

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Динаміка температурно-вологісного режиму Півдня України в світлі сучасної зміни клімату Dynamics of the temperature and humidity regime in the South of Ukraine in the light of modern climate change

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

Коваль Тетяна Віталіївна

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

Керівник к. геогр. н., ст. викл. Куришина В.Ю.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Толмачова А.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

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

Завідувач кафедри

ПРОКОФ'ЄВ Олег
(підпис) (прізвище, ім'я)

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

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

Голова ЕК

ТАРНАВСЬКА Олена
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

Анотація

Тема: «Динаміка температурно-вологісного режиму Півдня України в світлі сучасної зміни клімату»

Автор: Коваль Тетяна Віталіївна

Актуальність Температура повітря та опади є одні з основних і мінливих характеристик стану атмосфери, які значно впливають на умови життя і господарську діяльність. В умовах зміни клімату це представляє науково-практичний інтерес.

Метою даної роботи є оцінка динаміки зміни температури повітря та опадів на Півдні України за період з 1900-2020 рр., виявлення закономірностей її просторово-часового розподілу.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі:**

- визначені характеристики сучасного температурного режиму в Одеської, Миколаївської і Херсонської областях та Автономної республіки Крим за період 1900-2023 рр.;
- визначені характеристики сучасного вологісного режиму в Одеської, Миколаївської і Херсонської областях, та Автономної республіки Крим за період 1900-2023 рр.;
- поведена оцінка полів температури повітря та опадів за даними сучасного та попередніх кліматичних періодів.

Об'єкт дослідження – температура повітря та опади на території Півдня України за період з 1900 по 2023 рр.

Предмет дослідження – характеристика сучасного температурного та вологісного режиму Одеської, Миколаївської, Херсонської областей та Автономної республіки Крим.

Методи дослідження

- Просторово-часове узагальнення даних;
- Статистичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі *вперше* для території Півдня України:

- визначений сучасний температурний режим з 1900-2023 рр.;
- визначений сучасний вологісний режим з 1900-2023 рр.;
- встановлений характер змін температури повітря та опадів за досліджуваний період;

Практичне значення отриманих результатів.

Статистичні характеристики температури повітря та суми опадів є частиною кліматологічної інформації для об'єктів господарської діяльності на території південних областей України, а врахування змін температурного та вологого режимів дає можливість правильно оцінити клімат даної місцевості.

Магістерська робота в обсязі 78 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 12 джерел, містить 35 рисунки та 8 таблиць.

Ключові слова: температура повітря, сума опадів, Південь України

Abstract

Thesis Topic: «Dynamics of the temperature and humidity regime in the South of Ukraine in the light of modern climate change»

Author: Koval Tetyana Vitaliivna

Relevance: Air temperature and precipitation are ones of the main and changing characteristics of the atmosphere, which have a significant impact on living conditions and economic activity, and in climate change it is of scientific and practical interest.

Aim of the Thesis is estimate of the dynamics of air temperature change in South Ukraine in the period 1900-2023, determination of consistent pattern their spatio-temporal distribution,

In accordance with the set objective, the following **tasks** are solved:

- the characteristics of the current temperature regime of Odessa, Mykolaiv. Kherson regions and Autonomous Republic of Crimea for the period 1900-2023 are determined;
- the characteristics of the current precipitation regime of Odessa, Mykolaiv. Kherson regions and Autonomous Republic of Crimea for the period 1900-2023 are determined;
- the temperature and precipitation fields were assessed based on data from the current and previous climatic periods.

Object of the Study: air temperature and precipitation in the territory of South Ukraine for the period from 1900 to 2023.

Subject Matter of the Study: characteristic the current temperature and precipitation regime Odessa, Mykolaiv and Kherson regions and Autonomous Republic of Crimea.

Methods of Research: space-time generalization of data and statistical analysis

Scientific Novelty of the Obtained Results In this thesis, for the first time for the territory of South Ukraine: – the modern temperature and precipitation regime over the territory of Odessa, Mykolaiv Kherson regions and Autonomous Republic of Crimea from 1900-2020 is determined;

- the nature of changes in air temperature and precipitation over the study area are established;

Practical Significance of the Obtained Results. The statistical characteristics of temperature are part of climatological information for objects of economic activity in the southern regions of Ukraine and taking into account changes in temperature and precipitation will improve the weather forecast. The Master thesis has the volume of 78 pages, consists of 4 sections, conclusions, a list of references of 12 sources, contains 35 figures and 8 tables.

Keywords: air temperature, total precipitation, South of Ukraine

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДНЯ УКРАЇНИ	7
1.1 Рельєф та клімат Одеської області	8
1.2 Рельєф та клімат Миколаївської області	9
1.3 Рельєф та клімат Херсонської області	11
1.4 Рельєф та клімат Автономної Республіки Крим	12
1.5 Температурний режим	14
1.6 Вологісний режим	18
2 СУЧАСНИЙ ТЕМПЕРАТУРНИЙ РЕЖИМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ	24
2.1 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Одеської області	24
2.2 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Миколаївської області	30
2.3 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Херсонської області	35
2.4 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Автономної Республіки Крим	40
3 СУЧАСНИЙ ВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ	47
3.1 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Одеської області	47
3.2 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Миколаївської області	51
3.3 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Херсонської області	54
3.4 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Автономної Республіки Крим	58
4 ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ І ОПАДІВ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ	63
4.1 Просторово-часовий розподіл температури повітря	63
4.2 Просторово-часовий розподіл кількості опадів	69
ВИСНОВКИ	75
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	77

ВСТУП

Температура повітря і опади є одні з основних характеристик кліматичної системи, так як всі процеси, що відбуваються в природі безпосередньо пов'язані з температурним і вологісним режимами. Дані про зміну температурних і вологісних показників, особливо їх екстремумів, становлять великий інтерес для багатьох галузей народного господарства і безпосередньо для життєдіяльності людини. Проблема глобального потепління в світі, яка виникла в кінці ХХ століття, продовжує бути актуальною і зараз.

Таким чином, вивчення температурного та вологісного режиму, в умовах зміни клімату, представляють як науковий так і практичний інтерес. На формування температури повітря і суми опадів насамперед впливає географічне положення (широта, довгота), радіаційний режим, циркуляція атмосфери та особливості підстильної поверхні (рельєф місцевості, моря, що омивають країну). Вплив кожного з цих чинників протягом року не рівнозначний, що призводить до значних температурних в вологісних контрастів. Характер просторових змін температури повітря та опадів за широтою й довготою не однорідний, проте градієнти температури за широтою більші ніж за довготою. В окремих регіонах розподіл температури повітря значно змінюється під впливом орографічних особливостей і залежить від орієнтації долин, наявності водойм, морів. Актуальність проблеми визначається тим, що температура повітря в опади є одні з основних і мінливих характеристик стану атмосфери, яка значно впливає на умови життя і господарську діяльність, а в умовах зміни клімату це представляє науково-практичний інтерес. Метою магістерської роботи є оцінка динаміки зміни температури повітря і опадів Півдня України в період з 1900-2023 рр., виявлення закономірностей її просторово-часового розподілу.

Основними джерелами інформації є восьми строкові спостереження за температурою повітря та сумами опадів на метеорологічних станціях Одеса, Миколаїв, Херсон з 1900 по 2023 роки у вигляді бази даних метеорологічних спостережень, дані довідників з клімату СРСР [7,8], кліматичного кадастру за 1961-1990 рр. [4] та кліматичного кадастру за 1991-2020 рр. [5].

