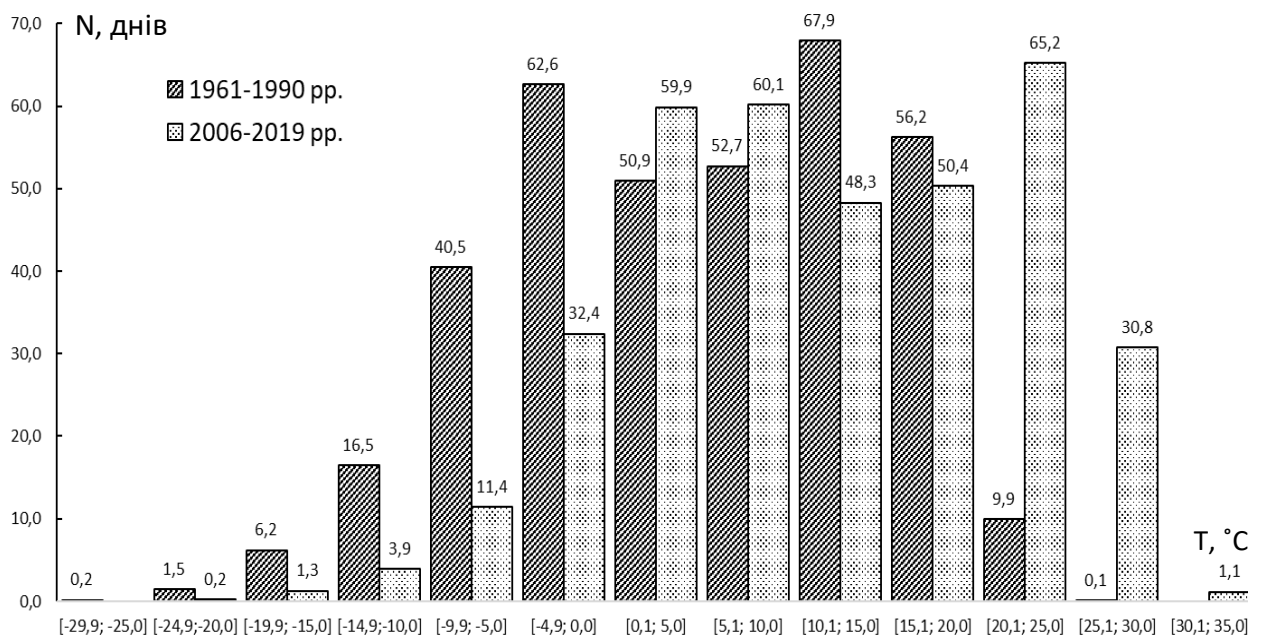


Рисунок 2.10 – Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Херсон

Добова амплітуда температури повітря (табл. 2.12) на даній станції коливається в межах від 4,8 °C (грудень) до 14,1 °C (серпень). Найбільш низька амплітуда спостерігалась у грудні 2007 року – 2,5 °C, найбільш висока – у серпні 2018 (15,8 °C). Максимальна амплітуда зафіксована у травні 2007 року – 23,6 °C, яка є найбільшою на досліджуваній території взагалі.

З рисунку 2.11 видно, що крива має плавний підйом, чітко виражений максимум (серпень) та більш різкий спад. Порівняно з кадастром амплітуда даного періоду загалом більша, за винятком січня, вересня та листопада, коли значення кадастру більші за розраховані. У грудні амплітуди досліджуваного періоду та кліматичної норми мають однакові значення.

Таблиця 2.11 – Середнє число днів з середьодовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-24,9...-20,0]	0,2												0,2
[-19,9...-15,0]	0,8	0,4										0,1	1,3
[-14,9...-10,0]	2,1	1,6										0,2	3,9
[-9,9...-5,0]	5,1	3,5	0,3								0,2	2,3	11,4
[-4,9...0,0]	9,8	6,6	3,6								3,2	9,2	32,4
[+0,1...+5,0]	10,4	12,6	10,7	1,2						3,1	10,6	11,2	59,9
[+5,1...+10,0]	2,5	3,4	15,3	10,9	0,6				0,4	9,0	11,1	7,0	60,1
[+10,1...+15,0]		0,1	1,1	13,9	7,7	0,1			6,3	13,7	4,3	0,9	48,3
[+15,1...+20,0]				3,6	13,5	7,5	2,5	3,8	13,9	5,0	0,6		50,4
[+20,1...+25,0]				0,3	8,7	16,6	16,4	14,4	8,6	0,2			65,2
[+25,1...+30,0]					0,4	5,8	11,7	11,9	0,9				30,8
[+30,1...+35,0]							0,3	0,9					1,1

Таблиця 2.12 – Добова амплітуда температури повітря, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	5,2	6,2	9,0	11,9	12,5	12,6	13,0	14,1	12,2	9,4	6,5	4,8
Найбільш низька	3,9	4,2	6,8	9,1	9,9	11,3	11,6	12,0	9,0	7,7	5,1	2,5
Рік	2010	2010	2006	2008	2006	2010	2010	2012	2013	2009	2016	2007
Найбільш висока	7,9	7,7	11,2	14,3	15,7	14,2	15,1	15,8	13,9	12,0	8,1	6,4
Рік	2008	2007	2019	2014	2007	2009	2007	2018	2015	2018	2010	2015
Максимальна	22,0	16,6	19,9	17,4	21,6	20,5	20,1	20,7	20,5	18,9	15,9	20,3
Рік	2015	2013	2014	2019	2007	2009	2016	2010	2008	2006	2011	2009

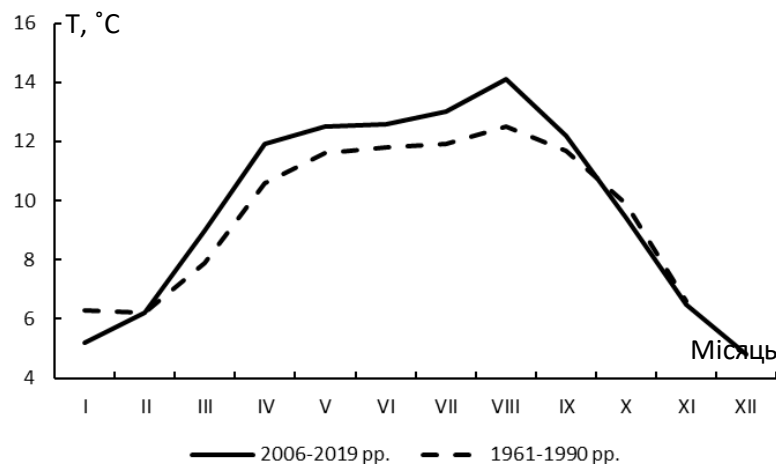


Рисунок 2.11 – Річний хід добової амплітуди температури повітря, ст. Херсон

Найбільша кількість днів на *ст. Білгород-Дністровський* протягом обраного періоду спостерігається у градації $[+20,1...+25,0]$, а саме 64,4 дні. Також спостерігається переважна кількість днів – 56,2 та 55,7 у градаціях $[+0,1...+5,0]$ та $[+5,1...+10,0]$, відповідно, найбільше таких днів спостерігається у липні-серпні. Найменша кількість днів спостерігається у градації $[-24,9...-20,0]$, такі температури наявні лише у січні, що свідчить про загальне переважання більш високих температур протягом року на даній території (табл. 2.13).

Таблиця 2.13 – Середня кількість днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-24,9...-20,0]	0,1												0,1
[-19,9...-15,0]	0,2												0,2
[-14,9...-10,0]	1,2	1,0										0,1	2,4
[-9,9...-5,0]	3,0	2,4	0,1									1,1	6,6
[-4,9...0,0]	8,7	6,1	2,8								0,9	7,5	26,1
[+0,1...+5,0]	12,1	13,8	9,1	0,1						0,9	7,8	12,4	56,2
[+5,1...+10,0]	2,8	2,7	15,2	9,9	0,1					6,8	11,8	6,5	55,7
[+10,1...+15,0]			1,6	14,4	5,7	0,1			3,9	13,7	6,1	1,1	46,7
[+15,1...+20,0]				3,1	14,1	4,4	0,7	1,8	13,8	6,7	1,1		45,7
[+20,1...+25,0]				0,2	8,7	16,0	14,9	14,6	6,9	0,4			64,4
[+25,1...+30,0]					0,1	5,6	10,9	11,5	0,4				28,4
[+30,1...+35,0]							0,1	0,5					0,6

Середня добова амплітуда температури повітря (табл. 2.14) має незначні коливання протягом року, в межах від 4,0 до 8,3 °С. Найбільш висока амплітуда зафіксована у грудні 2007 року – 2,2 °С, найбільш висока – у липні 2018 (11,0 °С). Максимальна амплітуда відмічалась у березні 2012 року, вона склала 21,2 °С.

Таблиця 2.14 – Добова амплітуда температури повітря, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	4,7	5,2	6	6,7	7,6	7,9	8	8,3	6,8	5,8	4,8	4
Найбільш низька	3,9	3,9	4,9	4,1	6,3	7,2	2,8	7,4	3,1	4,9	3,2	2,2
Рік	2010, 2012	2009	2018	2019	2008	2009	2019	2007	2018	2007, 2009	2014	2007
Найбільш висока	6,3	8,7	7,6	8,3	8,8	8,6	11,0	9,0	7,8	7,5	6,6	5,2
Рік	2017	2017	2017	2017	2018	2015	2018	2017, 2018	2011, 2016	2017	2019	2013
Максимальна	15,5	14,8	21,2	16,4	14,7	15,3	15,2	14,4	14,4	14,7	14,7	19,9
Рік	2008	2017	2012	2013	2012	2013	2007	2012	2011	2014	2010	2009

Середнє число днів з середньодобовою температурою у різних градаціях представлено у таблиці 2.15 для **ст. Бердянськ**. З таблиці видно, що найбільша кількість днів спостерігається у градації температур [0,1...5,0], а саме 65,4 днів, з них найбільше днів з даними температурами зафіксовано у березні та грудні. Також достатня кількість днів спостерігається у градації [20,1...25,0] – 59,4 дні, з них 16 днів у липні. Найменше днів у градації температур [-24,9...-20,0], таких днів всього 0,1 (січень).

Добова амплітуда температури повітря, наведена у таблиці 2.16, для даної станції коливається у межах від 3,2 °С (грудень) до 9,1 °С (серпень). Найбільш низька амплітуда спостерігалась у листопаді 2016 року – 0,9 °С, найбільш висока – у липні 2007 року (10,2 °С). Максимальна добова амплітуда, розрахована для даного періоду склала 23,6 °С (липень 2010 року).

Найбільша кількість днів за рік на **ст. Чорноморськ** спостерігається у градації з температурами від 20,1 до 25,0 °С, таких днів 62,4, з них найбільша кількість днів у липні(17) та серпні (15,9). У холодне півріччя переважають дні з температурами від 0,1 до 5,0 °С та від 5,1 до 10,0 °С - 57 днів (табл. 2.17).

Таблиця 2.15 – Середня кількість днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-24,9...-20,0]	0,1												0,1
[-19,9...-15,0]	0,6	0,3											0,9
[-14,9...-10,0]	2,1	1,4										0,3	3,8
[-9,9...-5,0]	3,6	3,5	0,2								0,1	1,9	9,3
[-4,9...0,0]	8,9	7,6	3,5								2,5	7,6	30,1
[+0,1...+5,0]	11,9	12,9	15,4	0,5						1,8	8,6	14,4	65,4
[+5,1...+10,0]	0,7	0,2	9,3	12,1	0,4				0,3	6,6	12,6	4,4	46,5
[+10,1...+15,0]			0,2	13,0	5,4				3,8	14,1	3,6	0,1	40,1
[+15,1...+20,0]				1,9	12,6	2,9	0,4	1,5	12,9	6,2			38,3
[+20,1...+25,0]				0,2	9,9	16,4	11,2	11,4	10,1	0,1			59,4
[+25,1...+30,0]					0,4	6,9	14,8	13,9	0,6				36,6
[+30,1...+35,0]							0,1	1,4					1,5

Таблиця 2.16 – Добова амплітуда температури повітря, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	3,7	4,1	5,5	6,7	7,3	8,6	8,9	9,1	8	6	4,2	3,2
Найбільш низька	2,9	1,3	4,5	4,9	6,2	7,6	8,0	8,4	6,7	3,9	0,9	1,7
Рік	2012, 2013, 2014	2017	2009	2008	2019	2014	2014	2012	2013	2016	2016	2016
Найбільш висока	5,0	5,6	7,3	8,7	8,2	10,1	10,2	10,1	9,2	6,8	5,4	4,2
Рік	2006	2008	2012	2019	2007, 2008, 2011	2015	2007	2009	2011	2014	2011	2010
Максимальна	17,7	13,1	13,4	15,4	15,0	23,6	15,2	14,7	13,3	13,3	11,5	13,6
Рік	2015	2007	2012, 2014	2008	2011	2010	2007	2008	2010	2007	2010	2009

Добова амплітуда температури повітря коливається в межах від 4,4 °С до 9,1 °С, тобто амплітуда коливань не велика. Найбільш низька амплітуда зафіксована у жовтні 2010 року – 0,0 °С, найбільш висока – у серпні 2012 та 2013 років – 10,2 °С. Максимальна амплітуда спостерігається у червні 2009 року та становить 21,8 °С (табл. 2.18).

Таблиця 2.17 – Добова амплітуда температури повітря, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня	4,4	4,7	5,8	6,3	7,0	8,1	9,1	8,6	7,1	5,6	4,8	4,2
Найбільш низька	3,7	3,2	1,3	1,8	2,5	6,3	8,2	2,9	1,4	0,0	3,2	2,8
Рік	2012	2010, 2017, 2018	2017	2017	2017	2019	2011	2016	2016	2016	2014	2007
Найбільш висока	6,2	9,4	8,0	8,1	9,3	9,5	10,0	10,2	9,1	7,2	7,0	5,6
Рік	2007	2019	2018	2007	2013	2013	2013	2011, 2013	2014	2006	2019	2013
Максимальна	14,9	14,1	18,2	16,3	15,7	21,8	14,9	14,7	15,1	13,8	13,0	21,2
Рік	2015	2015	2013	2007	2007	2009	2012	2012	2011, 2013	2011	2007	2009

Таблиця 2.18 – Середнє число днів з середньодобовою температурою повітря у різних градаціях, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Градація, °С	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
[-24,9...-20,0]	0,1												0,1
[-19,9...-15,0]	0,2												0,2
[-14,9...-10,0]	1,1	0,9										0,1	2,1
[-9,9...-5,0]	2,7	2,8	0,1									0,9	6,5
[-4,9...0,0]	8,4	5,8	3,3								1,0	6,4	24,9
[+0,1...+5,0]	11,2	13,4	11,7	0,3						1,1	6,8	12,5	57,0
[+5,1...+10,0]	4,0	2,7	12,1	13,1	0,2				0,1	6,0	11,6	7,5	57,3
[+10,1...+15,0]			1,2	12,7	7,1	0,1		0,1	3,9	13,6	6,9	1,1	46,7
[+15,1...+20,0]				1,1	13,6	5,8	1,4	1,8	14,7	6,6	0,9		46,0
[+20,1...+25,0]				0,2	5,6	14,5	17,0	15,9	8,9	0,3			62,4
[+25,1...+30,0]					0,1	4,2	7,9	9,9	0,4				22,4
[+30,1...+35,0]								0,5					0,5

2.3 Річний мінімум температури повітря

Число днів з мінімальною температурою повітря для *ст. Одеса* представлено за холодний період (табл. 2.19). З таблиці можемо бачити, що на даній території взимку переважають температури нижче +10 °С, найбільше таких днів у січні (3,0), найменше – у березні (0,1). Температур нижче +20 °С майже не зафіксовано, окрім січня (0,3 дні). Більш низьких температур за досліджуваний період не спостерігалось.

Таблиця 2.19 – Середнє число днів з мінімальною температурою у різних градаціях, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Температура	XI	XII	I	II	III	Рік
$\leq -10,0$		0,5	3,0	2,0	0,1	5,6
$\leq -15,0$			0,9	0,4		1,3
$\leq -20,0$			0,3			0,3

Порівняно з кліматичною нормою середнє число днів з мінімальною температурою зменшилось майже на 50%. Оскільки число днів з температурою нижче +10 °С за період 1961-1990 рр. становило 12,1. Також наявні випадки з температурами нижче +25 °С.

Тенденція змін числа днів з мінімальною температурою повітря (табл.2.20), порівняно з даними кадастру [11], аналогічна. Кількість днів зменшилась на 50%. Про це також свідчить і тривалість безморозного періоду (табл. 2.21), яка порівняно з кліматичною нормою зменшилась на 30%. Що свідчить про загальне потепління клімату.

Таблиця 2.20 – Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0 °С, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	6,7	0,1						0,1
Найбільше	15	1						1
Рік	2018	2012						2006

Таблиця 2.21 – Тривалість безморозного періоду, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
284	254	2013	302	2007

Найбільш низький мінімум температури повітря (табл. 2.22) спостерігається у холодний період, а саме у січні ($-2,6^{\circ}\text{C}$), найбільш високий спостерігається у липні та серпні зі значеннями $+19,4^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум температури повітря на даній території зафіксований у січні 2010 року ($-20,3^{\circ}\text{C}$).

Порівняно з Кліматичним кадастром (рис. 2.12) мінімальні значення температури повітря збільшились майже рівномірно протягом року, що свідчить про потепління даного періоду.

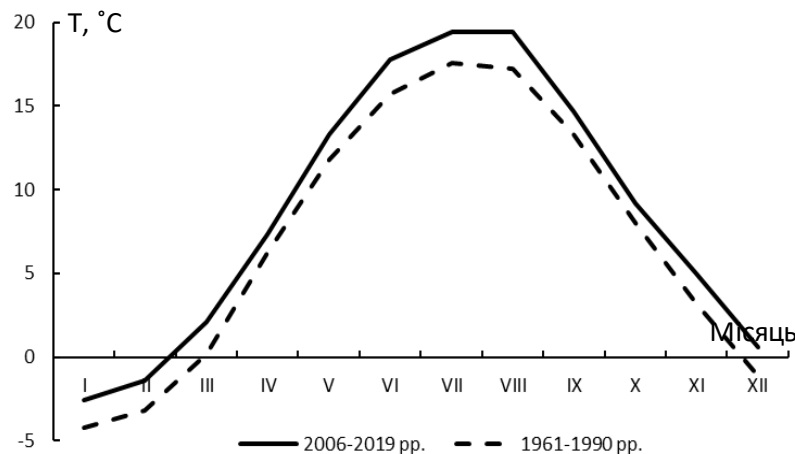


Рисунок 2.12 – Річний хід мінімальної температури повітря, ст. Одеса

Число днів з мінімальною температурою у різних градаціях для **ст. Миколаїв** представлено в таблиці 2.23. Можна бачити, що найбільша кількість днів складає 12 з температурами нижче -10°C , по місяцям таких днів найбільше у січні та лютому. Що менше порівняно з кліматичною нормою, де число таких днів становить 19,9. Також у січні зафіксовані температури нижче -25°C (0,7 днів).

Грудень порівняно теплий, оскільки спостерігаються лише температури нижче -10°C , на відміну від березня, де зафіксовані значення температур нижче -15°C . Загалом за досліджуваний період число днів з мінімальною температурою у даних градаціях зменшилось порівняно з періодом 1961-1990рр.

Найбільше число днів з мінімальною температурою нижче 0°C на даній станції зафіксовано у січні 2011 року – 20 днів, порівняно з Кадастром дане значення зменшилось, оскільки за період 1961-1990 рр. воно складає 27 днів (1969 р.). У досліджуваному періоді, на відміну від кліматичної норми (0,1 день) днів з від’ємними температурами у листопаді не відмічалось (табл. 2.24).

Таблиця 2.22 – Мінімум температури повітря, ст. Одеса (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-2,6	-1,4	2,1	7,3	13,3	17,8	19,4	19,4	14,7	9,2	5,0	0,6	8,7
Середній з абсолютних	-12,8	-9,1	-3,7	2,4	8,1	13,4	14,5	13,9	8,4	2,1	-2,1	-8,2	2,2
Абсолютний	-20,3	-18,0	-11,0	0,7	5,2	10,7	11,3	11,2	4,6	-1,8	-5,8	-13,5	-20,3
Рік	2010	2012	2018	2011	2007, 2008	2016	2009	2008	2018	2007	2018	2009	2010
Дата	24.01	02.02	01.03	12.04	04.05, 08.05	08.06	30.07	31.08	27.09	13.10	30.11	19.12	24.01

Таблиця 2.23 – Середнє число днів з мінімальною температурою у різних градаціях, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Температура	XI	XII	I	II	III	Рік
$\leq -10,0$	0,1	1,5	5,8	4,3	0,4	12,0
$\leq -15,0$		0,4	2,8	1,9	0,01	5,1
$\leq -20,0$		0,1	0,9	0,4		1,4
$\leq -25,0$			0,1			0,1

Тривалість безморозного періоду у даному періоді складає в середньому 287 днів, найбільша тривалість становить 333 днів, найменша – 254. Порівнюючи ці дані з кадастром, бачимо, що середня кількість днів без морозу збільшилась на 83 днів, найбільша – 80, найменша – 93 дні (табл. 2.25).

Таблиця 2.24 – Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0 °С, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	11,8	1,3						2,1
Найбільше	20,0	5,0						8,0
Рік	2011	2009						2011

Таблиця 2.25 – Тривалість безморозного періоду, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
287	254	2018	333	2016

Середній мінімум температури повітря становить +6,9 °С. Найбільш низький мінімум спостерігався у січні (-4,5 °С), найбільш високий – у липні (+18,0 °С). Абсолютний мінімум температури повітря зафіксований у січні 2010 року та лютому 2012 року і становить -24,0 °С (табл. 2.26).

Порівняно з кліматичною нормою, річний хід мінімальної температури є аналогічним до максимальної. Також можна бачити, що у березні-квітні температури наближаються до однакових значень (рис.2.13).

На **ст. Херсон** найбільше число днів з мінімальною температурою повітря зафіксовано нижче -10,0 °С (10,9 днів), з них найбільше днів у січні та

лютому. Найменша кількість днів спостерігається х температурами нижче - 25,0 °C (0,14 днів) у січні.

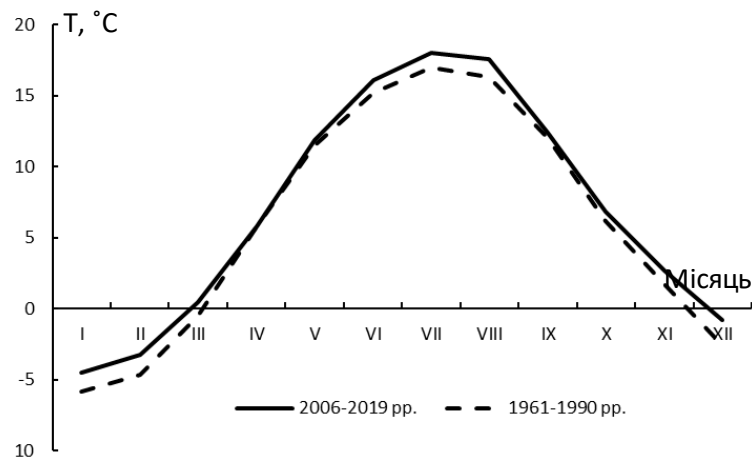


Рисунок 2.13 – Річний хід мінімальної температури повітря, ст. Миколаїв

Загалом, порівняно з кліматичною нормою число днів з мінімальними температурами зменшилось. У період 1961-1990 рр. зафіксовано дні з температурою нижче -30,0 °C (табл. 2.27).

В середньому найбільша кількість днів з мінімальними температурами нижче 0 °C спостерігається у березні – 12 днів. Найменше таких днів у вересні (0,1 день). Максимальна кількість днів з даними температурами зафіксована також у березні 2011 року та складає 21 день (табл. 2.28).

Порівняно з Кліматичним Кадастром кількість таких днів зменшилась, так як максимальна кількість днів з мінімальними температурами складала 29 днів (1987 р.).

Тривалість безморозного періоду на даній території складає в середньому 284 дні, найменша тривалість – 260 днів (2013 р.), найбільша – 302 дні (2015 р.). Порівняно з кліматичною нормою ці дані збільшились, оскільки середні тривалість періоду 1961-1990 рр. становить 190 днів, найбільша та найменша – 230 та 148 днів, відповідно (табл. 2.29).

Найбільш високий мінімум температури повітря спостерігається у липні (+17,7 °C), найбільш низький – у січні (-4,3 °C). Абсолютний мінімум зафіксований у січні 2010 року та становить -23,8 °C (табл. 2.30).

Загальний мінімум температури повітря збільшився порівняно з кадастровим на 1,4 °C та становить +6,8 °C. У березні та квітні значення обох періодів однакові (рис. 2.14).

Таблиця 2.26 – Мінімум температури повітря, ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-4,5	-3,2	0,5	5,8	11,9	16,1	18,0	17,6	12,4	6,8	2,7	-0,8	6,9
Середній з абсолютних	-16,7	-12,6	-6,3	0,0	6,2	11,4	13,6	11,9	6,3	0,2	-5,3	-11,2	-0,3
Абсолютний	-24,0	-24,0	-16,9	-3,8	2,7	8,2	11,3	9,8	3,0	-4,3	-10,6	-21,1	-24,0
Рік	2010	2012	2018	2009	2017	2008	2015	2008	2018	2011	2011	2012	2012
Дата	25.01	02.02	02.03	22.04	11.05	03.06	12.07	31.08	27.09	31.10	25.11	24.12	02.02

Таблиця 2.27 – Число днів з мінімальною температурою повітря у різних градаціях, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Температура	XI	XII	I	II	III	Рік
$\leq -10,0$	0,1	1,1	5,4	4,1	0,2	10,9
$\leq -15,0$		0,3	2,3	1,5	0,1	4,1
$\leq -20,0$		0,1	0,8	0,1		1,0
$\leq -25,0$			0,1			0,1

Таблиця 2.28 – Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0 °С, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	12,1	1,6					0,1	2,2
Найбільше	21,0	7,0					1,0	7,0
Рік	2011	2009					2010	2011, 2014

Таблиця 2.29 – Тривалість безморозного періоду, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
284	260	2013	302	2015

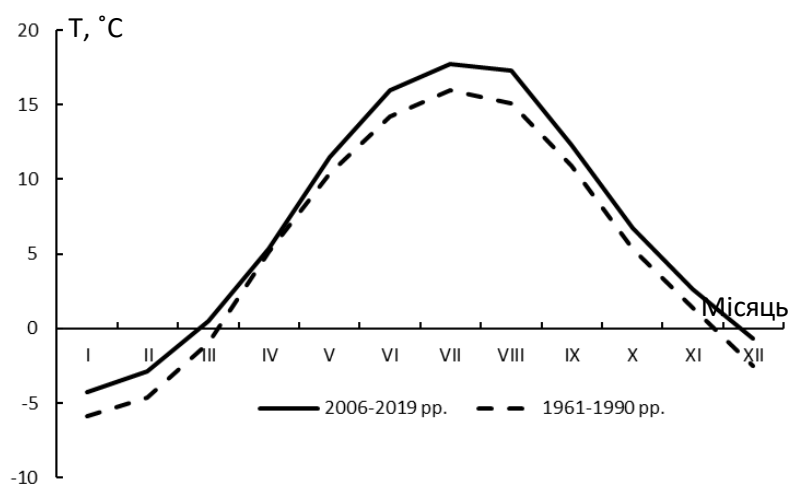


Рисунок 2.14 – Річний хід мінімальної температури повітря, ст. Херсон

Таблиця 2.30 – Мінімум температури повітря, ст. Херсон (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-4,3	-2,9	0,5	5,3	11,5	16,0	17,7	17,3	12,3	6,7	2,6	-0,7	6,8
Середній з абсолютних	-16,5	-12,2	-6,1	0,4	5,9	10,9	13,4	11,6	5,5	-0,2	-5,4	-8,2	-0,1
Абсолютний	-23,8	-22,6	-14,3	-3,9	1,9	6,7	11,8	9,4	2,8	-3,4	-12,2	-20,8	-23,8
Рік	2010	2012	2018	2014	2008	2016	2015	2009	2013	2015	2011	2012	2010
Дата	25.01	02.02	02.03	02.04	08.05	08.06	19.07	21.08	30.09	31.10	25.11	24.12	25.01

Кількість днів з мінімальною температурою нижче -10°C *на ст. Білгород-Дністровський* становить 4,4 за рік, що є найбільшим. Днів з температурою нижче -15°C менше – 1,7, найменша кількість днів зафіксована з температурами нижче -20°C – 0,2 дні (табл. 2.31).

Порівняно з кадастром число днів з такими температурами зменшилось майже у половину, оскільки число днів з температурами нижче -10°C у період 1961-1990 рр. становить 12,2. Також помітне потепління досліджуваного періоду з кліматичною нормою, оскільки температур нижче -25°C не відмічалось.

Кількість днів з мінімальною температурою повітря нижче 0°C також помітно зменшилась у порівнянні з кадастровими значеннями (табл. 2.32). Оскільки за досліджуваний період найбільша кількість днів склала 12 (березень 2011 та 2012 років), а кадастрове – 23 дні (березень 1987 року), що майже у два рази більше. Також помітне потепління клімату, оскільки від'ємних температур квітні у даному періоду не відмічалось, на відміну від кадастру.

Таблиця 2.31 – Середнє число днів з мінімальною температурою у різних градаціях, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Температура	XII	I	II	III	Рік
$\leq -10,0$	0,5	2,0	1,8	0,1	4,4
$\leq -15,0$		0,9	0,8		1,7
$\leq -20,0$		0,2			0,2

Таблиця 2.32 – Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0°C , ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	4,7							0,1
Найбільше	12,0							1,0
Рік	2011, 2012							2006, 2011

Тривалість безморозного періоду (табл. 2.33) порівняно з кліматичною нормою також має помітні зміни. Середня тривалість збільшилась на 73 дні, найбільша та найменша тривалість – на 76 днів, що також свідчить про переважання більш теплих температур на даній території.

Таблиця 2.33 – Тривалість безморозного періоду, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
292	252	2013	336	2016

Середній мінімум температури повітря становить 9,3 °С. Найбільш високий становить 20,8 °С (липень), найбільш низький – січень (-2,4 °С). Абсолютний мінімум температури повітря на даній станції зафіксований у січні 2019 року та становить -19,9 °С (табл. 2.34). Порівняно з кадастром помітне чітке зростання мінімуму температури у даному періоді (рис. 2.15)

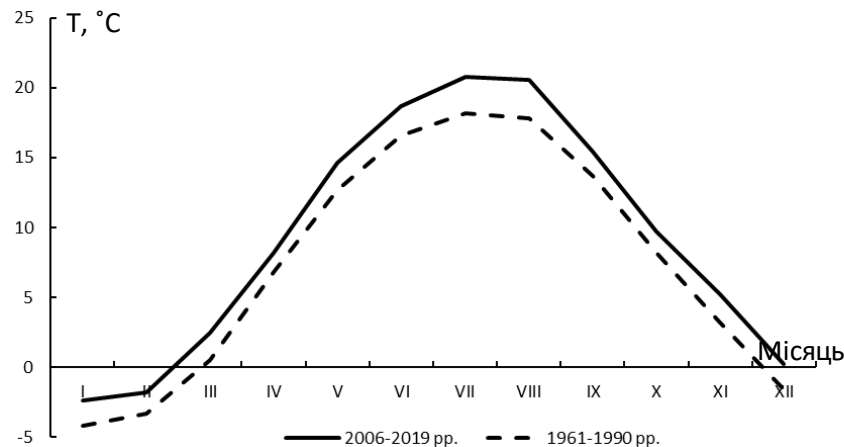


Рисунок 2.15 – Річний хід мінімальної температури повітря, ст. Білгород-Дністровський

Найбільша кількість днів за рік на **ст. Бердянськ** спостерігається з температурою нижче -10,0 °С (7,9 днів), з них найбільше у січні (2,9). Найменше днів з температурою нижче -25,0 °С – 0,1 день (січень).

Порівняно з кліматичною нормою таких днів зафіксовано менше, оскільки днів з температурою нижче -10,0 °С за період 1961-1990 рр. спостерігається 18, вони спостерігаються у всіх місяцях (листопад-березень). Також у січні наявні температури нижче -30,0 °С, чого не спостерігається у досліджуваному періоді (табл. 2.35).

Таблиця 2.34 – Мінімум температури повітря, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-2,4	-1,8	2,5	8,2	14,6	18,7	20,8	20,6	15,4	9,7	5,2	0,2	9,3
Середній з абсолютних	-12,2	-9,5	-3,1	4,1	9,5	14,2	14,5	15,9	9,8	2,7	-2,0	-8,1	2,8
Абсолютний	-19,9	-18,9	-12,0	1,1	7,0	7,8	-10,0	11,2	6,5	-9,2	-6,5	-13,4	-19,9
Рік	2010	2012	2018	2014	2011	2009	2008	2019	2018	2009	2018	2009	2010
Дата	24.01	02.02	01.03	03.04	07.05	10.06	28.07	02.08	27.09	28.10	30.11	19.12	24.01

Таблиця 2.35 – Число днів з мінімальною температурою повітря у різних градаціях, ст. Бердянськ (2006-2016 рр.)

Температура	XII	I	II	III	Рік
$\leq -10,0$	0,7	4,0	2,9	0,4	7,9
$\leq -15,0$		1,4	1,0		2,4
$\leq -20,0$		0,5	0,1		0,6
$\leq -25,0$		0,1			0,1

Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0 °С розраховане у таблиці 2.36. В середньому за рік таких днів спостерігається до 8, що порівняно з кадастром менше на 10 днів, з них найбільше таких днів припадає на березень – за досліджуваний період 6,8 днів, у кліматичній нормі – 15,5 днів. Найбільша кількість днів з даними температурами зафіксована у березні 2011 та 2012 рр. – 18 днів (кадастрове значення становить 30 днів).

Таблиця 2.36 – Число днів з мінімальними температурами нижче 0 °С, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	6,8	0,3						0,4
Найбільше	18,0	2,0						3,0
Рік	2011, 2012	2009						2014

Тривалість безморозного періоду на даній території становить в середньому 275 днів, найбільша тривалість зафіксована у 2016 році – 350 днів, найменша у 2013 році – 227 днів. Порівняно з кадастром ці значення зменшились в середньому на 60 днів (табл. 2.37).

Таблиця 2.37 – Тривалість безморозного періоду, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
275	227	2013	350	2016

В середньому за рік мінімум температури повітря на даній станції складає 8,6 °С. Найбільш високий мінімум спостерігається у липні – 20,6 °С, найбільш низький – у січні (-3,5 °С). Абсолютний мінімум температури повітря зафіксований у січні 2010 року та становить -20,7 °С (табл. 2.38).