Об'єкт дослідження - температура повітря та опади на території Півдня України за період з 1900 по 2023 рр.

Предмет дослідження – характеристика сучасного температурного режиму Одеської, Миколаївської і Херсонської областей та автономної республіки Крим.

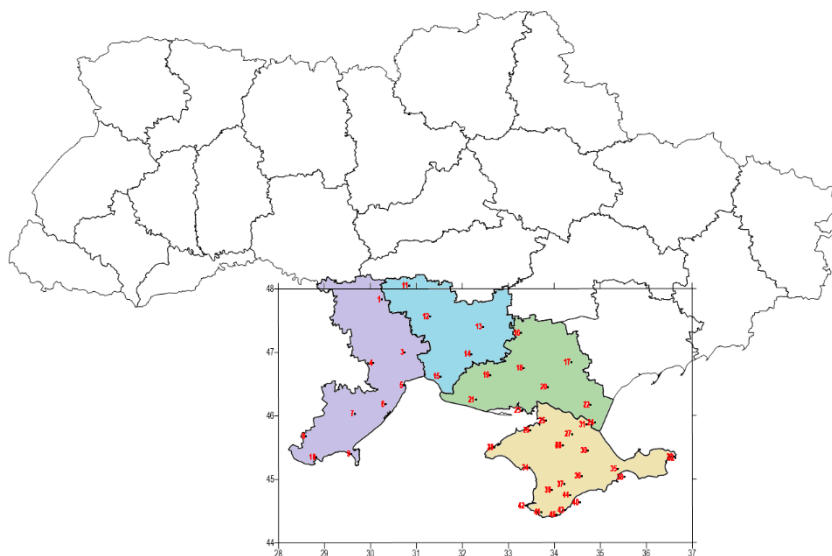
Методи дослідження – просторово-часове узагальнення метеорологічної інформації та статистичний аналіз.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку посилань. У вступі сформулюються мета та завдання роботи. Перший розділ містить в собі інформацію про регіони дослідження, їх кліматичну характеристику та загальний опис температурного та вологісного режиму території. Другий розділ складається з характеристики параметрів сучасного температурного режиму Півдня України у порівнянні з даними попередніх кліматичних періодів, третій розділ складається з характеристики параметрів сучасного вологісного режиму Півдня України у порівнянні з даними попередніх кліматичних періодів. Четвертий розділ присвячений опису полів температури та опадів на Півдні України.

У висновках представлені результати виконаної роботи. Перелік посилань складається з 12 літературних джерел.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Південна Україна це регіон України, до складу якого входять Херсонська, Одеська, Миколаївська області та Автономна Республіка Крим. На рис. 1.1 представлена карта схема району досліджень з порядковими номерами міст.



ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ	МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСТЬ	ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСТЬ	АВТОНОМНА РЕСПУБЛІКА КРИМ
1 - Любашівка	11 - Первомайськ	16 - Велика Олександрівка	25 - Ішунь
2 - Затишшя	12 - Вознесенськ	17 - Нижні Сірогози	26 - Роздольне
3 - Сербка	13 - Баштанка	18 - Нова Каховка	27 - Джанкой
4 - Роздільна	14 - Миколаїв	19 - Херсон	28 - Клепиніне
5 - Одеса	15 - Очаків	20 - Асканія-Нова	29 - Чорноморське
6 - Білгород-Дністровський		21 - Бехтери	30 - Нижньогірський
7 - Сарата		22 - Генічеськ	31 - Мисове
8 - Болград		23 - Хорли	32 - Керч
9 - Вилкове		24 - Стрілкове	33 - Опасне
10 - Ізмаїл			34 - Євпаторія
			35 - Владиславівка
			36 - Білогірськ
			37 - Сімферополь
			38 - Феодосія
			39 - Поштове
			40 - Алушта
			41 - Севастополь
			42 - Херсонський маяк
			43 - Нікітський Сад
			44 - Ангарський перевал
			45 - Ялта
			46 - Ай-Петрі

Рисунок 1.1 – Карта-схема з номерами станцій Півдня України
Розглянемо окремо фізико-географічні характеристики кожного району.

1.1 Рельєф та клімат Одеської області

Одеська область розташована на південному заході України, в межах південно-східної частини Європейської рівнини, що обумовлює її специфічні природні умови [9]. Географічно Одеська область межує з Миколаївською областю на сході, Вінницькою та Кіровоградською областями на півночі, Республікою Молдова на заході та має вихід до Чорного моря на південь. Загальна площа області складає 33312 км², що робить її однією з найбільших в Україні (на рис.1.1 область зафарбована фіолетовим кольором).

Рельєф Одеської області в основному рівнинний, що є типовим для Південного Степу. Центральна частина області займає Одеський кряж — підвищення з абсолютними висотами до 200 м. З південного заходу територія області має рівнинний, місцями низинний характер, що переходить у прибережну зону Чорного моря. Рельєф області має незначні хвилясті форми, характерні для степової місцевості, з окремими обривами, особливо на узбережжі.

Одеська область розташована в межах континентального клімату з впливом Чорного моря, що зумовлює помірно теплі зимові та спекотні літні періоди. Середня температура січня варіюється від -2°C до -5°C , а середня температура липня – від $+23^{\circ}\text{C}$ до $+26^{\circ}\text{C}$. Опадів у регіоні випадає помірна кількість – 350-500 мм на рік. Влітку відзначаються сильні засухи, а зимові періоди зазвичай м'які, з малими кількостями снігу.

Ґрунтовий покрив області є переважно чорноземним та каштановим. Чорноземи характеризуються високою родючістю та є основою для інтенсивного сільськогосподарського виробництва. На південь від Одеського кряжа ґрунти поступово змінюються на південні чорноземи та каштанові ґрунти, що також мають добрі агрономічні властивості. Ґрунтовий покрив області значною мірою визначає сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур, таких як пшениця, кукурудза, соняшник та інші.

Основними водними артеріями Одеської області є річки Дністер, Південний Буг та Тилігул. Дністер протікає через південно-західну частину області і є важливим джерелом водопостачання. В області також розташовані численні лимани, які є важливими екологічними зонами. Система водних ресурсів включає в себе як річкові, так і підземні води, що сприяють розвитку зрошення в сільському господарстві. Адміністративний центр області – місто Одеса.

1.2 Рельєф та клімат Миколаївської області

Миколаївська область розташована на південно-центральному заході України і є однією з важливих адміністративно-територіальних одиниць країни [10]. Географічно область межує на півночі з Вінницькою та Кіровоградською областями, на сході — з Одеською областю, на південь виходить до Чорного моря, а на заході межує з Херсонською областю. Площа області складає 24600 км², що робить її середньою за розмірами серед інших регіонів України (на рис.1.1 область зафарбована блакитним кольором).

Рельєф Миколаївської області представлений переважно рівнинними ділянками, які належать до Південного Степу України. Центральна та

західна частини області зайняті низовинами та рівнинами, з незначними підвищеннями, такими як Ольшанський кряж і частина Придніпровської височини на північному заході. Абсолютні висоти коливаються від 50 м до 200 м над рівнем моря. Рельєф області відзначається слабким похилом на південь, де територія поступово спускається до прибережних рівнин Чорного моря. Геологічно територія області представлена мезозойськими та кайнозойськими відкладами, зокрема вапняками та глинами, які характерні для степових регіонів.