Порівняно з кліматичною нормою значення даного періоду зросли. Найбільш високий мінімум кадастру становить 18,9 °С, найбільш низький – у січні -5,6 °С. Абсолютний мінімум зафіксований у січні та становить -30,7 °С (рис. 2.16).

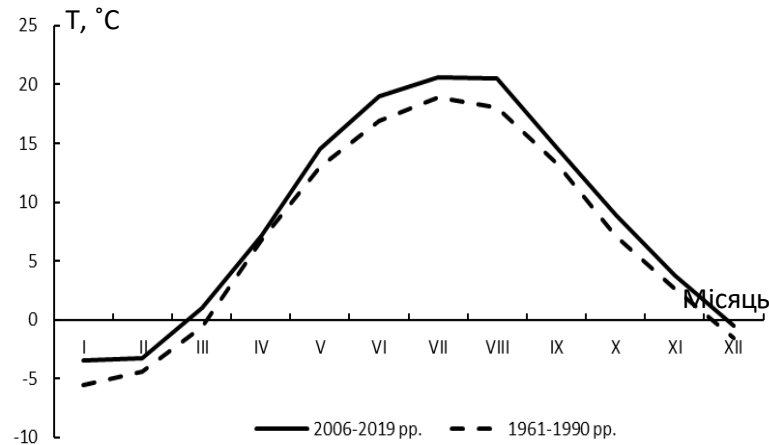


Рисунок 2.16 – Річний хід мінімуму температури повітря, ст. Бердянськ

Число днів з мінімальною температурою повітря у різних градаціях представлено у таблиці 2.39 для **ст. Чорноморськ**. З таблиці бачимо, що найбільша кількість днів спостерігається з температурами нижче -10,0 °С, таких днів в середньому за рік налічується 4. Днів з нижчими температурами майже не спостерігається.

Днів з мінімальною температурою нижче 0 °С в середньому спостерігається близько 6 (березень). Найбільша кількість днів з даними температурами зафіксована також у березні 2012 року – 15 днів (табл. 2.40).

Тривалість безморозного періоду (табл. 2.41) на даній території в середньому становить 294 дні, найбільша тривалість - 352 дні (2016 р.), а найменш тривалий період – 249 днів (2013 р.).

Таблиця 2.40 – Число днів з мінімальною температурою повітря у різних градаціях, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Температура	ХІІ	І	ІІ	ІІІ	Рік
≤-10,0	0,4	2,0	1,8	0,1	4,0
≤-15,0		0,6	0,5		1,0
≤-20,0		0,2			

Таблиця 2.38 – Мінімум температури повітря, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-3,5	-3,3	1,0	7,1	14,5	19,0	20,6	20,5	14,6	8,9	3,8	-0,5	8,6
Середній з абсолютних	-13,9	-11,4	-4,2	2,3	16,2	14,1	17,4	15,1	8,0	2,2	-3,0	-8,2	2,6
Абсолютний	-20,7	-20,3	-10,9	-1,8	3,6	11,0	15,0	11,4	3,4	-2,4	-8,9	-13,6	-20,7
Рік	2010	2012	2011	2014	2007	2008, 2018	2017	2012	2018	2014	2011	2008	2010
Дата	25.01	02.02	03.03	02.04	03.05	03.06, 02.06	09.07, 10.07	22.08	06.09	25.10	24.11	29.12	25.01

Таблиця 2.39 – Мінімум температури повітря, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	-2,1	-1,7	1,9	7,2	13,7	18,2	19,8	19,8	14,8	9,6	5,5	1,1	9,0
Середній з абсолютних	-12,6	-9,7	-3,7	2,3	8,9	13,8	15,5	14,5	8,8	2,7	-1,9	-6,9	2,6
Абсолютний	-20,6	-19,4	-11,1	0,4	4,5	11,2	10,4	12,5	4,6	-0,6	-5,1	-13,2	-20,6
Рік	2010	2012	2018	2019	2014	2018	2007	2012	2018	2011	2018	2009	2010
Дата	24.01	02.02	01.03	04.04	06.05	24.06	29.07	29.08	27.09	31.10	30.11	19.12	24.01

Таблиця 2.41 – Число днів з мінімальною температурою повітря нижче 0 °С, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Середнє	5,6							0,1
Найбільше	15,0							1,0
Рік	2012							2006, 2011

Таблиця 2.42 – Тривалість безморозного періоду, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Середня	Найменша	Рік	Найбільша	Рік
294	249	2013	352	2016

2.4 Річний максимум температури повітря

Найбільш низький середній максимум температури повітря на *ст. Одеса* за досліджуваний період спостерігався у січні (+1,8 °С), найбільш високий – у серпні (+28,6 °С). Абсолютний максимум температури повітря зафіксований у липні 2007 року та становить +38,4 °С (табл. 2.43).

Порівнюючи досліджуваний період з кліматичною нормою, можна помітити, що максимальна температура даного періоду підвищилась в середньому на 0,8 °С (рис. 2.17). У теплий період ці контрасти більш помітні, у холодний – температури обох періодів наближаються до однакових значень.

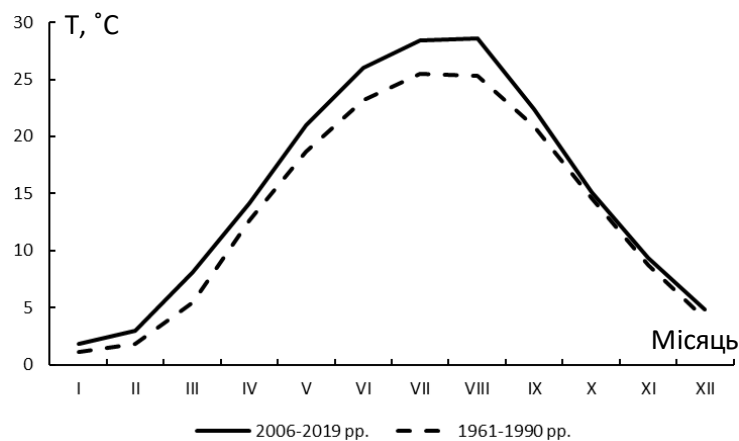


Рисунок 2.17 – Річний хід максимальної температури повітря, ст. Одеса

Середній максимум температури повітря на **ст. Миколаїв** становить $+16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.44). Найбільш низький зафіксовано у січні ($-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), найбільш високий – у серпні ($+30,5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Абсолютний максимум спостерігався у серпні 2017 ($+39,3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Порівняно з кадастром (рис. 2.18) значення температур даного періоду вищі, влітку ця різниця більш помітна, ніж в холодний період. У жовтні-листопаді значення майже не відрізняються.

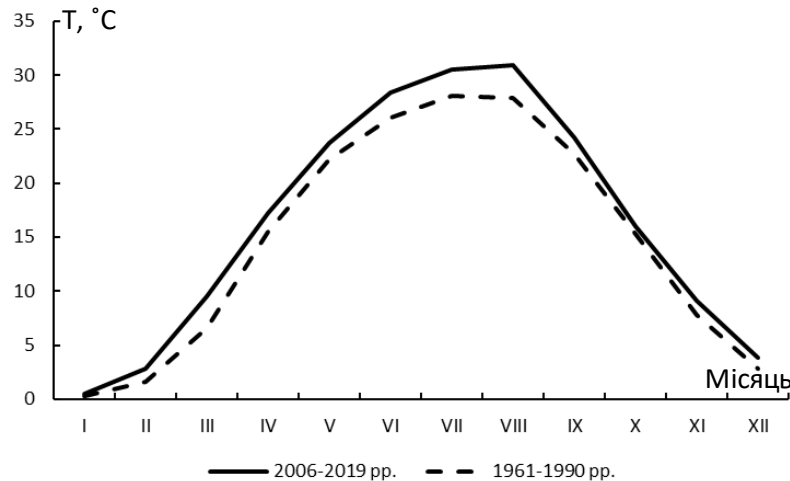


Рисунок 2.18 – Річний хід максимальної температури повітря, ст. Миколаїв

На **ст. Херсон** найбільший максимум температури повітря спостерігається у серпні ($+31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$), найменший - у січні ($+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Абсолютний максимум зафіксовано у серпні 2010 року, який склав $+40,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Загалом річний максимум температури повітря становить $+16,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.45).

Порівняно з кадастром дані збільшились (рис. 2.19), оскільки найбільший та найменший максимуми кліматичної норми становлять $+28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (липень) та $+0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (січень), відповідно.

Середній максимум температури повітря (табл. 2.46) на **ст. Білгород-Дністровський** за рік становить $15,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Найбільш високий максимум спостерігається у липні та серпні – $28,9$ та $28,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, найбільш низький – у січні ($2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Абсолютний максимум зафіксований у липні 2007 року ($+38,0\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Порівняно з кадастром найбільш помітна різниця у серпні. (рис. 2.20).

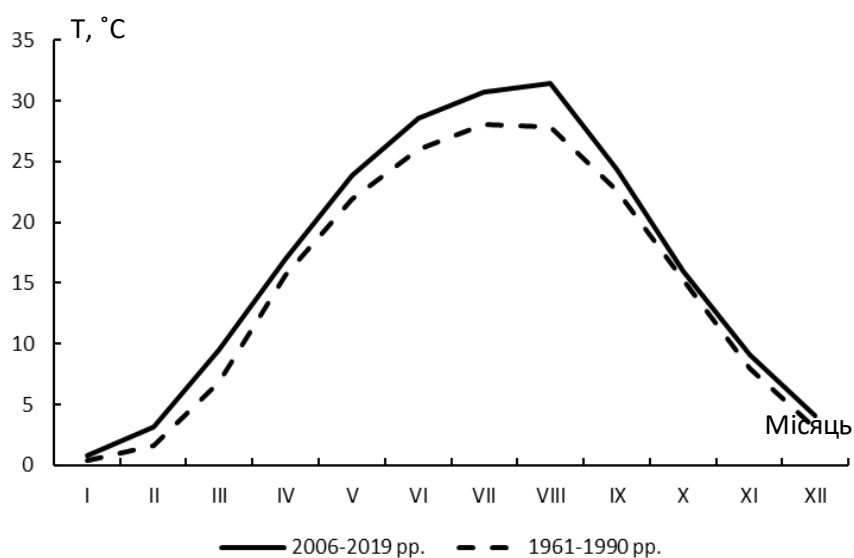


Рисунок 2.19 – Річний хід максимальної температури повітря, ст. Херсон



Рисунок 2.20 – Річний хід максимальної температури повітря,
ст. Білгород-Дністровський

Таблиця 2.43 – Максимум температури повітря, ст. Одеса (2006-2019 pp.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	1,8	3,0	8,1	14,1	21,0	26,0	28,4	28,6	22,4	15,1	9,4	4,8	15,2
Середній з абсолютних	9,0	11,8	16,2	22,0	26,7	31,1	32,9	34,2	28,3	21,8	15,8	12,3	21,8
Абсолютний	12,0	16,8	20,3	27,8	32,3	33,1	38,4	36,8	32,9	26,7	22,1	16,5	38,4
Рік	2007	2016	2012	2012	2007	2012	2007	2010	2018	2011	2010	2015	2007
Дата	24.01	16.02	19.03	29.04	25.05	20.06	23.07	12.08	01.09	05.10	05.11	27.12	23.07

Таблиця 2.44 – Максимум температури повітря, ст. Миколаїв (2006-2019 pp.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	0,5	2,8	9,5	17,2	23,7	28,4	30,5	30,9	24,2	16,0	9,1	3,8	16,4
Середній з абсолютних	8,7	11,7	17,6	24,4	29,6	32,9	35,0	36,2	31,1	23,3	15,6	11,6	23,0
Абсолютний	11,6	15,9	20,5	31,2	36,3	35,4	38,8	39,3	35,5	27,3	20,9	14,9	39,3
Рік	2013	2016	2007, 2012	2012	2007	2012	2007	2017	2015	2011	2019	2008	2017
Дата	22.01	16.02	21.03, 19.03	30.04	25.05	22.06	21.07	05.08	04.09	05.10	05.11, 11.11	05.12	05.08

Таблиця 2.45 – Максимум температури повітря, ст. Херсон (2006-2019 pp.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	0,8	3,2	9,5	17,0	23,9	28,6	30,7	31,4	24,4	16,0	9,1	4,1	16,6
Середній з абсолютних	9,4	13,2	17,6	24,7	28,6	34,0	35,2	36,7	31,4	23,4	17,8	12,7	23,7
Абсолютний	12,9	19,1	21,8	31,5	33,6	38,1	38,1	40,5	35,0	28,1	21,1	16,1	40,5
Рік	2013	2008	2014	2012	2012	2009	2016	2010	2018	2012	2010	2008	2010
Дата	22.01	21.02	25.03	30.04	12.05	25.06	17.07	08.08	01.09	02.10	09.11	05.12	08.08

Таблиця 2.46 – Максимум температури повітря, ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 pp.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	2,1	3,0	8,6	14,9	22,0	26,5	28,9	28,8	22,5	15,4	9,9	4,2	15,6
Середній з абсолютних	9,1	11,8	16,2	22,5	27,4	31,1	33,5	33,1	28,2	22,4	16,7	16,0	22,1
Абсолютний	12,7	16,9	22,5	29,3	30,9	35,3	38,0	36,4	32,2	26,6	22,8	55,0	55,0
Рік	2014	2017	2012	2012	2012	2012	2007	2010	2018	2019	2010	2008	2008
Дата	18.01	24.02	19.03	30.04	01.05	20.06	23.07	10.08	01.09	10.10	05.11	28.12	28.12

Найбільш висока максимальна температура для даного періоду на **ст. Бердянськ** становить 29,6 °С (серпень), найменша з максимальних спостерігається у січні – 0,1 °С. В середньому за рік максимум температури становить 14,9 °С. Абсолютний максимум зафіксований у серпні 2017 року – 37,0 °С (табл. 2.47).

Порівняно з кадастром ці значення збільшились (рис. 2.21), оскільки річне значення максимуму температури за період 1961-1990 рр. становить 13,5 °С, а абсолютний максимум становить 36,9 °С (липень 1946 р.).

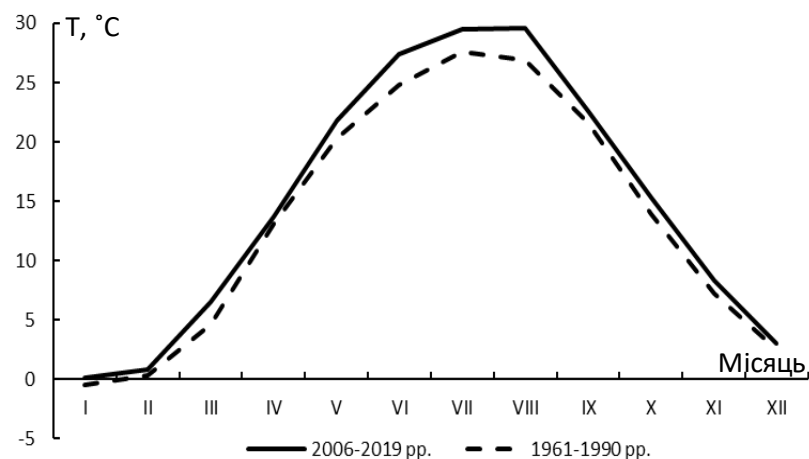


Рисунок 2.21 – Річний хід максимуму температури повітря, ст. Бердянськ

Найбільш високий максимум температури повітря для **ст. Чорноморськ** становить 28,7 °С (липень-серпень), найбільш низький – у січні (2,2 °С). В середньому за рік мінімум температури становить 15,4 °С. Абсолютний максимум зафіксований у серпні 2010 року – 36,8 °С (табл. 2.48).

Таблиця 2.47 – Максимум температури повітря, ст. Бердянськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	0,1	0,8	6,5	13,7	21,8	27,4	29,5	29,6	22,6	15,3	8,3	3,0	14,9
Середній з абсолютних	5,4	6,8	11,9	20,6	27,8	31,6	33,2	31,7	28,0	20,0	14,3	8,3	19,8
Абсолютний	8,0	10,0	15,1	26,4	31,2	34,2	36,0	37,0	29,6	23,2	17,6	11,8	37,0
Рік	2018	2014	2014	2012	2007	2009	2012	2017	2016	2006, 2012	2013	2008	2017
Дата	07.01	21.02	23.03	29.04	25.05	25.06	24.07	05.08	07.09	05.10, 01.10	06.11	06.12	05.08

Таблиця 2.48 – Максимум температури повітря, ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середній	2,2	2,8	8,0	13,8	21,2	26,3	28,7	28,7	22,5	15,7	10,1	4,7	15,4
Середній з абсолютних	8,2	10,7	16,2	20,6	26,2	30,4	32,2	33,5	28,0	22,0	17,0	11,6	21,2
Абсолютний	13,0	15,4	21,3	26,9	30,2	33,1	35,6	36,8	32,8	27,5	24,1	14,3	36,8
Рік	2014	2017	2010	2012	2012	2013	2009	2010	2018	2007	2012	2014	2010
Дата	18.01	23.02	22.03	28.04	12.05	28.06	17.07	12.08	01.09	08.10	23.11	24.12	12.08

3 ІНДЕКСИ ЕКСТРЕМАЛЬНОСТІ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Збільшення повторюваності та інтенсивності стихійних явищ погоди у наш час завдають значних збитків, як економічних, так і людських жертв. Досить гостро на сьогоднішній день стоїть питання екстремальних змін у кліматичній системі, що показують межі природної мінливості. Питання щодо уникнення, або хоча б пом'якшення наслідків, які завдають дані екстремальні явища погоди, є одним з пріоритетних, а дослідження кліматичних екстремумів постає першочерговою задачею і однією з головних сфер діяльності Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО).