Ґрунтовий покрив Миколаївської області представлений в основному чорноземами, каштановими та сірими лісовими ґрунтами, які характеризуються високою родючістю, особливо в степових районах. Чорноземи займають найбільшу частину території, що забезпечує високий рівень сільськогосподарського виробництва в області. На південному заході області, в межах прибережних територій, поширені солонці та солончаки, що зумовлено специфікою гідрологічних умов.

Гідрографічна мережа Миколаївської області представлена річками, які належать до басейнів Чорного моря. Найбільшими річками є Південний Буг та Інгул, що протікають через центральні та південні частини області. Південний Буг має важливе значення для водопостачання, зрошення та енергетики (завдяки наявності водосховищ). Водночас в області розташовані численні дрібні річки, а також лимани і озера, такі як Дніпровсько-Бузький лиман, що є важливими для екології і рибальства. Гідрографічна мережа має велике значення для розвитку сільського господарства, оскільки забезпечує водні ресурси для зрошення.

Миколаївська область має континентальний клімат з помірно теплим літом та м'якою зимою, що зумовлюється її географічним положенням в межах степової зони. Середня температура січня становить близько -2°C , а середня температура липня — $+24^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів коливається від 350 до 450 мм, при цьому найбільша кількість опадів випадає в період

весняно-літніх дощів. Кліматичні умови є сприятливими для ведення сільського господарства, але водночас спостерігається сезонна засуха в літній період, що потребує застосування зрошувальних систем. Адміністративний центр області – місто Миколаїв.

1.3 Рельєф та клімат Херсонської області

Херсонська область розташована на південному заході України, в межах південного узбережжя Чорного та Азовського морів, та є важливим регіоном з точки зору природних умов, сільськогосподарського потенціалу і стратегічного значення. Площа області становить 28461 км², що робить її однією з найбільших в Україні. Географічне положення області зумовлює значний вплив на її кліматичні умови, водні ресурси та природні ландшафти (на рис.1.1 область зафарбована зеленим кольором) [11].

Рельєф Херсонської області є переважно рівнинним, з незначними підвищеннями, що утворюються в результаті дії природних процесів, таких як ерозія та акумуляція. Центральна частина області займає Придніпровська низовина, а південна частина – узбережжя Чорного та Азовського морів. Абсолютні висоти не перевищують 200 м, і територія області має незначний нахил у бік моря.

Ґрунтовий покрив Херсонської області значною мірою представлений чорноземами, що характеризуються високою родючістю та сприяють розвитку сільського господарства. У південних районах поширені також каштанові, солонцеві та солончаки, що є результатом високої кількості випарування в літній період та впливу морських вод. Ґрунти області, хоча й мають високу родючість, все ж потребують інтенсивного зрошення для забезпечення стабільних урожаїв, особливо в районах південних степів.

Гідрографічна мережа Херсонської області відзначається розвиненістю річкових і водно-болотних систем. Найбільші річки – Дніпро, Інгулець, Дністровський лиман і Південний Буг, зокрема, забезпечують важливі водні ресурси як для сільського господарства, так і для промисловості. Дніпро, що протікає на півночі та південному заході області, є однією з основних водних артерій, на якій побудовано кілька водосховищ. На південь від основної частини області розташовані численні лимани і озера, такі як Каркінітська та Чорноморська затоки, що відіграють важливу роль в екології та рибальстві. Лимани є частиною екосистеми, зберігаючи біорізноманіття, особливо для водоплавних птахів і риби.

Клімат Херсонської області є помірно континентальним з проявами степового, а на південному заході – субтропічний клімат, що зумовлює високу температуру влітку та м'які зими. Середня температура січня становить -2°C , а липня – близько $+24^{\circ}\text{C}$. Опади в області випадають переважно в теплий період року і складають в середньому 350-450 мм на рік. Південні райони мають менш сприятливі умови для сільського господарства через високий рівень засухи влітку, що вимагає застосування зрошувальних систем.

Адміністративний центр області – місто Херсон.

1.4 Рельєф та клімат Автономної Республіки Крим

Автономна Республіка Крим розташована на південному заході України, на півострові Крим, оточеному водами Чорного і Азовського морів. Географічне положення та природні умови цієї території визначають її унікальність в контексті клімату, рельєфу, водних ресурсів та біорізноманіття [12]. Площа Криму складає близько 27000 км², що

робить його однією з найбільших адміністративних одиниць України. Півострів має важливе стратегічне та природоохоронне значення, зокрема завдяки своїм природним ландшафтам, численним курортам та особливій екологічній ситуації (на рис. 1.1 область зафарбована бежевим кольором).

Адміністративний центр – місто Сімферополь.

Рельєф Криму є складним і різноманітним. Півострів має виразну географічну структуру, що включає як низовини, так і гірські хребти.

Основною географічною одиницею є Кримські гори, що тягнуться з заходу на схід півострова. Гірська система складається з двох основних хребтів: Західного та Східного Кримських гір, між якими простягається низовина. Висота найвищої точки півострова — гори Роман-Кош — становить 1545 м над рівнем моря. Гірські породи Криму представлені в основному вапняками, глинами та піщаниками, що свідчить про геологічну активність регіону в різні етапи історії Землі.

Західна частина Криму, зокрема її рівнинна зона, складається з родючих чорноземних ґрунтів, які використовуються для сільськогосподарського виробництва. Південне узбережжя, відоме своєю туристичною привабливістю, характеризується великою кількістю природних обривів і утворенням таких геоморфологічних форм, як круті схили та карстові утворення.

Ґрунтовий покрив Криму значною мірою визначається його рельєфом та кліматом. Основними типами ґрунтів є чорноземи, каштанові, сірі та солонцеві ґрунти. У південних районах півострова розповсюджені південні чорноземи, які мають високу родючість і використовуються для вирощування сільськогосподарських культур, таких як виноград, фрукти, овочі. На гірських територіях поширені бурі ґрунти, а також карбонатні та кам'яністі ґрунти, що обумовлено карстовим типом рельєфу. Південний захід півострова відзначається наявністю малородючих ґрунтів, що

зумовлено високою солоністю, особливо в місцях, де активно проводяться сільськогосподарські роботи.

Гідрографічна мережа Криму представлена кількома великими річками та численними малими водотоками, що беруть початок у гірських районах півострова. Серед основних річок можна виділити Салгир, Біюк-Карасу, Чурук-Су, а також численні потоки та канали, які мають значення для зрошення та водопостачання. Однак через посушливий клімат багато річок Криму малі за розмірами, з незначними водними ресурсами. Окремо слід зазначити наявність численних озер і лиманів, серед яких найбільші — Сиваш, Каркінітська затока, які мають важливе екологічне значення.

Клімат Криму є середземноморським, з вираженими континентальними рисами на сході та в центральних районах півострова. Літні температури на південному узбережжі можуть досягати 30°C і вище, в той час як на північному сході температура може знижуватися до -10°C у зимовий період. Середня температура липня на південному узбережжі складає $+24^{\circ}\text{C}$, а січня – -1°C . Опадів у південній частині Криму випадає від 400 до 600 мм на рік, а на сході та північному заході півострова — менше. Крим є одним з найбільш сухих регіонів України, з частими посухами в літній період, що створює додаткові труднощі для сільського господарства, особливо на південному заході півострова.

1.5 Температурний режим

Температура повітря як одна з основних метеорологічних величин визначає характер та режим погоди, який впливає на різноманітну життєдіяльність людини [2].