У зв'язку з цим проводяться масштабні дослідження, орієнтовані на оцінювання ймовірних майбутніх змін клімату [14]. Але, лише на сьогодні ми можемо давати більш розгорнуту та точну оцінку поведінки даних явищ, оскільки у користування нам надаються більш свіжі та нові дані, які продовжують ряди гідрометеорологічної інформації [15]. Виходячи з цього актуальними стають і дослідження даних змін, як на глобальному, так і на регіональному рівнях [16].

Погодні та кліматичні екстремуми є більш інформативними, ніж середні показники, оскільки останні мають потребу в додатковій інтерпретації, оскільки навіть для температури зміни можуть бути неузгодженими між середнім та екстремумами, мінімальними і максимальними значеннями та іншими частинами розподілу через зміни у зворотних процесах або енергетичному спектрі, які можуть впливати на інші частини розподілу [17].

Існує декілька визначень кліматичних екстремумів, які використовуються в наукових працях одночасно, тому для того, щоб уникнути помилкової інтерпретації, достатньо в подальшому визначитись з термінологією, що використовується для опису екстремальних явищ в кліматології. Частково помилкове вживання різних термінів відбувається через використання слова «екстремум», як характеристики кліматичної змінної, так і характеристики впливу [18].

У випадку змін клімату, які стосуються температури повітря біля поверхні землі поняття “екстремуму” досить чітко визначене і зазвичай відноситься до значень величини, що спостерігаються у хвостах розподілу, тобто значень, що, реалізуватимуться досить рідко [17].

Індекси фіксованих порогових значень визначаються як кількість днів, протягом яких температура повітря реєструється вище або нижче встановленого порогу, включаючи кількість морозних днів (FD), кількість

морозних ночей (ID), кількість літніх днів (SU), кількість тропічних ночей (TR).

Ці індекси не обов'язково мають однакове значення для всіх кліматичних зон, оскільки фіксовані пороги, що використовуються, можуть не бути придатними скрізь. Однак попередні дослідження показали, що температурні показники, такі як FD, кількість днів, коли мінімальна температура знижується нижче 0°C , виявляли узгоджені тенденції в середніх широтах у другій половині XX століття.

Крім того, зміни в цих індексах можуть мати глибокий вплив на окремі сфери суспільства, якщо пороги мають фізичне, гідрологічне або біологічне значення [19,20].

Аномалії температури повітря обраного періоду досліджувались за допомогою саме таких індексів (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Екстремальні температурні індекси, які характеризують температурний режим

Скорочена назва індексу	Назва індексу	Опис	Обчислення	Одиниця вимірювання
SU	Літні дні (Summer Days)	Кількість днів з максимальними температурами вищими за 25°C	Якщо Tx_{ij} – добова максимальна температура вдень i періоду j , то SU являтиме собою кількість днів, коли $Tx_{ij} > 25^{\circ}\text{C}$	Дні
TR	Тропічні ночі (Tropical Night)	Кількість днів з мінімальними температурами вищими за 20°C	Якщо Tx_{ij} – добова мінімальна температура вдень i періоду j , то TR являтиме собою кількість днів, коли $Tx_{ij} > 20^{\circ}\text{C}$	Дні
ID	Морозні дні (Ice Days)	Кількість днів з максимальними температурами нижчими за 0°C	Якщо Tx_{ij} – добова максимальна температура вдень i періоду j , то ID являтиме собою кількість днів, коли $Tx_{ij} < 0^{\circ}\text{C}$	Дні
FD	Морозні ночі (Frost Days)	Кількість днів з мінімальними температурами нижчими за 0°C	Якщо Tx_{ij} – добова мінімальна температура вдень i періоду j , то FD являтиме собою кількість днів, коли $Tx_{ij} < 0^{\circ}\text{C}$	Ночі

3.1 Аналіз індексів екстремальних температур повітря

На станції Одеса протягом періоду 2006-2019 рр. найбільша кількість літніх днів спостерігається у 2007 та 2019 роках – 105 та 101 днів, відповідно. Найменша кількість літніх днів зафіксована у 2006 році – 66 днів. У інші роки даного періоду спостерігається в середньому по 70 літніх днів. Щодо річного ходу, то спостерігаються такі температури у теплий період, найбільша кількість днів припадає на липень та серпень (28 та 27 днів). Найменше таких днів спостерігається у жовтні, загалом за період лише 0,2 дні.

Тропічні ночі також спостерігаються у теплий період, таких ночей найбільше зафіксовано у 2012 році – 49. Найменша кількість тропічних ночей (19) спостерігається у 2013 році. Протягом року максимальна кількість припадає на липень-серпень – 13 днів. Мінімум таких ночей у травні – в середньому 0,4 ночі на місяць.

Морозні ночі та морозні дні спостерігаються відповідно у холодний період. Морозних днів за період спостерігається найбільше у 2010 та 2012 роках – 38 днів, найменше у 2019 році – 10. Протягом року таких днів спостерігається найбільше у січні (11), найменше – у листопаді (1).

Морозних ночей найбільше у 2013 році, найменше у 2007 та 2019 роках – 41. Протягом року максимум таких ночей припадає на січень (20), також переважна кількість спостерігається у лютому та грудні. Найменше морозних ночей у квітні та жовтні, в середньому 0,1 (додаток А1).

У Миколаєві літніх днів найбільше у 2012 році (128 днів), найменше – у 2016 році (10). Протягом року максимум спостерігається у липні-серпні (26), мінімум у жовтні – в середньому 0,8 днів.

Тропічних ночей на даній території спостерігається найбільше у 2012 році – 36, найменше у 2016 – таких ночей взагалі не відмічалось. Максимум протягом року зафіксовано у серпні – 7 днів, мінімум – квітень-травень (0,1 день).

Морозних днів найбільше також у 2012 році – 48 днів, найменша кількість – 14 днів (2015, 2017 та 2019 рр.). Протягом року таких днів найбільше у січні (13), найменше у листопаді (1).

Максимум морозних ночей спостерігається у 2011 році (109 ночей), найменшу у 2017 – 42 ночі. Протягом року у січні зафіксовано найбільше число ночей, що відповідають критеріям морозних – 22 ночі, найменше таких ночей у квітні – 2 (додаток А2).

На станції Херсон літніх днів найбільше у 2012 році – 133, найменше у 2006 році – 88 днів. У липні-серпні спостерігається річний максимум літніх

днів – 28, найменше таких днів у жовтні (в середньому 1,1 день). Тропічних ночей також найбільше у 2012 році – 29, найменше у 2011 – 5 ночей. Максимум таких ночей протягом року припадає на серпень (5,9), мінімум – на травень та жовтень, в середньому 0,1 ніч.

Морозних днів найбільше у січні (13,1), найменше у квітні (0,1). Загалом максимальна кількість таких днів спостерігається у 2012 році – 49 днів, мінімум у 2019 році – 12. Морозних ночей найбільше у 2011 році – 113 ночей, а найменше у 2015 р. – 65. Протягом року максимальна кількість спостерігається у січні (23,3), мінімальна – у листопаді, таких ночей в середньому 0,1 (додаток А3).

Літніх днів на станції Білгород-Дністровський найбільше спостерігається у серпні (20 днів), найменша кількість таких днів становить 0,1 – листопад. Загалом максимальна кількість днів спостерігається у 2012 році – 112 днів, мінімальна у 2019 – 7 днів. Тропічних ночей найбільше у липні-серпні (13), найменше у жовтні (0,1). Загалом найбільше у 2012 році (60), найменше у 2015 – 1 ніч.

Найбільша кількість морозних днів на даній території становить 38 днів (2012 рік), найменша – 1 день (2019 рік). Протягом року найбільша кількість морозних ночей становить 8,9 (січень), найменша – 0,3 (листопад). Морозних ночей найбільше у січні (13,1), найменше у жовтні (0,1). Загалом максимум спостерігається у 2013 році – 72 ночі, мінімум – 2 ночі у 2019 році (додаток А4).

Найбільша кількість літніх днів на станції Бердянськ спостерігається у липні та серпні, таких днів зафіксовано 21, відповідно найменша кількість літніх днів у вересні – 5 днів. Загалом найбільша річна кількість літніх днів спостерігається у 2007 році (108), у 2017 році таких днів не спостерігалось зовсім.

Тропічні ночі спостерігаються з травня по жовтень, максимум липень-серпень – 13 ночей, мінімум травень та жовтень – 1 ніч. В цілому за рік найбільша кількість таких ночей складає 72 (2010 рік), у 2015 та 2017 роках таких ночей не відмічалось взагалі.

Щодо морозних днів, то найбільше таких днів у січні, а саме 9 днів, найменше – у березні (1) та листопаді (1). Річний максимум морозних днів спостерігається у 2012 році (45 днів), мінімальна кількість зафіксована у 2017 (2 дні) та 2019 (2 дні) роках. Морозних ночей на даній території більше, у січні спостерігається максимум – 15 ночей, також достатня кількість у лютому (14 днів), найменше таких днів у листопаді (5). У 2011 році зафіксовано максимальну кількість морозних ночей, а саме 91 ніч, найменша кількість таких ночей спостерігалась у 2018 році (7).

На станції Чорноморськ найбільша кількість літніх днів спостерігається у липні (19 днів), загалом за період – у 2007 році (103 дні). Найменше таких днів у травні та жовтні – по 4 дні, річний мінімум зафіксовано у 2016 році (1 день). Тропічних ночей наданій території набагато менше, максимальна кількість у 2010 році – 48 ночей, у 2015 та 2018 роках взагалі не спостерігалось. Протягом року таких ночей найбільше у липні-серпні (9), найменше у червні (4).

Морозні дні спостерігаються з грудня по березень, з них максимум становить 7 днів (січень), мінімум – 1 день (березень). Найбільша річна кількість таких днів спостерігається у 2012 році (34), у 2016 році таких днів не відмічалось зовсім. Максимум морозних ночей припадає на січень-лютий, 13 та 12 ночей, відповідно. Мінімум – на листопад (2 ночі). Найбільша річна кількість морозних ночей спостерігається у 2012 році – 74 ночі, найменше таких днів у 2016 році (3).

3.2 Синоптичні умови, що сприяють утворенню температурних аномалій на досліджуваній території

На основі розрахованих індексів екстремальних температур (SU, TR, ID та FD) для даної території за період 2006-2019 рр. було проведено аналіз синоптичних умов, які сприяли розвитку таких аномалій для більш детального виявлення причин їх утворення.

Найбільша кількість літніх днів (табл. 3.2) зафіксована на ст. Херсон у 2012 р., їх кількість складає 133, періодом з кінця квітня до середини жовтня. У більшості випадків погода обумовлювалась малоградієнтним полем зниженого тиску - 44% (рис. 3.1). Оскільки для даної синоптичної ситуації характерним є слабкий вітер та, як наслідок, стійкі погодні умови, повітряна маса над досліджуваною територією є квазістаціонарною, що за відсутності адвекції холоду призводить до більш інтенсивного прогріву атмосфери. У 17% випадків Херсон знаходився під впливом передньої частини улоговини циклону, орієнтованої з південного-сходу, що, як правило, супроводжується адвекцією тепла. Також вагома частина тропічних днів обумовлювалась малоградієнтним полем підвищеного тиску (12%) та гребнем антициклону орієнтованим з північного-сходу (12%). У останніх 15% погода даної території обумовлювалась периферіями антициклонів, переважно південної складової, теплим та холодним фронтом, у декількох випадках теплим сектором циклону та, навіть, сідловиною. У випадках, коли погода обумовлювалась

проходженням холодного фронту, наступної доби температура повітря знижувалась, але залишалась вищою за порогові значення для даного індексу.

У більшості випадків найвищі температури даного періоду спостерігались за умов малоградієнтного поля зниженого тиску.

Таблиця 3.2 – Повторюваність синоптичних ситуацій у літні дні на ст. Херсон за 2012 р.

№ п/п	Синоптичне положення	Кількість днів	%
1	Центр антициклону	1	1
2	Гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу	16	12
3	Південно-західна периферія антициклону	1	1
4	Південна периферія антициклону	5	4
5	Західна периферія антициклону	1	1
6	Південно-східна периферія антициклону	3	2
7	Північна периферія антициклону	1	1
8	Улоговина циклону орієнтована з південного-сходу	22	17
9	Тилова частина циклону	1	1
10	Теплий сектор циклону	3	2
11	Теплий фронт	2	2
12	Холодний фронт	2	2
13	Малоградієнтне поле зниженого тиску	58	44
14	Малоградієнтне поле підвищеного тиску	16	12
15	Сідловина	1	1
Загалом		133 дні	100%

Тропічних ночей (табл. 3.3) на території Північного Причорномор'я дещо менше, найбільша їх кількість спостерігалась у 2010 році на ст. Бердянськ та склала 73 випадки. Дані аномалії спостерігались у період з червня по серпень. Основна частина з цих випадків (47%) супроводжувалась наявністю малоградієнтного поля зниженого тиску над даною територією (рис. 3.2). Синоптичні умови аналогічні до описаних вище. Також суттєвий вплив мала улоговина циклону орієнтована з південного-сходу, що зафіксована у 16% випадків. У інших випадках погода обумовлювалась улоговинами циклонів орієнтованими з півдня, сходу, гребнями антициклонів орієнтованими з півночі та північного-сходу.

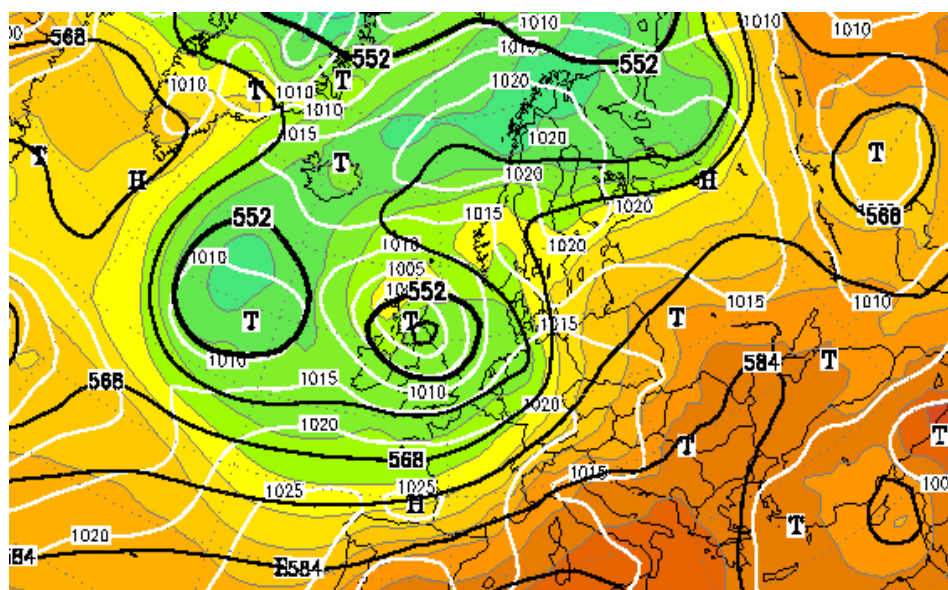


Рисунок 3.1 – Карта баричної топографії за 22.06.2012 р. (12 UTC) [21]

Найвищі температури спостерігались у серпні та були обумовлені впливом улоговини циклону орієнтованого з південного-сходу та малоградієнтним полем зниженого тиску на дану територію.

Таблиця 3.3 – Повторюваність синоптичних ситуацій у тропічні ночі на ст. Бердянськ за 2010 р.

№ п/п	Синоптичне положення	Кількість ночей	%
1	Центр циклону	4	5
2	Улоговина циклону орієнтована з півночі	1	1
3	Улоговина циклону орієнтована з півдня	1	1
4	Улоговина циклону орієнтована з південного-сходу	12	16
5	Улоговина циклону орієнтована за сходу	3	4
6	Тилова частина циклону	3	4
7	Теплий сектор циклону	6	8
8	Гребінь антициклону орієнтований зі сходу	1	1
9	Гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу	4	5
10	Південно-східна периферія антициклону	2	3
11	Малоградієнтне поле підвищеного тиску	2	3
12	Малоградієнтне поле зниженого тиску	34	47
Загалом		73 ночі	100%

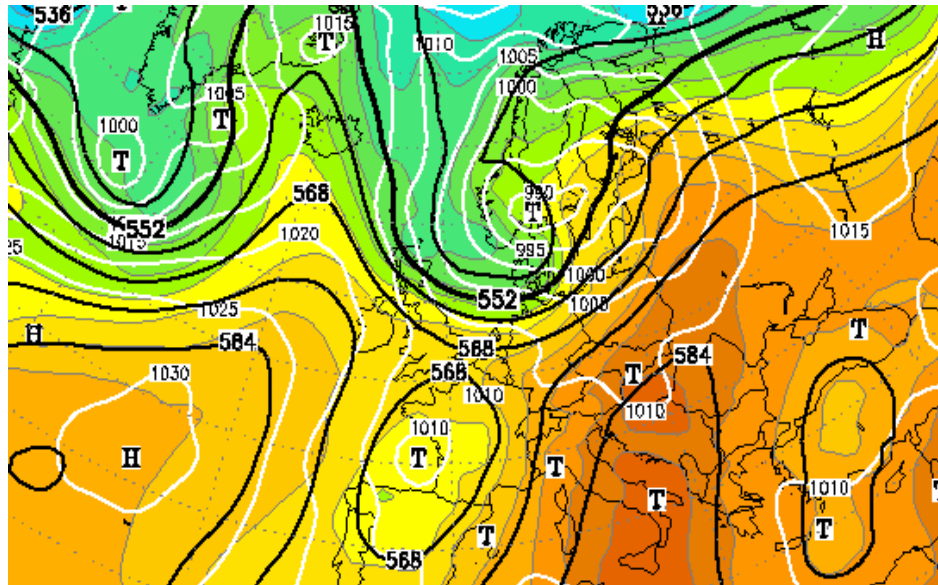


Рисунок 3.2 - Карта баричної топографії за 11.06.2010 р. (00 UTC)

Морозні дні (табл. 3.4) на території Північного Причорномор'я спостерігались у період з середини січня до середини березня і у другій половині грудні на ст. Херсон у 2012 році.

Таблиця 3.4 – Повторюваність синоптичних ситуацій у морозні дні на ст. Херсон у 2012 р.

№ п/п	Синоптичне положення	Кількість днів	%
1	Гребінь антициклону орієнтований зі сходу	1	2
2	Гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу	11	22
3	Гребінь антициклону орієнтований з півночі	5	10
4	Гребінь антициклону орієнтований з півдня	2	4
5	Південна периферія антициклону	5	10
6	Центр циклону	1	2
7	Улоговина циклону орієнтована з півдня	3	6
8	Улоговина циклону орієнтована з північного-сходу	3	6
9	Улоговина циклону орієнтована зі сходу	1	2
10	Улоговина циклону орієнтована з південного-заходу	3	6
11	Улоговина циклону орієнтована з південного-сходу	1	2
12	Малоградієнтне поле підвищеного тиску	4	8
13	Малоградієнтне поле зниженого тиску	3	6
14	Холодний фронт	5	10
15	Сідловина	1	2
Загалом		49 днів	100%

Найбільший вплив на температури даного району мали гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу - 22% (рис. 3.3) та півночі (10%),

також на формування даних температурних аномалій вплив мали і південна периферія антициклону (10%) та проходження холодних фронтів (10%). Для гребня антициклону орієнтованого з північного-сходу та півночі характерним є заток холодного арктичного повітря та відсутність сприятливих умов для утворення туманів та низької хмарності, що в свою чергу є затримуючим шаром, який сприяє прогріванню повітря. У інших випадках погода на даній території формувалась під впливом малоградієнтних полів зниженого тиску і циклонів та їх улоговин, переважно південної складової.

Найнижчі температури спостерігались у дні, коли досліджувана територія знаходилась під впливом гребня антициклону орієнтованого з північного-сходу та півночі, або погода обумовлювалась проходженням холодного фронту.

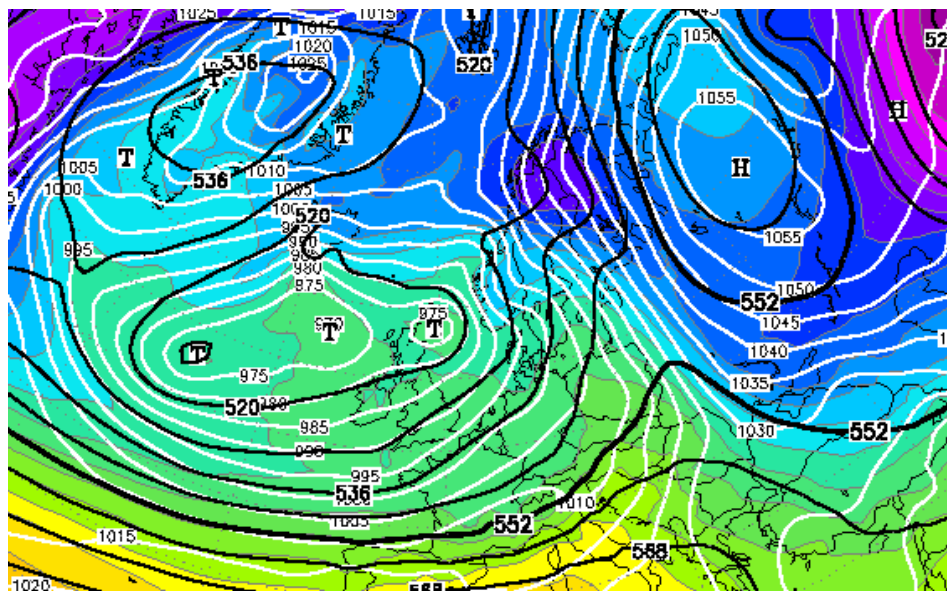


Рисунок 3.3 - Карта баричної топографії за 15.12.2012 р. (12 UTC)

Морозних ночей (табл. 3.5) на даній території зафіксовано найбільше на ст. Херсон у 2011 році – 113 ночей, періодом з середини жовтня до початку квітня. Найбільш сприятливими умовами для формування даних аномалій є гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу - 20% (рис. 3.4) та заходу (10%) і малоградієнтне поле підвищеного тиску (10%). У інших випадках на даній території переважала циклонічна діяльність.

Найбільш низькі температури спостерігались у випадках, коли досліджувана територія обумовлювалась гребнем антициклону орієнтованим з північного-сходу.

Таблиця 3.5 – Повторюваність синоптичних ситуацій у морозні ночі на ст. Херсон у 2012 р.

№ п/п	Синоптичне положення	Кількість днів	%
1	Центр антициклону	1	1
2	Гребінь антициклону орієнтований з південного-заходу	1	1
3	Гребінь антициклону орієнтований зі сходу	2	2
4	Гребінь антициклону орієнтований з півночі	8	7
5	Гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу	23	20
6	Гребінь антициклону орієнтований з північного-заходу	10	9
7	Гребінь антициклону орієнтований з заходу	11	10
8	Гребінь антициклону орієнтований з південного-сходу	2	2
9	Північно-східна периферія	1	1
10	Південно-східна периферія антициклону	3	3
11	Східна периферія антициклону	1	1
12	Південна периферія антициклону	3	3
13	Центр циклону	1	1
14	Улоговина циклону орієнтована північного-сходу	6	5
15	Улоговина циклону орієнтована за сходу	2	2
16	Улоговина циклону орієнтована з півдня	2	2
17	Улоговина орієнтована з південного-сходу	4	4
18	Улоговина циклону орієнтована з півночі	9	8
19	Улоговина циклону орієнтована з північного-заходу	4	4
20	Улоговина циклону орієнтована з південного заходу	1	1
21	Малоградієнтне поле підвищеного тиску	11	10
22	Малоградієнтне поле зниженого тиску	5	4
23	Сідловина	2	2
Загалом		113 днів	100%

4 АНАЛІЗ МАЙБУТНІХ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ЗА СЦЕНАРІЯМИ RCP2.6 ТА RCP4.5

Оскільки підвищення середньої глобальної температури визначається кумулятивними викидами парникових газів, дані викиди виступають важливим показником для оцінки застосування сценаріїв. Зворотні зв'язки кліматичної системи також впливають на підвищення глобальної температури, але на них сильно впливають сукупні викиди парникових газів антропогенного походження [22].

Репрезентативні траєкторії концентрацій (RCP) описують чотири різних варіації викидів парникових газів та атмосферних концентрацій, викидів забруднювачів повітря та землекористування у XXI ст. RCP були розроблені з використанням моделей комплексної оцінки (IAM) у якості вихідної інформації для широкого спектру моделювання кліматичних моделей для прогнозування їх наслідків у самій системі. «Моделі», як правило, представляють чисельне моделювання різних систем, відкаліброване та підтверджене з використанням спостережень та експериментів або аналогій, а надалі, таке, що запускається з використанням вихідних даних, що представляють майбутній клімат [23].

Ці прогнози використовуються для оцінки впливу та адаптації. RCP узгоджуються з широким діапазоном сценаріїв, що працюють на зменшення наслідків. Вони представляють діапазон викидів парникових газів, які включають сценарій жорсткого пом'якшення наслідків (RCP2.6), два проміжних сценарії (RCP4.5 та RCP6.0) та один сценарій з досить високими викидами парникових газів (RCP8.5). Сценарії без додаткових зусиль щодо пом'якшення викидів CO₂ в атмосферу («базові сценарії») приводять до шляху, що знаходиться в діапазоні від RCP4.5 до RCP8.5 (рис. 4.1) [24].

Перший сценарій переоцінює викиди, тоді як другий, навпаки, недооцінює загальні викиди CO₂. Зсуви аналогічні за величиною. Наприклад, у 2030 р., RCP8.5 завищує кумулятивні викиди на 76,7 Гт CO₂ (трохи менше 2 років викидів, аналогічних викидам 2020 р.), тоді як RCP4.5 занижує на 88,1 Гт CO₂ (трохи більше 2 років викидів, аналогічних викидам 2020 р.). Якщо зосередити увагу на 2050 р., ситуація аналогічна: RCP8.5 переоцінює на 234,5 Гт CO₂, а RCP4.5 занижує на 385,5 Гт CO₂ (рис. 4.2) [25].

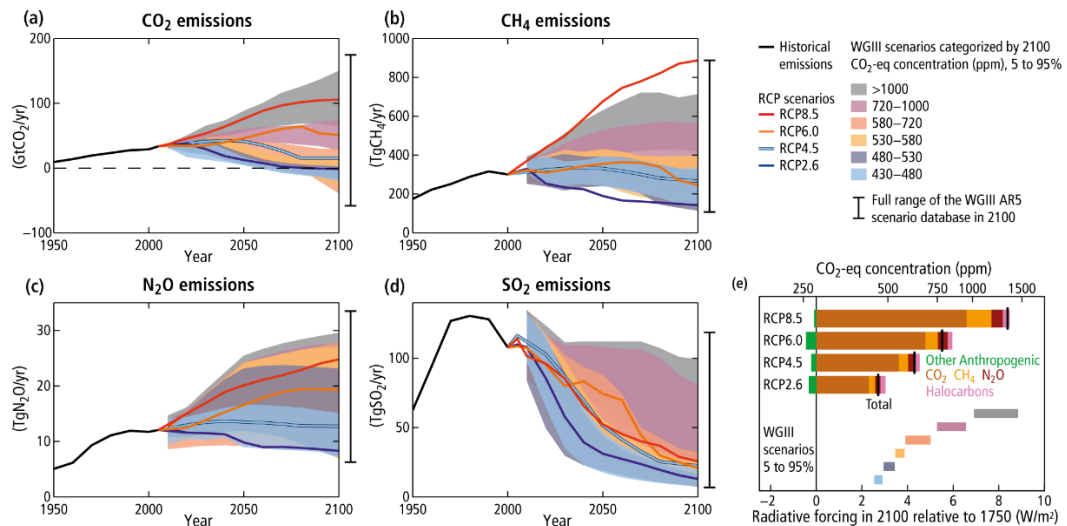


Рисунок 4.1 – Сценарії викидів та результуючі рівні радіаційного впливу для репрезентативних траєкторій концентрації CO₂, CH₄, N₂O та SO₂

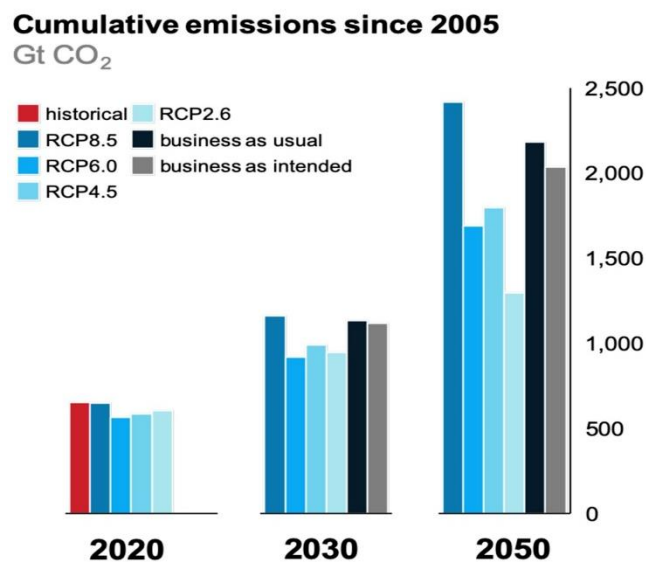


Рисунок 4.2 – Загальні сукупні викиди CO₂ з 2005 по 2020, 2030 та 2050 рр.

Сценарій RCP2.6 представляє собою шлях, направлений на збереження ймовірного глобального потепління на рівні 2°C у порівнянні з доіндустріальними температурами. Більшість моделей показують, що сценарії, які відповідають рівням впливу, аналогічним RCP2.6, характеризуються значними чистими від'ємними викидами до 2100 р., в середньому близько 2 Гт CO₂/рік [26].

Сценарії землекористування показують широкий спектр можливих варіантів майбутнього, від чистого лісовідновлення до подальшого збезліснення. Для таких забруднень повітря, як діоксид сірки (SO₂), сценарії

RCP передбачають послідовне зниження викидів у результаті контролю забруднення повітря та політики пом'якшення наслідків викидів парникових газів.

Важливо відмітити, що дані сценарії не враховують можливі зміни природних взаємодій (наприклад, виверження вулканів).

Ризик кліматичних впливів виникає внаслідок взаємодії кліматичних небезпек із вразливістю та впливом людських та природних систем, включаючи їх здатність адаптуватися. Зростання темпів та масштабів потепління та інші зміни кліматичної системи, що супроводжуються окисленням океану, збільшують ризик серйозних, а в деяких випадках і незворотних згубних наслідків. Майбутні зміни клімату посилять існуючі кліматичні ризики та створять нові [27].

На основі прогностичних даних максимальної та середньої місячної температури повітря за період 2021-2050 рр., розрахованих по трьом моделям, а саме, CLMcom4, MPI-CSC2 та SMHI5, для досліджуваної території, було побудовано графіки часового ходу модельних значень та середнього модального за сценаріями RCP 2.6 та RCP 4.5, на прикладі ст. Бердянськ, Одеса, Миколаїв та Херсон. Такі сценарії було обрано, оскільки вони є найсприятливішими для майбутніх змін температури повітря.

4.1 Зміни максимуму температури повітря на період 2021-2050 рр.

Для сценарію RCP 2.6 (рис. 4.3-4.6), як можна бачити з рисунків, максимальна температура повітря має чітко виражений річний хід, з максимумом влітку, та мінімальними значеннями взимку. Усі три моделі та середнє модальне значення повторюють хід одне одного, за виключенням того, що у перехідні сезони та взимку значення моделі CLMcom4 дещо нижчі за середнє, а моделі MPI-CSC2 навпаки перевищують середнє з березня по червень. Щодо моделі SMHI5, то можна побачити, що відхилення від середнього модального у бік більш високих значень спостерігаються взимку, навесні, навпаки, значення максимальної температури менші приблизно на 1-1,5°C. Така тенденція спостерігається по усій території Північного Причорномор'я.

Порівнюючи прогностичні дані 2021-2050 рр. максимальної температури повітря з досліджуваним періодом 2006-2019 рр., можна спостерігати подібність річного ходу температур обох періодів, за винятком того, що прогностичні графіки мають чіткіше виражений максимум та більш

різкий підйом, порівняно з досліджуваним періодом. Також простежується зміщення річного максимуму, оскільки фактичний максимум спостерігається у серпні, а прогностичний зафіксований у липні, так як і у кліматичній нормі.

Прогностичні температури 2021-2050 рр. дещо вищі за фактичні переважно у холодний період, у теплий же, навпаки, спостерігається незначне зниження максимальної температури повітря. Так, на ст. Бердянськ фактичний мінімум становить $0,1^{\circ}\text{C}$, а прогностичний – $1,1^{\circ}\text{C}$, максимум фактичний – $29,6^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $29,3^{\circ}\text{C}$. На ст. Одеса мінімум фактичний – $1,8^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $3,6^{\circ}\text{C}$; максимум фактичний – $28,6^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $29,9^{\circ}\text{C}$. На ст. Миколаїв максимум фактичний – $30,9^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $30,5^{\circ}\text{C}$; мінімум фактичний – $0,5^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $3,4^{\circ}\text{C}$. На ст. Херсон фактичний максимум – $31,4^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $30,4^{\circ}\text{C}$; фактичний мінімум – $0,8^{\circ}\text{C}$, прогностичний – $5,4^{\circ}\text{C}$.

У даному сценарії найбільші зміни, порівняно з фактичними даними, спостерігаються на ст. Херсон, де максимальна температура січня зростає на $4,6^{\circ}\text{C}$, та на ст. Одеса, де максимальна температура зростає на $1,3^{\circ}\text{C}$.