Найбільш загальною характеристикою температурного режиму є середня річна температура повітря. Вона доповнюється середніми

місячними значеннями, які дозволяють оцінити річний хід температури повітря, час настання максимуму і мінімуму, амплітуду коливань температури, аномальні відхилення її значень від багаторічного середнього значення, яке часто називають „нормою”. До того ж досліджується режим найбільших і найменших температур повітря за допомогою таких показників, як абсолютний мінімум і абсолютний максимум температури, середній абсолютний мінімум і середній абсолютний максимум, середній мінімум і середній максимум, повторюваність низької температури нижче заданої межі, повторюваність високої температури вище заданої межі тощо.

Просторово-часовий розподіл середньої місячної температури повітря Півдня України зумовлений географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери та підстильною поверхнею. Вплив кожного з них протягом року не рівнозначний, що спричиняє значні температурні контрасти. У зимовий сезон, коли роль сонячної радіації послаблюється внаслідок астрономічних факторів (зменшення висоти Сонця і тривалості дня) та збільшення хмарності, температурний режим формується під впливом циркуляції атмосфери і пов'язаної з нею адвекції повітря. Найтеплішими є південно-західні регіони України, що знаходяться під впливом повітряних мас із Середземного і Чорного моря. Із просуванням на схід і північний схід частішають вторгнення повітря з Азії та Арктики, тому тут відмічається найнижча температура повітря.

Влітку термічний режим визначається значною інтенсивністю сонячної радіації, слабкою адвекцією а також характером підстильної поверхні. Найбільша висота сонця і тривалість дня забезпечують інтенсивне прогрівання підстильної поверхні й повітря. Роль циркуляції атмосфери послаблюється. Зменшуються контрасти температури і їх поле стає більш однорідним.

Своєрідний температурний режим складається в Кримських горах. Основним фактором, що формує розподіл температури в горах, є рельєф, який в залежності від форми рельєфу і пори року визначає величину температурного вертикального градієнта. У холодний період, коли температура повітря з висотою знижується повільно внаслідок інтенсивного сходження холодного, вихолодженого над сніговим покривом повітря, температурний вертикальний градієнт менший, ніж в теплий період.

Як особливий кліматичний район виділяється Південний берег Криму, температурний режим якого формується під впливом близькості моря, контурів берегів і їх розчленованості, бризової циркуляції. А завдяки своєму широтному місцеположенню цей район найбільш забезпечений світлом і теплом.

В основному середня місячна температура повітря змінюється з півночі на південь. У Кримських горах протягом року виділяється область із замкнутими ізотермами, що огинають гірські масиви.

Річний хід температури повітря майже співпадає з річним ходом надходження сонячної радіації, проте дещо запізнюється порівняно з нею і відзначається незначними коливаннями від місяця до місяця взимку і влітку та різкими – восени і навесні.

Найхолоднішим місяцем за рік є січень. В умовах переважної західної складової горизонтального переносу повітряних мас для степовій зони Півдня України найнижча середня температура повітря ($-6 \dots -4^{\circ}\text{C}$), у південних районах на підвищення температурного фону значно впливає Чорне море. Найвища середня температура повітря ($3 - 4^{\circ}\text{C}$) відмічається на Південному березі Криму, що зумовлено природною захищеністю його горами від вторгнення холодних мас повітря з півночі та північного сходу. Характерною особливістю термічного режиму Південного берега Криму є те, що середня місячна температура повітря тут протягом року вища 0°C .

В окремі роки у зв'язку з особливостями розвитку циркуляції атмосфери ця закономірність річного розподілу температури повітря порушується і найнижча температура може відмічатися в інші місяці.

У квітні середня температура повітря У Степу становить $6 - 7^{\circ}\text{C}$, у напрямку на південь підвищується до $9 - 10^{\circ}\text{C}$, у Кримських горах 5°C . Завдяки збільшенню висоти Сонця і тривалості дня, а також зменшенню хмарності посилюється роль сонячної радіації і посилюється процес трансформації повітряних мас. У квітні іноді відбувається повернення холоду і нерідко може встановлюватися зимовий тип погоди.

У річному ході найвищих значень середня температура повітря досягає у липні. У Степу та на узбережжях морів $21 - 23^{\circ}\text{C}$, у Кримських горах 16°C . В формуванні температурного режиму головна роль належить радіаційному фактору. Але завдяки впливу Чорного моря на узбережжях морів у липні зазвичай холодніше серпня, тому що море прогрівається тільки наприкінці літа.

Із значним зменшенням радіаційного балансу у жовтні температура повітря не перевищує у Степу 10°C , а на Південному березі Криму вона залишається ще досить високою (14°C).

Уяву про характер змін температури повітря протягом року від місяця до місяця надають наведені в таблиці різниці між значеннями середньої місячної температури повітря між сусідніми місяцями.

Важливим показником температурного режиму є амплітуда коливання температури повітря. Розглядають добову амплітуду температури повітря, як різницю між максимальною і мінімальною температурою протягом доби; середня місячна амплітуда температури повітря, як різниця між середньою максимальною та середньою мінімальною температурою, дає уявлення про середню амплітуду і характеризує нестійкість погоди даного місяця.

Річна амплітуда температури повітря, як різниця між середньою температурою повітря найтеплішого і найхолоднішого місяця, є важливим показником континентальності клімату. Вона знаходиться в прямій залежності від турбулентного теплообміну між підстильною поверхнею та повітрям. Її значення також залежить від віддаленості території від океану і моря. Для морського узбережжя характерна незначна амплітуда температури, в глиб континенту вона збільшується. Аналогічна картина спостерігається також у від'ємних формах рельєфу (долинах, низинах, улоговинах).

Річна амплітуда зростає із сходу на захід, оскільки в цьому напрямку збільшується повторюваність мас континентального походження [9]. На заході амплітуда температури повітря за рік становить 22 – 24⁰С. Температурні контрасти незначні, оскільки тут протягом року переважають вітри із західною складовою і переміщення повітряних мас з Атлантики. На схід амплітуда збільшується до 28⁰С, що свідчить про посилення континентальності клімату у цьому напрямі. Вплив Чорного моря виявляється слабо і в основному у прибережних районах.

У горах в літній сезон температурний фон знижений, зима порівняно м'яка, амплітуда температури повітря за рік у Кримських горах знижується до 20 – 21⁰С, з висотою вона зменшується внаслідок більш низької температури влітку і порівняно теплих зим.

1.6 Вологісний режим

Опади відносяться до більш важливої характеристики зволоження. Їх утворення і випадіння в Україні – наслідок складних макроциркуляційних процесів, що визначають тепло – і вологообмін в атмосфері. Суть цих процесів полягає в перенесенні на значну відстань тепла і вологи з

Атлантики і Середземного моря, а також розвитку під впливом циклонічної діяльності великомасштабних вертикальних рухів, що призводять до піднімання вологи в тропосфері [2].

Перенесення повітряних мас тісно пов'язане з циклонічною діяльністю. Основна кількість опадів випадає з фронтальних хмар. Зимою випадіння їх найчастіше пов'язано з Середземноморськими циклонами, що переміщуються з Чорного моря у північному та північно-східному напрямках. Вплив Середземноморських циклонів відмічається майже на всій території країни. Більшість Атлантичних циклонів переміщуються північніше і рухаються за зональними траєкторіями із заходу на схід. Південні ділянки фронтів цих циклонів охоплюють всю Україну і зволожують її.