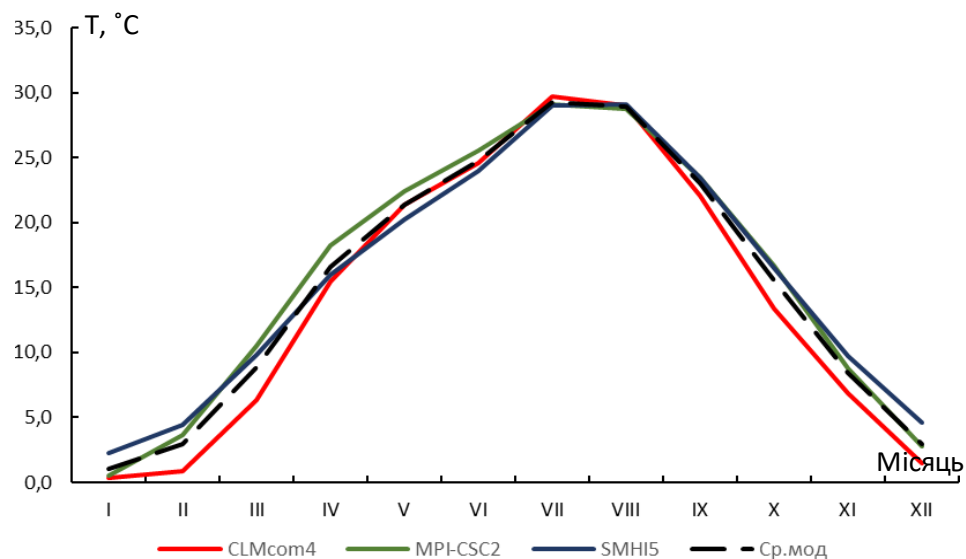


Рисунок 4.3 – Часовий хід прогностичних модельних даних за сценарієм RCP2.6 максимальної температури повітря для ст. Бердянськ за період 2021-2050 рр.

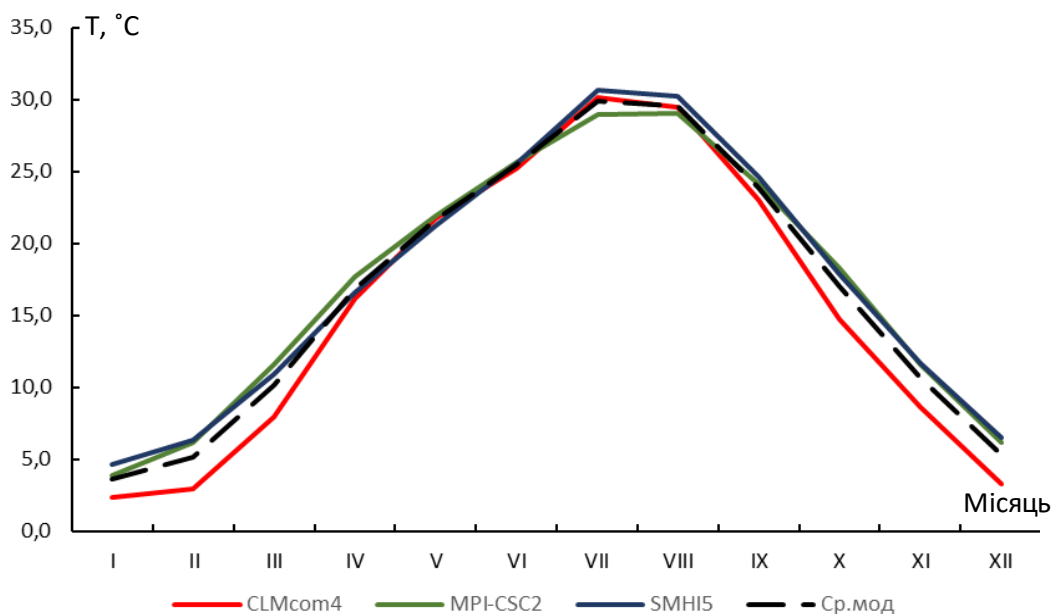


Рисунок 4.4 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, максимальної температури повітря для ст. Одеса за період 2021-2050 рр.

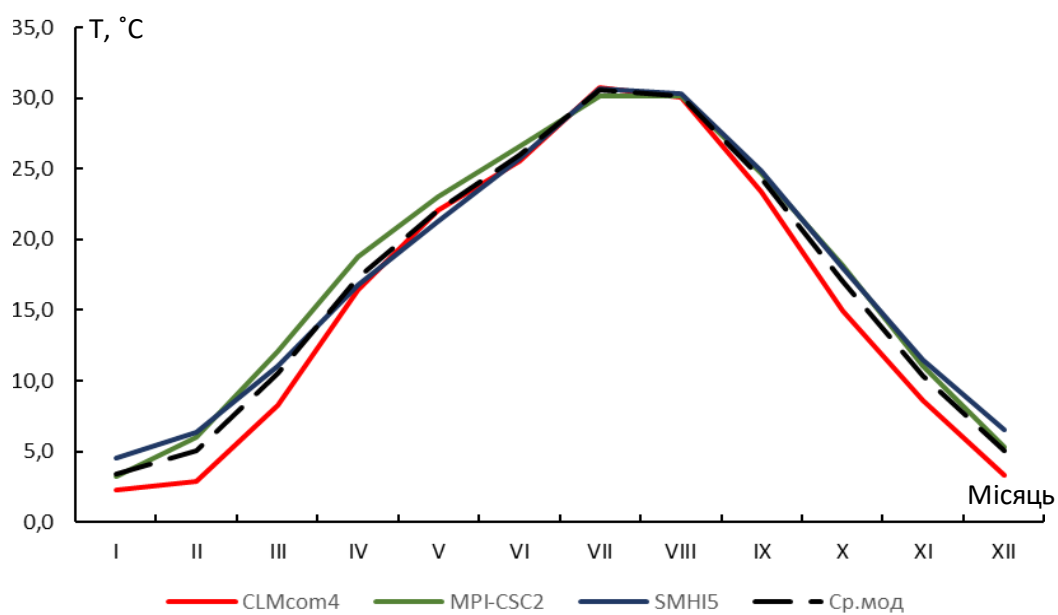


Рисунок 4.5 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, максимальної температури повітря для ст. Миколаїв за період 2021-2050 рр.

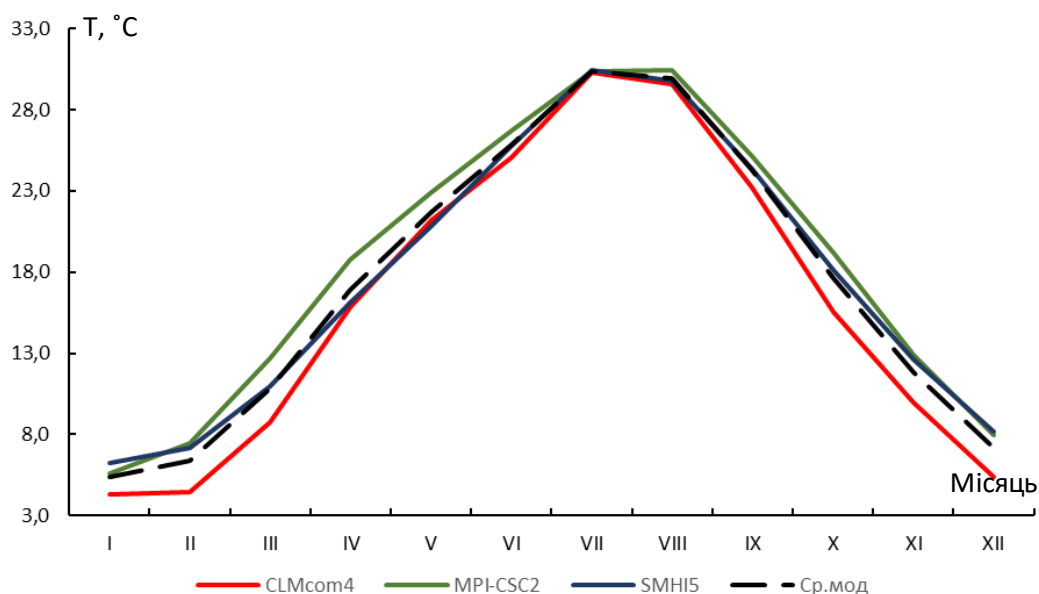


Рисунок 4.6 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, максимальної температури повітря для ст. Херсон за період 2021-2050 рр.

У сценарії RCP 4.5 (рис. 4.7-4.10) помітні деякі зміни. Наприклад, прогностична модель CLMcom4 співпадає з річним ходом середнього модального значення максимальної температури повітря для даних станцій, лише у другій половині року спостерігаються значення дещо нижчі за середні. Модель SMHI5 у холодний період дає вищі за середнє значення температури, а у теплий, навпаки, значення дещо нижчі. Дані моделі MPI-CSC5 загалом не відхиляються від середнього, за винятком періоду з квітня по липень, де температури прямують у бік більш високих значень.

Порівняно з досліджуваним періодом спостерігаються подібні зміни у річному ході максимальної температури, які спостерігаються у сценарії RCP2.6. Річний максимум зміщується з серпня на липень, а контрасти температур більш помітні у холодний період року. На деякій території помітні зменшення прогностичних температур. Наприклад, на ст. Бердянськ літній максимум зменшується на 1,1°C, у Миколаєві на 0,7°C, у Херсоні на 1,6°C, а на ст. Одеса, навпаки, простежується збільшення літнього максимуму на 0,8°C. Щодо зимових максимумів, на усій території Північного Причорномор'я спостерігається потепління в середньому на 1,5-2,0°C.

Найбільш помітні зміни температур простежуються на ст. Херсон, оскільки літній максимум знижується на 1,6°C, а зимовий – зростає на 4,7°C, що є досить значним збільшенням температури.

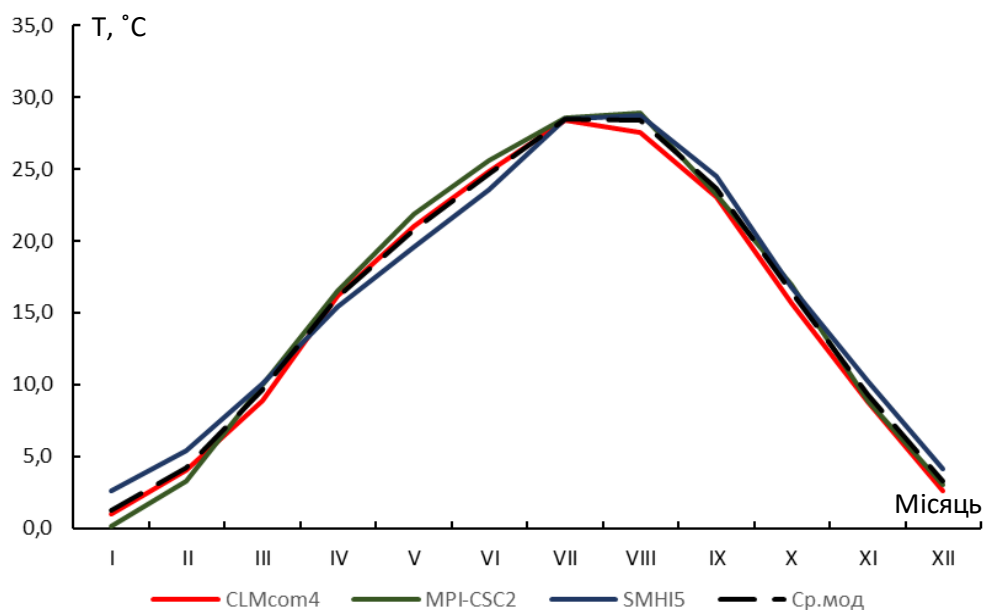


Рисунок 4.7 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, максимальної температури повітря для ст. Бердянськ за період 2021-2050 рр.

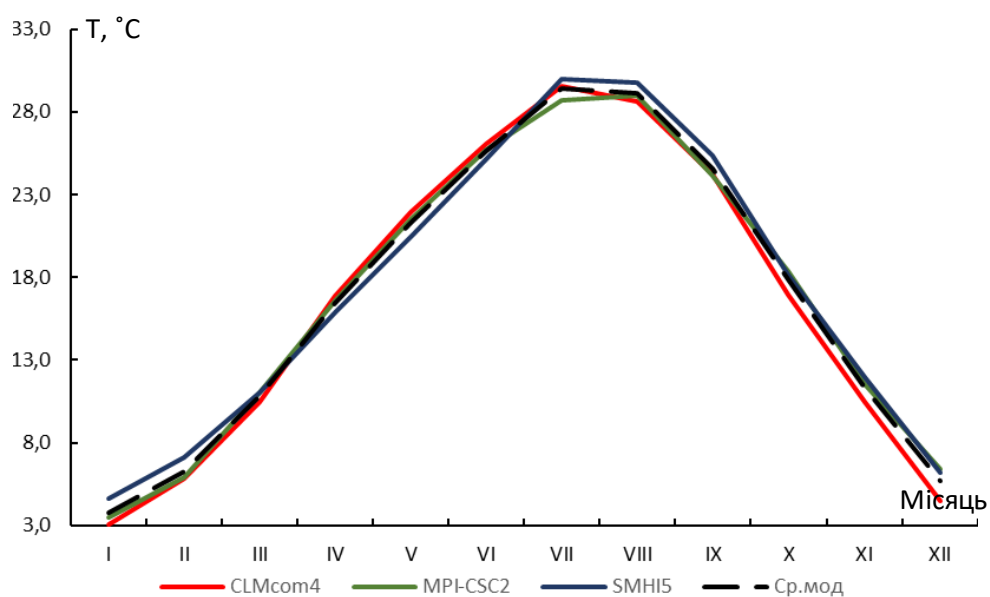


Рисунок 4.8 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, максимальної температури повітря для ст. Одеса за період 2021-2050 рр.

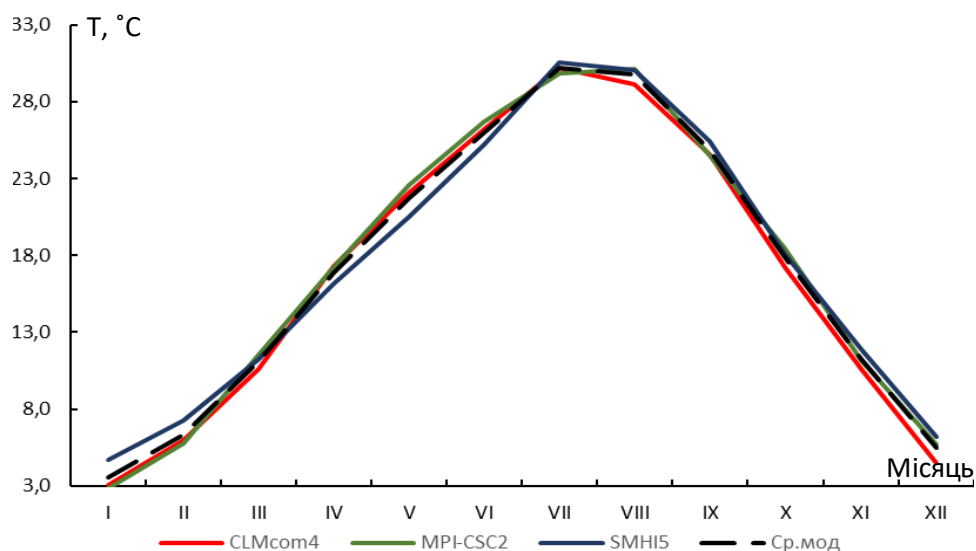


Рисунок 4.9 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, максимальної температури повітря для ст. Миколаїв за період 2021-2050 рр.

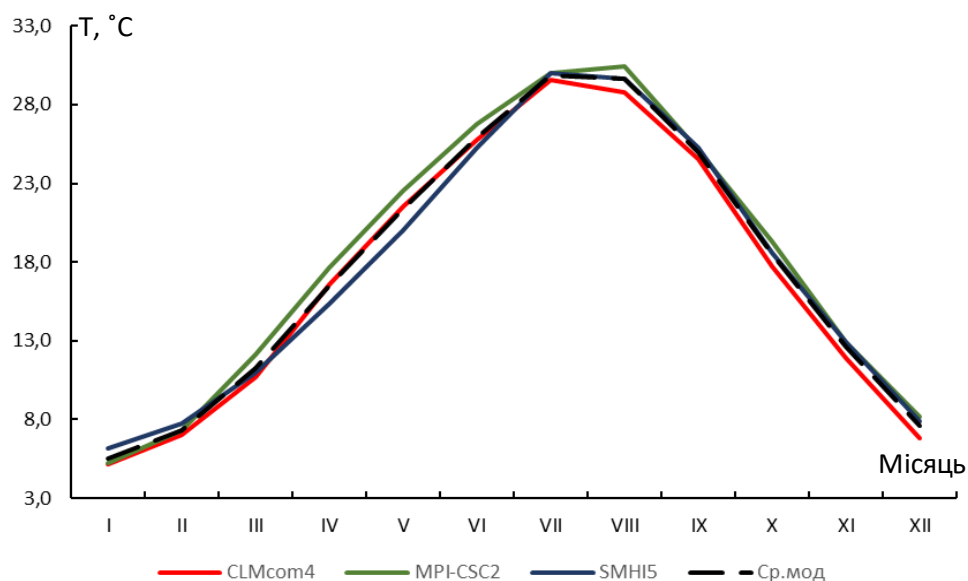


Рисунок 4.10 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, максимальної температури повітря для ст. Херсон за період 2021-2050 рр.

4.2 Зміни середньомісячної температури повітря на період 2021-2050 рр.

Щодо середньої місячної температури повітря за період 2021-2050 рр. за сценарієм RCP2.6 (рис. 4.11-4.14) спостерігається чітко виражений річний хід, з максимумом у липні та мінімумами у січні та лютому. Значення моделі CLMcom4 мають дещо занижені значення у холодний період відносно середнього модального. У літні місяці, навпаки, спостерігається перевищення. Модель MPI-CSC2 у першій половині року дає температури вищі за середні, у другій – відповідає ходу середнього модального. Температури моделі SMHI5 перевищують середнє взимку та восени, весняні температури дещо занижені, а літні відповідають середньому модальному. Дана ситуація спостерігається на усій території Північного Причорномор'я, за винятком того, що на ст. Одеса та Херсон модель MPI-CSC2 дає більш високі значення у період з вересня по грудень.