Влітку лише невелика частина опадів випадає у тилу циклонів безпосередньо з морських повітряних мас у вигляді так званих опадів конвективної нестійкості. Важливе значення мають опади із тропічного повітря. Останнє, переміщуючись з південного сходу через південну і південно-західну периферію антициклону, зволожується і, зустрічаючись з полярним повітрям, дає велику кількість опадів зливового характеру.

Певну роль у збільшенні літніх опадів має місцевий циклогенез. На східно-європейській гільці полярного фронту виникають циклони, що супроводжуються випаданням опадів з континентального повітря.

Зазначимо, що у кліматологічних дослідженнях розглядають три групи характеристик опадів: з кількості, частоти випадіння та тривалості. На відміну від інших метеорологічних величин кількість опадів не розглядається по строках, а тільки в добовому розрізі. До того ж кількість надається не середніми значеннями, а сумами за добу, місяць, теплий чи холодний періоди, рік.

У різних районах України опади суттєво різняться за кількістю, характером розподілу по території і річним ходом, інтенсивністю, тривалістю та ін.

Основною закономірністю просторового розподілу опадів На Півдні України зумовлена загальним напрямком з півночі і північного заходу у на південь і південний схід. Такий розподіл властивий для рівнинної території. Рельєф, що визначає регіональні особливості циркуляції, вносить істотні зміни у поле опадів. У гірських циркуляційними умовами, є їх зменшення з районах виникає вимушене упорядковане піднімання повітряних потоків, що сприяє посиленню термічної і динамічної турбулентності, розвитку циклогенезу. Тому найбільша кількість опадів випадає в Кримських горах. Інші умови на узбережжі Чорного моря, де випадає найменша кількість опадів.

Південна частина Степу (Одеська, Миколаївська, Херсонська області і рівнинна частина Криму) відносяться до районів недостатнього зволоження. Тут відмічається зменшення опадів у напрямі на південь. На узбережжях Чорного і Азовського морів, у Присивашші опадів випадає ще менше (380 – 400 мм), що пов'язано з впливом бризової циркуляції [6].

В значній частині Кримських яйл випадає більше 600 мм опадів, а в окремих пунктах – біля 1000 мм.

Градiєнт річної суми опадів – додатній, тобто річна сума опадів зростає на території України з півдня на північ (приблизно +22 мм/рік на 1° широти); довготний градiєнт річної суми опадів – від'ємний, тобто річна сума опадів зменшується з заходу на схід (приблизно – 11 мм/рік на 1° довготи).

Залежно від виду атмосферних опадів рік прийнято розділяти на два періоди: холодний (листопад – березень), коли поряд з твердими опадами можуть випадати й рідкі; теплий (квітень-жовтень) – з переважанням

рідких опадів. У холодний період випадає 20 – 25%, у теплий 75 – 80% річної кількості опадів.

У теплий період розподіл опадів подібний до розподілу їх річної кількості: вони зменшуються з південного заходу на південний схід від 350 до 250 мм і менше.

На узбережжях морів кількість опадів сягає 230 мм. У холодний період кількість опадів на переважній частині території становить 200 – 220 мм, мінімум опадів (100 – 125 мм) припадає на південь України. Просторовий розподіл сум опадів в загальних рисах співпадає з їх розподілом в теплий період. Відмінність полягає в тому, що в холодний період спостерігається два максимуму опадів – один на заході і другий на північному сході країни.

Для України характерний континентальний тип річного ходу опадів з максимумом влітку. Оподи теплих місяців найбільш перевищують їх кількість теплої частини року.

Напівконтинентальний тип річного ходу опадів з незначним перевищенням кількості опадів весняно-літнього сезону над осінньо-зимовим спостерігається на переважній території Криму (у центральній його частині), у Присивашші, на Керченському півострові, на північно-східних схилах Кримських гір (Карабі-Яйла) і у східній частині узбережжя. Максимум опадів тут відмічається влітку.

Особливий неконтинентальний тип річного ходу опадів з максимумом зимою спостерігається на західному узбережжі, а також на Південному березі Криму (Ялта) і на південно-західних схилах Кримських гір (Ай-Петрі). Тут кількість опадів в осінньо-зимовий сезон у півтора-два рази перевищує їх кількість у весняно-літній сезон.

Частота випадання опадів, яка характеризується числом днів з опадами 0,1 мм і більше, розподіляється по території Півдня України аналогічно розподілу їх кількості: відбувається поступове зниження їх

числа з півночі від 130 днів до 100 днів на півдні, тобто майже кожний третій день у середньому буває з опадами. Найбільш дощовими районами є Кримські гори – 160. Рідше опади (менше 100 днів) відмічаються на Причорноморській низовині.

Річний хід числа днів з опадами 0,1 мм і більше має два максимуми: один в грудні і січні (16 – 18 днів), другий у червні – липні (12 – 14 днів).

Основний мінімум припадає на вересень (8 днів), вторинний – на травень (9 – 10 днів), на причорноморській низовині – 6 днів. Навесні частота випадання опадів зменшується до 9 – 10 днів.

Річний хід числа днів з опадами у Кримських горах має свої особливості. У Кримських горах річний хід числа днів з опадами відповідає річному ходу кількості опадів. Найбільше число днів з опадами відмічається у зимові місяці (Ай-Петрі, грудень-січень – 20-21 день).

Число днів з опадами 0,5, 1,0, 5,0 мм і більше розподіляється на території аналогічно загальному числу днів з опадами. В Кримських горах частота всіх опадів значно більша, ніж на рівнинній території.

Число днів з опадами 5,0 мм і більше у Степу – 28 – 30, на півдні Степу та в Криму – 20 – 25, у Кримських горах – 40 – 55 днів.

Річний хід числа днів з опадами 1,0, 5,0 мм і більше виражений слабо. Опади більш високих градацій мають найбільшу повторюваність в теплу пору року (квітень-травень). Виняток становить Південний берег Криму, західні, південні і частково північно-західні схили Кримських гір, де 80% цих опадів випадає у холодну пору року, 20 – 30% – у причорноморському Степу.

Важливою характеристикою опадів є їх тривалість, яка має чітко виражені закономірності в просторовому і часовому розподілі.

Опади можуть випадати від декількох хвилин до декількох діб. Найтривалішими є облогові опади, які випадають із суцільного покриву шарувато-дощових або високо-шаруватих хмар. Тоді опади

розповсюджуються на значну площу. Зливи, навпаки, – короткочасні і займають невелику площу.

Просторовий розподіл сумарної тривалості опадів аналогічний розподілу частоті їх випадання, а в часовому розподілі спостерігається добре виражений добовий хід: у період з жовтня до квітня випадають в основному облогові дощі, іноді у вигляді мряки, що характеризуються найменшою кількістю та найбільшою тривалістю, а з травня до вересня внаслідок значного розвитку конвекції опади мають зливовий характер, їх кількість збільшується, а тривалість зменшується.

В [1] наведено районування території України за кількістю опадів, яке виконане за допомогою статистичних методів і з врахуванням їх річного розподілу. Вони наступні:

- Район з достатнім зволоженням, де кількість опадів досягає найбільших значень. До нього відносяться Українські Карпати, включаючи Передкарпаття і Закарпаття, а також західна та північно-західна частина України. В Українських Карпатах кількість опадів за рік перевищує 1000 мм, а у високогірній частині – навіть 1500 мм, у західних і північно-західних районах вона коливається у межах 600 – 700 мм. Тут часто бувають аномально вологі роки.

- Райони із нестійким зволоженням. До нього входить північно-східна і центральна частина країни з річною кількістю опадів у межах 500 – 600 мм. У цьому районі збільшується ймовірність посушливих років, особливо в центральній частині.

- Район з недостатнім зволоженням, де найбільша ймовірність посушливих років. Він включає східну та південну частину країни. Тут випадає найменша кількість опадів (400 – 500 мм), а на узбережжі – менше 400 мм.

Окремо виділяється Донецька височина, де кількість опадів збільшується до 500 мм, а також Кримські гори, де випадає понад 1000 мм.

У кожному із вказаних районів можна виділити підрайони (мезокліматичні), де утворення та повторюваність опадів значно залежить від місцевих факторів.

Все наведене вище вказує на значну неоднорідність поля опадів, зумовлену неоднорідними умовами опадоутворення.

Таким чином, територія Півдня України за кількістю опадів та їх річного розподілу відносять до району з недостатнім зволоженням.

2 СУЧАСНИЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

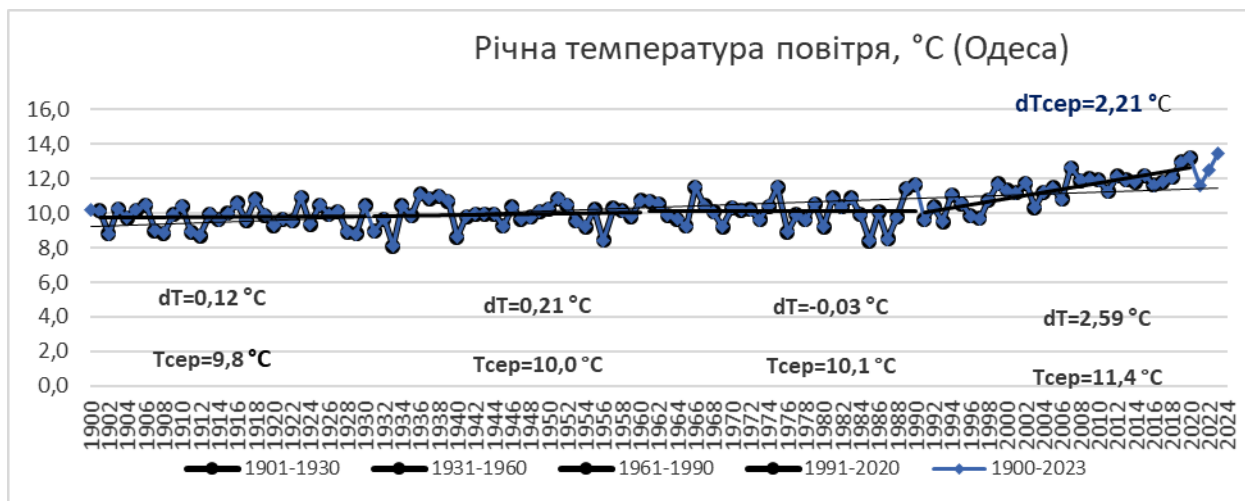
2.1 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Одеської області

Розглянемо динаміку часового ходу температури повітря за період з 1900 по 2023 роки в Одесі, Миколаєві, Херсоні та Сімферополі, які є адміністративними центрами Одеської Миколаївської, Херсонської областей та Автономної республіки Крим, що входять до складу Півдня України.

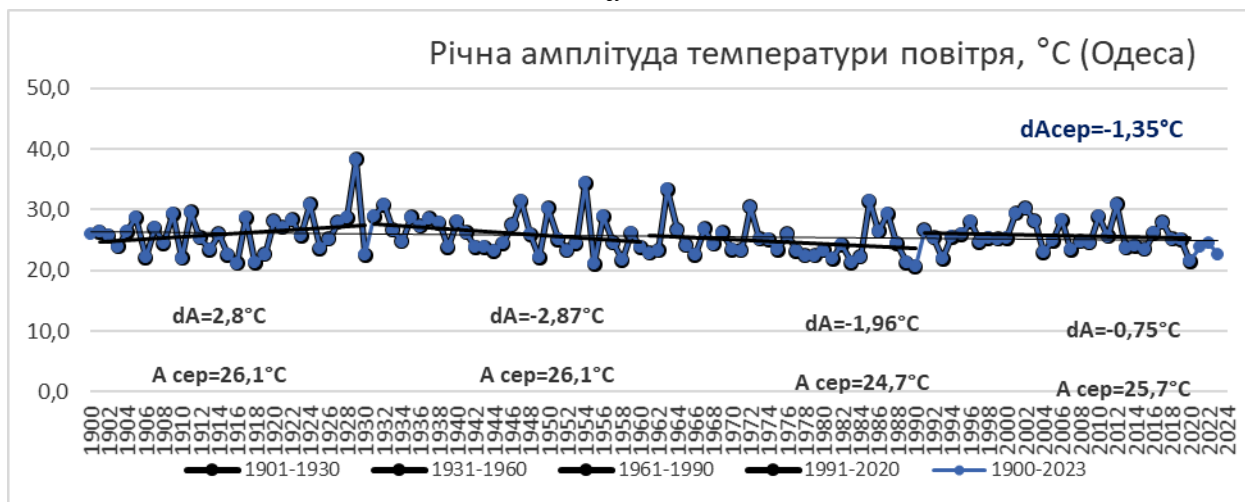
Умовно розіб'ємо весь досліджуваний період на 4 відрізки тривалістю 30 років, кожен з яких можна розглядати як кліматичну норму. Досліджуємо окремо кожне адміністративне місто за кожен кліматичний період.

На рис. 2.1 бачимо, що в Одесі за перші два періоди: з 1901 по 1930 рр. та з 1931 по 1960 рр. середньорічна температура повітря практично не змінювалася і залишалася рівною 26,1 °С, проте, спостерігалася незначна тенденція зростання температури, відповідно на 0,12°С і 0,2°С за кожен наступний кліматичний період, за 3 кліматичний період з 1961 по 1990 рр. навпаки, спостерігалася слабка від'ємна тенденція (-0,03 ° С), при цьому річна амплітуда зменшилася з 26,1 до 24,7 °С, а середньорічна температура, навпаки, збільшилася з 10,0 °С до 10,1 °С. Починаючи з 90-х років відбувається інтенсивне зростання температури, що пов'язано, головним чином, зі зміною циркуляції атмосфери. Зростання температури повітря за 4 кліматичний період з 1991 по 2020 рр. становив 2,6 °С. Середньорічна температура повітря піднялася до 11,4 °С, Середньорічна амплітуда температури повітря також збільшилася до 25,6 °С. Протягом

всього досліджуваного періоду з 1900 по 2023 рр., за винятком 1 періоду, з 1901 по 1930 рр., коли спостерігалася від'ємна тенденція зростання амплітуди, загальне зменшення її за весь період становило 1,35 °С, зростання річної температури повітря досягло значення 2,21 °С .