Річний хід прогностичної середньої місячної температури повітря (2021-2050 рр.) має більш різкий підйом та більш чітко виражений максимум у липні, порівняно з фактичними даними (2006-2019 рр.), де максимум спостерігається у серпні. Прогностичні дані мають дещо вищі значення температур, що більш чітко простежується у холодний період, влітку дані зміни майже не помітні.

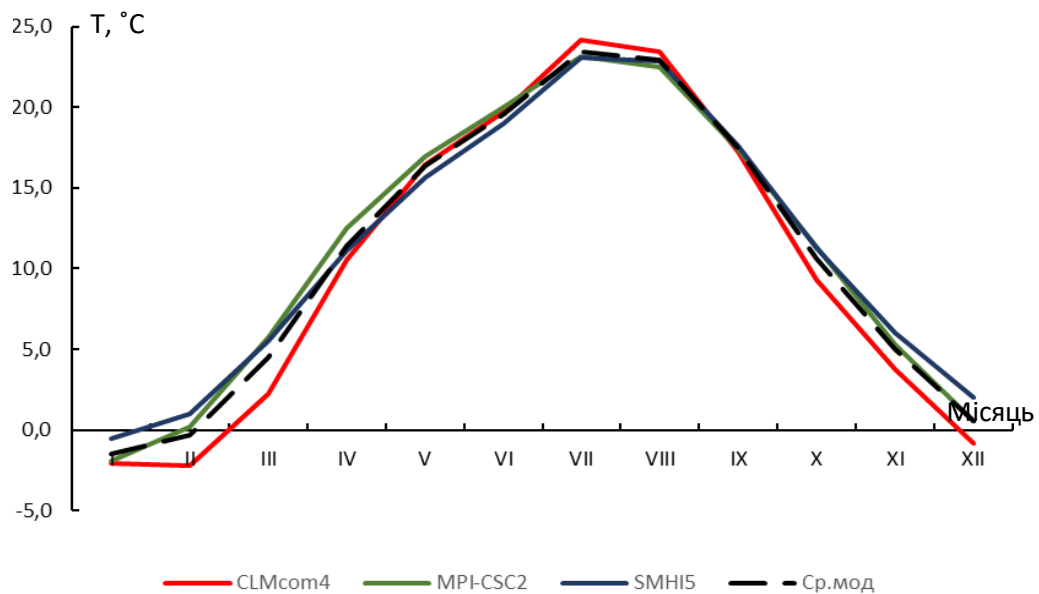


Рисунок 4.11 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, середньої місячної температури повітря для ст. Бердянськ за період 2021-2050 рр.

На даній території помітні збільшення середньої місячної температури, як холодних так і теплих місяців. Температура річного максимуму збільшується в середньому на $0,3^{\circ}\text{C}$, а температура січня – на $2-3^{\circ}\text{C}$.

Найбільш помітні дані зміни на ст. Херсон, оскільки середня місячна температура січня зростає на $4,9^{\circ}\text{C}$.

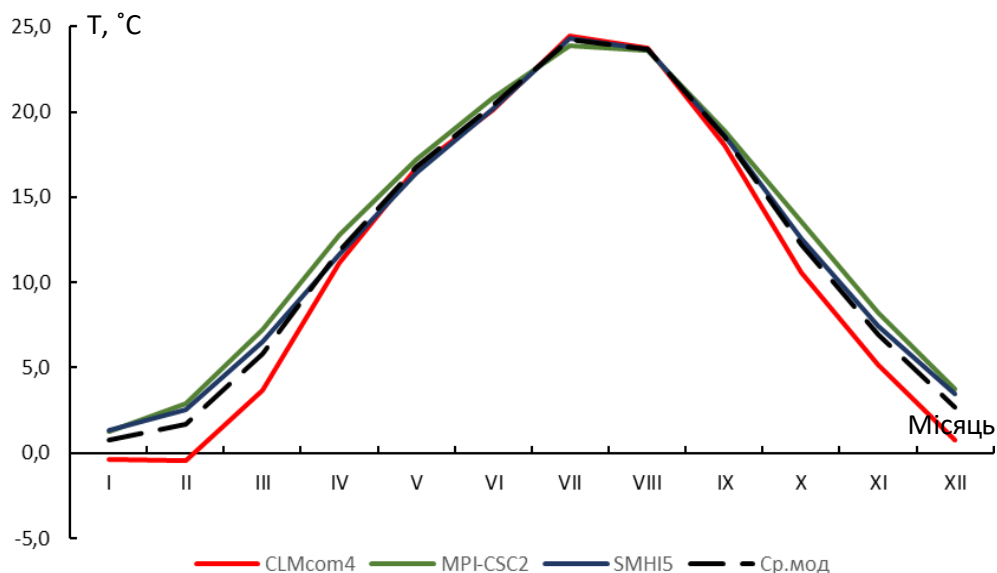


Рисунок 4.12 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, середньої місячної температури повітря для ст. Одеса за період 2021-2050 рр.

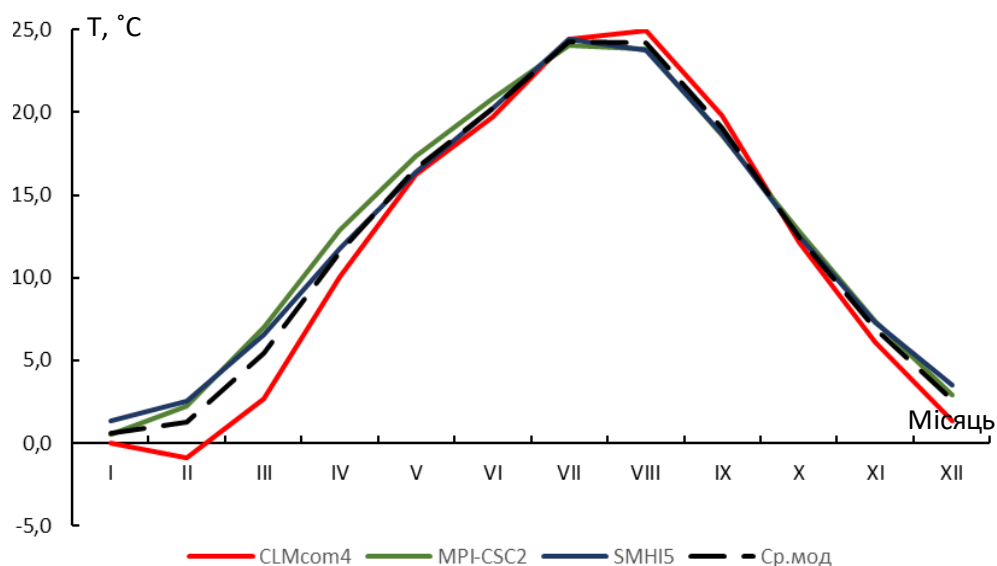


Рисунок 4.13 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, середньої місячної температури повітря для ст. Миколаїв за період 2021-2050 рр.

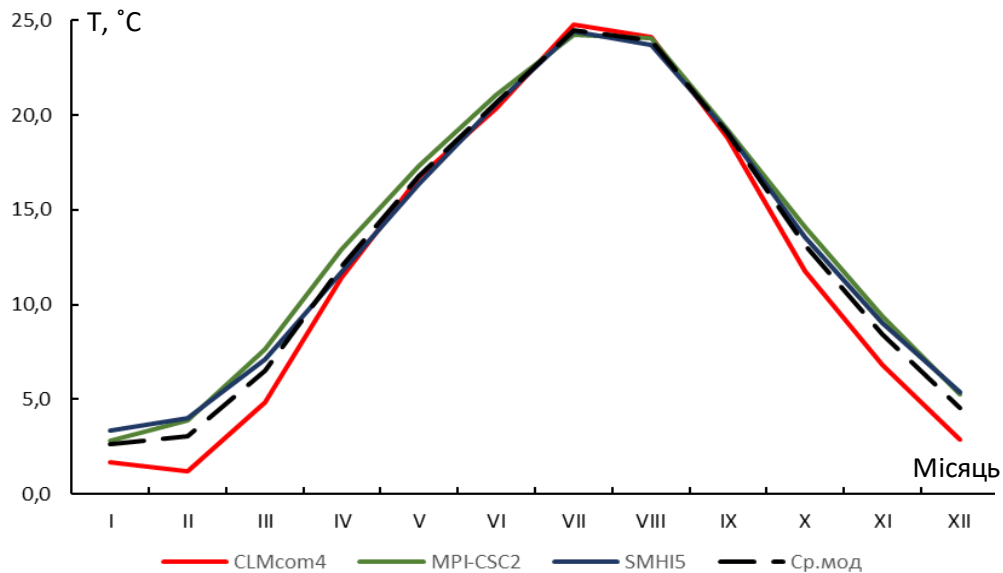


Рисунок 4.14 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP2.6, середньої місячної температури повітря для ст. Херсон за період 2021-2050 рр.

За сценарієм RCP4.5 (рис. 4.15-4.18), як видно з графіків, модельні значення дещо відрізняються від середнього, а саме, модель MPI-CSC2 у січні-лютому дає більш низькі температури, у травні-липні, навпаки, температури знаходяться вище середніх. У інші місяці прогностичні температури співпадають з середнім модальним. Модель SMHI5 дає завищені значення середньої місячної температури у холодні місяці і більш низькі у теплий період. CLMcom4 повністю відповідає річному ходу середнього модального значення середньої місячної температури за період 2021-2050 рр. На станції Одеса спостерігаються деякі відмінності у річному ході температури моделі MPI-CSC2, оскільки значення даних температур співпадають з ходом середнього у першій половині року і лише з жовтня по грудень модель дає дещо завищені значення температур.

Прогностичні дані за даним сценарієм найбільш точно відповідають річному ходу середньої місячної температури повітря за фактичними даними. Простежується поступовий м'який ріст та спад температур, але наявне зміщення річного максимум середньої температури, який за прогностичними даними наявний у липні на відміну від фактичних, де максимумом є серпень.

Збільшення літньої середньої місячної температури повітря спостерігається на ст. Миколаїв та Херсон на $0,2^{\circ}\text{C}$, на ст. Бердянськ та Одеса, навпаки, простежується зменшення температур – на $2,5^{\circ}\text{C}$ та $0,1^{\circ}\text{C}$, відповідно. Середня місячна температура січня зростає в середньому на $2-3^{\circ}\text{C}$, найбільш помітне зростання відбувається на ст. Херсон – $5,1^{\circ}\text{C}$.

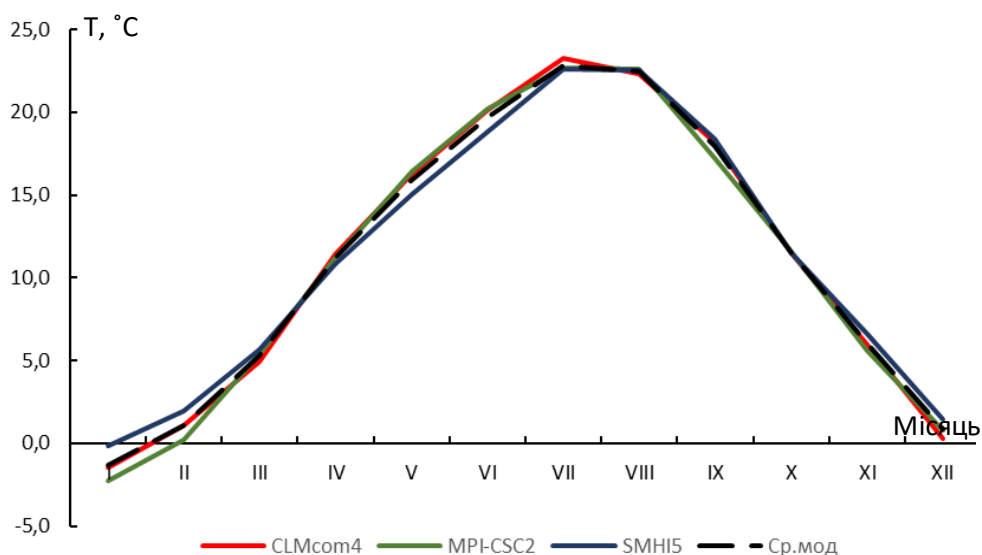


Рисунок 4.15 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, середньої місячної температури повітря для ст. Бердянськ за період 2021-2050 рр.

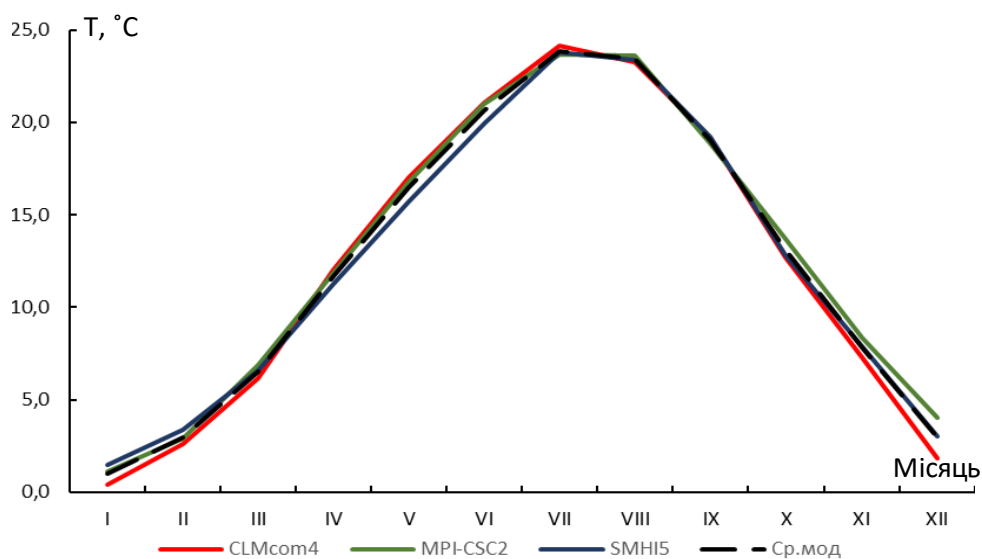


Рисунок 4.16 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, середньої місячної температури повітря для ст. Одеса за період 2021-2050 рр.

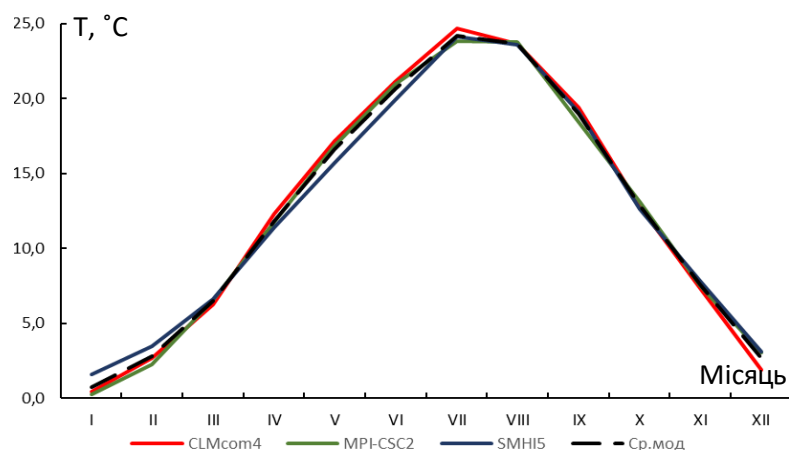


Рисунок 4.17 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, середньої місячної температури повітря для ст. Миколаїв за період 2021-2050 рр.

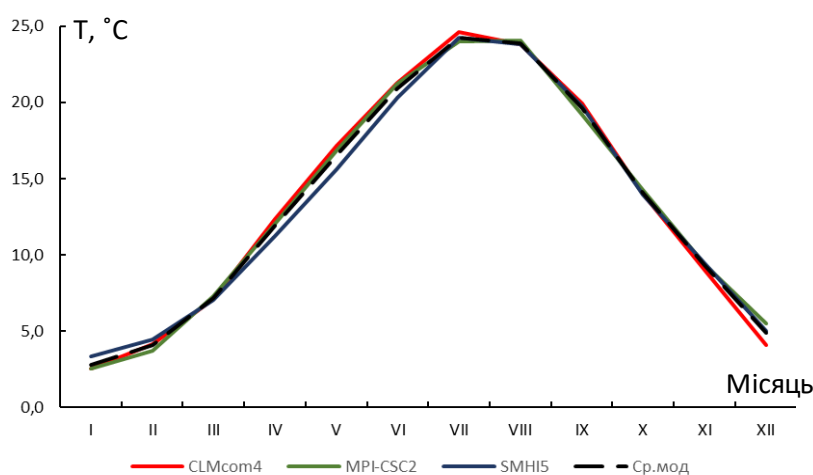


Рисунок 4.18 – Часовий хід прогностичних модельних даних, за сценарієм RCP4.5, середньої місячної температури повітря для ст. Херсон за період 2021-2050 рр.

Порівнюючи між собою два сценарії, можна зробити висновки, що відносно теплого періоду, вищі температури, як у випадку річного максимуму, так і середньої місячної температури, на більшості території прогнозує сценарій RCP2.6, не дивлячись на те, що він є більш сприятливим для майбутніх змін клімату. Щодо холодного періоду, то більш високі температури спостерігаються за сценарієм RCP4.5. Найбільш помітними дані відмінності температур є на ст. Херсон. Тому було додатково проаналізовано середнє модальне значення двох сценаріїв майбутніх змін клімату саме для станції Херсон.