а



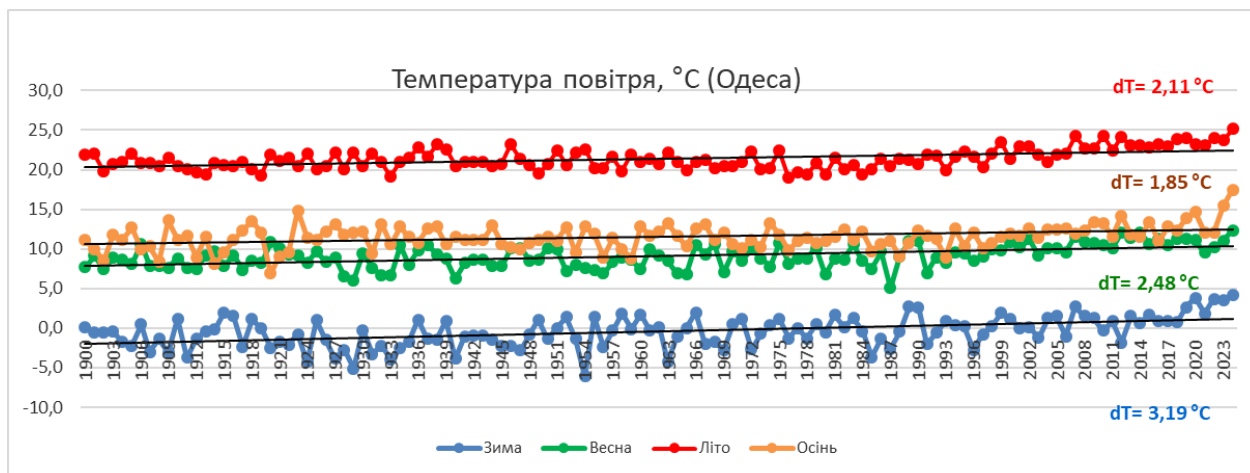
б

Рисунок 2.1 – Часовий хід річної температури повітря (а) та її амплітуди (б), Одеса

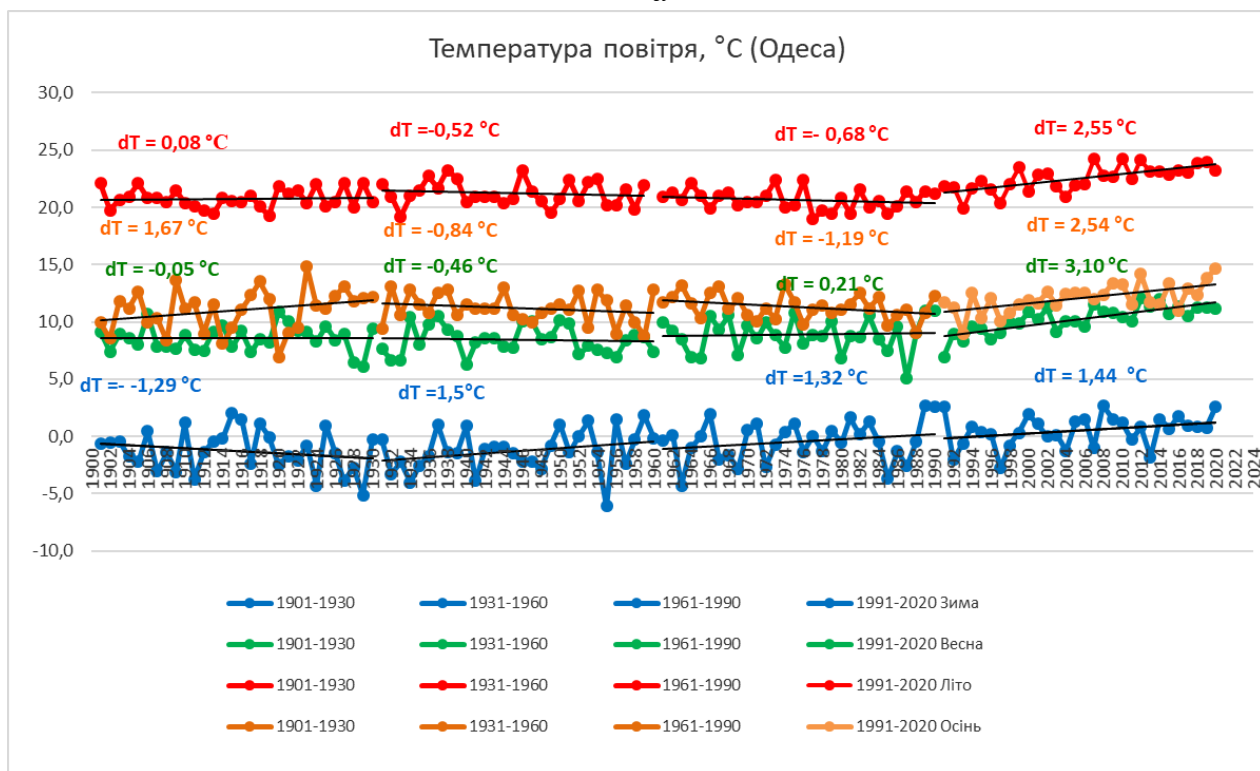
З аналізу графіка тимчасового ходу температури за сезонами за весь досліджений період (рис 2.2а) впливає, що найбільший внесок у підвищення річної температури відбувається за рахунок зимових місяців (3,19°С), за весняний та літній періоди тренд температури зростає на

2,11°C та 2,48 ° C, відповідно, мінімальний внесок дають осінні місяці (1,85 ° C).

Розглянемо тенденції зміни температури за сезонами за різні кліматичні періоди (Рис. 2.2б).



а



б

Рисунок 2.2 – Часовий хід температури повітря за сезонами року та її зміни за вісь досліджуваний період (а) та різні кліматичні періоди (б)

Аналіз графіків сезонного ходу температури за різні кліматичні періоди показав, що взимку в 1 період, з 1900 по 1930 рр., спостерігалася від'ємна тенденція зміни температури, тобто зима ставала холоднішою протягом цього періоду, в інші кліматичні періоди спостерігалася помірна додатна тенденція, тобто температура зростала з практично постійною швидкістю, за 2 період вона збільшилася на $1,5^{\circ}\text{C}$; за 3 період – на $1,32^{\circ}\text{C}$, за 4 період – на $1,44^{\circ}\text{C}$.

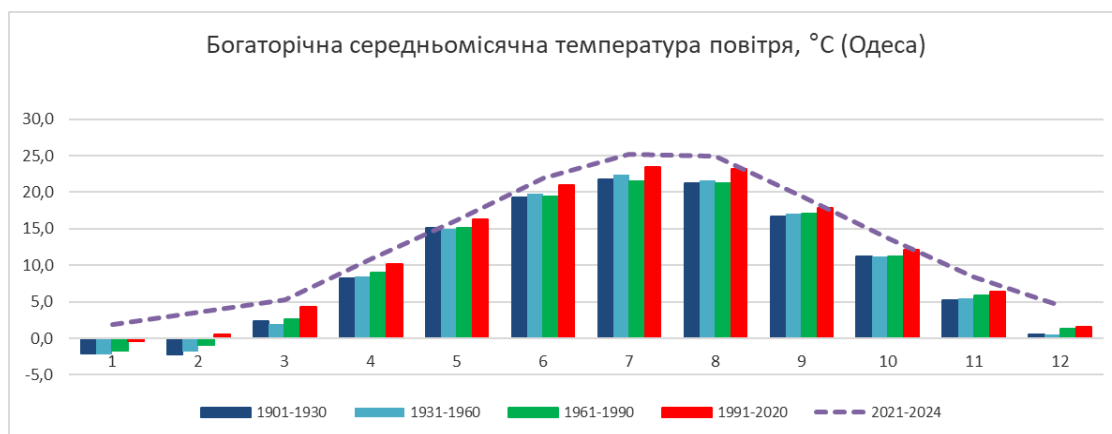
Весняний період у перші два кліматичні періоди характеризується слабкою від'ємною тенденцією ($-0,05^{\circ}\text{C}$) та ($-0,46^{\circ}\text{C}$) з невеликим зростанням ($0,21^{\circ}\text{C}$) у 3 періоді. У 4 періоді з 1990 по 2020 рр. відбувся різкий стрибок температури (на $3,1^{\circ}\text{C}$), що стало найбільшим за сезонами внеском у підвищенні температури за останній кліматичний період (1991-2020 рр.).