З рисунку 4.19 можна бачити, що криві мають подібний річний хід з чітко вираженим максимумом у липні та мінімумами в грудні та січні, але значення температур за сценарієм RCP 2.6 перевищують прогностичні значення сценарію RCP 4.5 з травня по червень. Дані значення ледь помітні, а значно більші перевищення температур спостерігаються влітку, приблизно на 1-2 °C.

У річному ході середньомісячної температури повітря (рис. 4.20) спостерігаються побідні зміни, але влітку перевищення температур сценарію RCP 2.6 складають менше 1 °C.

На відміну від інших станцій, на ст. Херсон, дані аномалії більш виражені та мають більшу амплітуду змін температур.

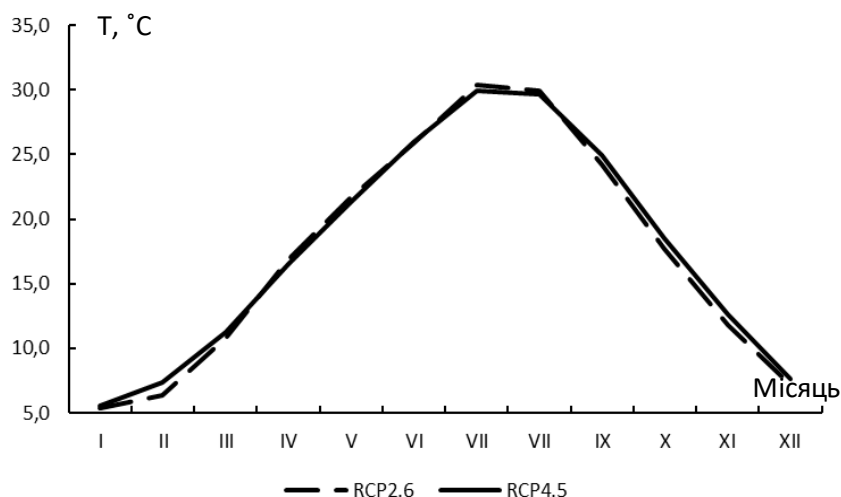


Рисунок 4.19 – Часовий хід середнього модального значення максимальної температури повітря на ст. Херсон

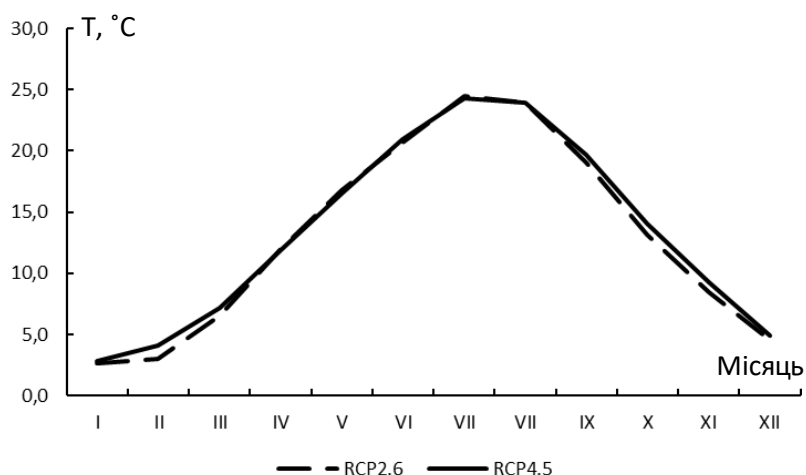


Рисунок 4.20 – Часовий хід середнього модального значення середньомісячної температури повітря на ст. Херсон

ВИСНОВКИ

У даній роботі розглядалися особливості формування температурного режиму Північного Причорномор'я в умовах сучасних змін клімату. Для дослідження було обрано 6 станцій: Одеса, Миколаїв, Херсон, Бердянськ, Білгород-Дністровський та Чорноморськ.

У результаті дослідження було отримано наступні результати. На даній території відбуваються зростання температури повітря порівняно з кліматичною нормою, про це свідчить підвищення середньомісячної температури повітря на усіх станціях. В холодний період зростання відбувається в середньому на 0,3-0,5 °С, у теплий - на 2-3 °С. Відповідно зменшується число днів з добовою температурою нижче 0 °С. Добова амплітуда коливань температури повітря на даній території збільшується у теплий період та зменшується у холодний. Максимум та мінімум добової температури повітря має стійку тенденцію до зростання порівняно з кадастром.

Також спостерігається переважна кількість літніх днів (індекс SU), таких днів за даний період на досліджуваній території в середньому до 85. Тропічних ночей (індекс TR) спостерігається до 30 у період з квітня по вересень. Щодо морозних днів (індекс ID), то таких днів небагато – до 24 днів за період грудень-березень. Морозних ночей (індекс FD) на даній території в середньому до 60.

Найбільша кількість літніх днів зафіксована на станції Херсон у 2012 році (133 дні). У більшості випадків погода обумовлювалась малоградієнтним полем зниженого тиску - 44%. Найменша кількість днів з температурами вище 25 °С спостерігалась у 2017 році на станції Бердянськ – 0 днів.

Тропічних ночей на даній станції зафіксовано найбільше – 72 ночі (2010 р.). Основна частина з цих випадків (47%) супроводжувалась наявністю малоградієнтного поля зниженого тиску. Взагалі не відмічалось ночей з мінімальними температурами вище 20 °С на ст. Чорноморськ (2015, 2018 рр.), Бердянськ (2015, 2017 рр.) та на ст. Миколаїв (2016 р.).

Максимум морозних днів зафіксовано на ст. Херсон у 2012 році (49), мінімум на ст. Чорноморськ у 2016 році – 0 днів. Найбільший вплив на температури даного району мали гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу - 22% та півночі (10%).

Морозних ночей на даній території найбільше відмічалось у 2011 році на ст. Херсон (113 ночей). Найбільш сприятливими умовами для формування даних аномалій є гребінь антициклону орієнтований з північного-сходу -20%.

Найменше ночей з від'ємними мінімальними температурами спостерігалось у 2019 році на ст. Білгород-Дністровський (2).

На основі прогностичних даних максимальної та середньої місячної температури повітря було побудовано графіки часового ходу модельних значень та середнього модального за сценаріями RCP 2.6 та RCP 4.5

Так для сценарію RCP 2.6 прогностичні дані максимальної температури повітря порівняно з досліджуваними мають чіткіше виражений максимум та більш різкий підйом. Температури 2021-2050 рр. дещо вищі за фактичні переважно у холодний період, у теплий спостерігається незначне зниження максимальної температури повітря. У сценарії RCP 4.5 спостерігаються подібні зміни у річному ході максимальної температури, які спостерігаються і у сценарії RCP2.6. Прогностичні дані середньомісячної температури повітря мають дещо вищі значення температур, що більш чітко простежується у холодний період, влітку дані зміни майже не помітні.

Порівнявши два сценарії встановлено, що відносно теплого періоду, вищі температури, як у випадку річного максимуму, так і середньої місячної температури, на більшості території прогнозує сценарій RCP2.6. Щодо холодного періоду, то більш високі температури спостерігаються за сценарієм RCP4.5. Найбільш помітними дані відмінності температур є на ст. Херсон.

Значення температур за сценарієм RCP 2.6 на ст. Херсон перевищують прогностичні значення сценарію RCP 4.5 з травня по червень. Найбільші перевищення температур спостерігаються влітку, приблизно на 1-2 °С. Значення середньомісячної температури повітря мають аналогічні зміни.

Отже, дані зміни вказують на те, що відбувається помітне зростання температури повітря та збільшення випадків з екстремальними температурами, що супроводжується досить великим спектром синоптичних умов. Про це свідчить значне потепління досліджуваного періоду порівняно з кліматичною нормою. Прогностичні дані на 2021-2050 рр. також вказують на ймовірне подальше потепління щонайменше на 1-2 °С для найм'якіших сценаріїв майбутніх змін, що в свою чергу може призвести до глобальних змін у кліматичній системі, як даної території, так і усієї планети.



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Балабух В.А. 2011. Межгодовая изменчивость интенсивности конвекции в Украине // Глобальные и региональные изменения климата; под ред. Осадчего В.И. / В.А. Балабух. - Киев: Ника-Центр. с.150-159.
2. Балабух В.О. Регіональні особливості розподілу небезпечних і стихійних конвективних явищ погоди при переміщенні на Україну циклонів і фронтів з північною складовою наприкінці ХХ ст, 2002. - 31-36 с.
3. Електронний ресурс: <https://rp5.ua/> (дата перегляду: 01.12.2020 р.)
4. Кліматичний кадастр України (електронна версія) / Державна гідрометеорологічна служба [та ін.]. - Київ: Б.в. - 2006.
5. Пестушко В. Ю., Сасихов В. О., Уварова Г. Є. Географія світу. - К.: Абрис, 1995. - 288 с.
6. Tom L. McKnight, Darrel Hess. Climate Zones and Types: The Köppen System // Physical Geography: A Landscape Appreciation (англ.). - Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. - P. 200-201.
7. Пономаренко В.Б. Основні показники клімату України, 2015. - 31с.
8. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. - К.: Вид. Раєвського, 2003. - 343 с.
9. Хромов С.П. Метеорология и климатология для географических факультетов.Л.:Гидрометеиздат,1983,с.455.
10. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология: Учебник. - Л.:Гидрометеиздат,1991. - 616 с.
11. Бабіченко 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.
12. Повторюваність середньої добової температури повітря в останні десятиріччя на прикладі ОГМС Київ / В. Ф. Мартазінова, С. В. Савчук, В. В. Остапчук // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. - 2016. - Вип. 269. - С. 3-10.
13. В.І. Осадчий, Е. Агуілар, О.А. Скриник, Д.О. Бойчук, В.П. Сіденко, О.Я. Скриник. ДОБОВА АСИМЕТРІЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ В УКРАЇНИ, 2018, N3:21-30 Український географічний журнал 2018 (3).
14. Кошкин Д.А., Кочугова Е.А. Индикация изменения климата в терминах индексов экстремальности температуры воздуха и их связь с изменениями атмосферной циркуляции на территории Предбайкалья. Ученые

записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, 2011.

15. Hegerl GC, Zwiers FW, Stott PA, Kharin VV (2004) Detectability of anthropogenic changes in annual temperature and precipitation extremes. *J Clim* 17:3683 - 3700.

16. Kharin VV, Zwiers FW, Zhang X, Hegerl GC (2007) Changes in temperature and precipitation extremes in the IPCC ensemble of global coupled model simulations. *J Clim* 20:1419 - 1444.

17. Zwiers F.W. et al. (2013) Climate Extremes: Challenges in Estimating and Understanding Recent Changes in the Frequency and Intensity of Extreme Climate and Weather Events. In: Asrar G., Hurrell J. (eds) *Climate Science for Serving Society*. Springer, Dordrecht.

18. Seneviratne SI, Nicholls N, Easterling D, Goodess CM, Kanae S, Kossin J, Luo Y, Marengo J, McInnes K, Rahimi M, Reichstein M, Sorteberg A, Vera C, Zhang X (2012) Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Field CB, Barros V, Stocker TF, Qin D, Dokken D, Ebi KL, Mastrandrea MD, Mach KJ, Plattner G-K, Allen SK, Tignor M, Midgley PM (eds) *Intergovernmental Panel on Climate Change special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. Cambridge University Press, Cambridge/New York.

19. Kiktev, D., D. M. H. Sexton, L. Alexander, and C. K. Folland (2003), Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes, *J. Clim.*, 16, 3560 - 3571.

20. Frich P, Alexander LV, Della-Marta P, Gleason B, Haylock M, Klein Tank AMG, Peterson T (2002) Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Clim Res* 19:193 - 212.

21. http://www1.wetter3.de/hinw_er.html

22. Schneider, S. H.; Semenov, S.; Patwardhan, A.; Burton, I.; et al. (2007). "Chapter 19: Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change". IPCC AR4 WG2 2007. pp. 779–810.

23. Richard Moss; et al. (2008). *Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 132.

24. Collins, Matthew, et al.: Executive summary, in: Chapter 12: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility (archived 16 July 2014), in: IPCC AR5 WG1 2013, p. 1033.

25. *Climate Change 2014: Synthesis Report*. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

26. Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів / С.М. Степаненко. - Одеса: Екологія, 2013. - 204 с.

27. Хохлов В.М., Єрмоленко Н.С. Майбутні зміни клімату та їх вплив на режим опадів та температури в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. - 2015. - № 16. - С. 72.

ДОДАТОК А

Розрахунок індексів SU, TR, ID та FD

[illegible]

Продовження табл. А1

2017	15	9										
2018	8	6	7								4	4
2019	8	2										
FD (морозні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	27	23	11							1	4	9
2007	5	15	1								5	15
2008	22	15									4	12
2009	16	13	7								1	13
2010	20	18	11									18
2011	17	22	14								7	6
2012	19	23	11	1							2	18
2013	31	16	14								2	20
2014	13	13									8	15
2015	15	15	4								1	12
2016	24	4	4								6	22
2017	28	16									3	6
2018	18	14	15								6	21
2019	23	9	2								4	4

Таблиця А2 - ст. Миколаїв (2006-2019 рр.)

SU (літні дні)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006					6	19	24	27	8	1		
2007					21	28	31	30	10	2		
2008					6	23	25	27	10			
2009				1	8	24	28	28	16			
2010					8	22	31	29	12			
2011				1	13	23	25	31	19	4		
2012				5	22	26	31	27	15	2		
2013				4	28	24	28	27	3			
2014				1	11	22	31	29	16			
2015					10	22	27	29	18	1		
2016				2	4	4						
2017				1	10	22	27	25	20			
2018				3	18	27	30	31	12	1		
2019					12	30	29	28	13			
TR (тропічні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006						2	3	5				
2007					1	4	11	11	1			
2008					1		3	6				
2009						2	8					
2010						4	12	19				

Продовження табл. А2

2011				1			8	1				
2012						7	16	13				
2013						2		4				
2014							2	12				
2015							7	6	3			
2016												
2017						1	6	11				
2018						1	7	6				
2019						2	4	4				
ID (морозні дні)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	22	12	3									1
2007	2	8										10
2008	13	6										15
2009	12	4										8
2010	19	11	3									12
2011	16	18	2									3
2012	11	21	4									12
2013	20	2	2									4
2014	12	5										12
2015	5	5										4
2016	16											
2017	7	7										
2018	11	5	7								5	10
2019	10	3									1	
FD (морозні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	30	23	12							1	10	12
2007	10	20	10	1							17	17
2008	29	22	6								13	18
2009	21	17	13	5						1	4	15
2010	21	21	18	1						2	2	18
2011	25	24	20	1						8	18	13
2012	21	26	18	1							6	20
2013	34	20	15							1	1	26
2014	18	16	6	4						5	12	17
2015	15	19	10	1						5	2	17
2016	24	12	4							5	1	8
2017	9	14	6								6	7
2018	20	20	15								15	22
2019	26	19	12	4						1	8	11

Продовження табл. А3

2017	17	9										
2018	12	7	5								6	6
2019	7	4									1	
FD (морозні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	29	23	11							1	9	11
2007	10	16	11	2							17	16
2008	24	21	6	0							14	21
2009	23	16	13	7						1	4	16
2010	22	21	18						1	3	2	19
2011	26	25	21	3						7	18	13
2012	22	24	17	1							6	20
2013	34	23	17							3	5	24
2014	19	13	4	4						7	13	19
2015	15	19	9	1						4	2	15
2016	25	12	5							4	10	25
2017	30	17	8	1							6	8
2018	22	20	16								16	21
2019	25	17	14	4						1	7	11

Таблиця А4 - ст. Білгород-Дністровський (2006-2019 рр.)

SU (літні дні)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006					5	13	26	26	1	1		
2007					14	30	31	29	5			
2008					1	22	26	28	7			
2009					4	21	29	23	9			
2010					3	16	30	28	5			
2011					9	21	23	30	8			
2012				4	16	26	31	24	8	3		
2013				2	12	23	27	26			1	
2014					7	13	30	22	12			
2015					5	3						
2016								15	14			
2017					1	19	21	22	11			
2018					5	0	4	9	3			
2019						1	1	4	1			
TR (тропічні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006						8	13	16				
2007					6	10	18	22	1			
2008						12	12	18	2			
2009						9	23	5	1			
2010						10	23	24	2			

[illegible]

Продовження табл. А5

2017	1	1										
2018	2										1	
2019											2	
FD (морозні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006	29	23	10	1							6	9
2007	6	14	2								11	14
2008	28	25	4								5	21
2009	21	12	7	2							4	12
2010	16	20	12							1		14
2011	25	26	18							1	14	7
2012	17	27	18								3	16
2013	29	18	12								2	16
2014	14	14	3	1						3	11	16
2015	16	17	6									
2016										1		13
2017	8	2										
2018	3	1	3									
2019											7	6

Таблиця А6 - ст. Чорноморськ (2006-2019 рр.)

SU (літні дні)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006						9	29	26	3			
2007					11	28	29	28	6	1		
2008						16	25	27	10			
2009					3	13	27	22	6			
2010					1	15	31	28	1			
2011					6	18	23	31	5	2		
2012				3	11	17	32	24	4			
2013				1	13	25	29	28	2			
2014					6	14	30	28	16			
2015					3							
2016								1				
2017						1	2	2				
2018					3							
2019					2	7	8	11	6			
TR (тропічні ночі)												
Ряд	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2006						6	9	9				
2007					3	7	14	16				
2008				1		3	6	12				
2009						9	17	9				
2010						7	18	22	1			