Літній та осінній сезони за 1 період з 1901 по 1930 рр. характеризуються зростанням температури, потім температура знижується, найбільше зростання температури (на $2,5^{\circ}\text{C}$) відзначається в останньому кліматичному періоді з 1991-2020 рр.

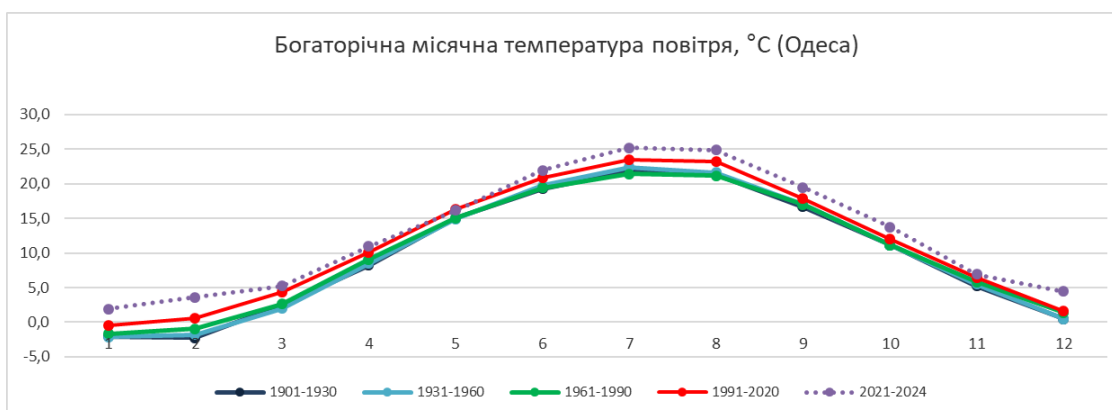
На рис 2.3 представлений річний хід середньомісячної температури за різні періоди у вигляді гістограм та ліній за різні кліматичні періоди. З рисунку бачимо, що поступово кліматична норма збільшується і досягає суттєвого зростання в останньому періоді з 1990 по 2020 рр., (у липні – $23,4^{\circ}\text{C}$, у серпні $23,2^{\circ}\text{C}$). У період з 1961 по 1990 рр. в літні місяці (червень, липень та серпень) спостерігається невелике зменшення кліматичної норми порівняно з попередніми періодами. Також відзначається більш суттєва тенденція зростання температури в літній та осінній періоди.

Таким чином, можна зробити висновок, що на початку ХХ століття по теперішній час температура повітря в Одесі збільшилася у середньому на $2,21^{\circ}\text{C}$ за рахунок поступового за останні 90 років збільшення

температури в зимовий період, причому різке зростання температури спостерігалось у всі сезони з 1991-2020 рр., головним чином, за рахунок підвищення температури у тепле півріччя.



а



б

Рисунок 2.3 – Графік річного ходу середньомісячної температури повітря у вигляді гістограми (а) та ліній (б) за різні кліматичні періоди

Навпаки, графік часового ходу річної амплітуди температури повітря за весь період, що досліджується, показав зменшення її на 1,35°C.

Річна амплітуда повітря залежить від віддаленості даного місця від моря, оскільки відомо що амплітуда над морем менше, ніж над сушею. Амплітуда також може зменшуватися за рахунок збільшення повторюваності повітряних мас морського походження, тобто. умов

загальної циркуляції атмосфери. Зменшення амплітуди i , отже, континентальності підтверджується розрахунками індексів континентальності K по Горчинському та Хромову, коефіцієнти зменшуються з 40,7% та 85% за 1 період до 39,9% та 84,8% за 4 період, відповідно (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристики клімату, Одеса

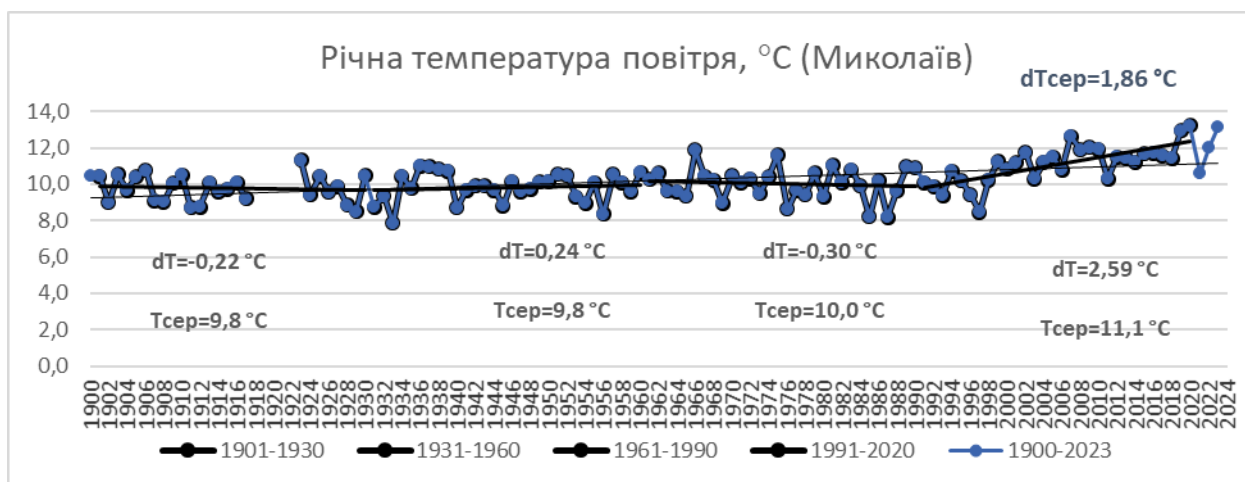
Одеса $\varphi=46,48^\circ$	Період				
	1901-1930	1931-1960	1961-1990	1991-2020	1900-2023
Трік	9,77	9,95	10,12	11,35	
Тзима	-1,3	-1,1	-0,4	0,5	
Твесна	8,6	8,5	8,9	10,2	
Тліто	20,8	21,2	20,7	22,5	
Тосінь	11,0	11,2	11,3	12,1	
dТзима	-1,29	1,5	1,32	1,44	3,19
dТвесна	-0,05	-0,46	0,21	3,10	2,48
dТліто	0,08	-0,52	-0,68	2,55	2,11
dТосінь	1,67	-0,84	-1,19	2,54	1,85
dТрік	0,12	0,21	-0,03	2,59	2.21
A сер	26,07	26,11	24,69	25,74	
dA	2,8	-2,87	-1,96	-0,75	-1.35
K Горчинский	40,7	40,8	37,5	39,9	
K Хромов	85,0	85,0	84,1	84,8	

Таким чином, можна зробити висновок, що за останні 123 роки клімат став менш континентальним та більш морським. Збільшення впливу моря відбулося рахунок зміни циркуляції атмосфери, тобто морський клімат став більш м'яким з рисами субтропічного, з м'якою зимою,

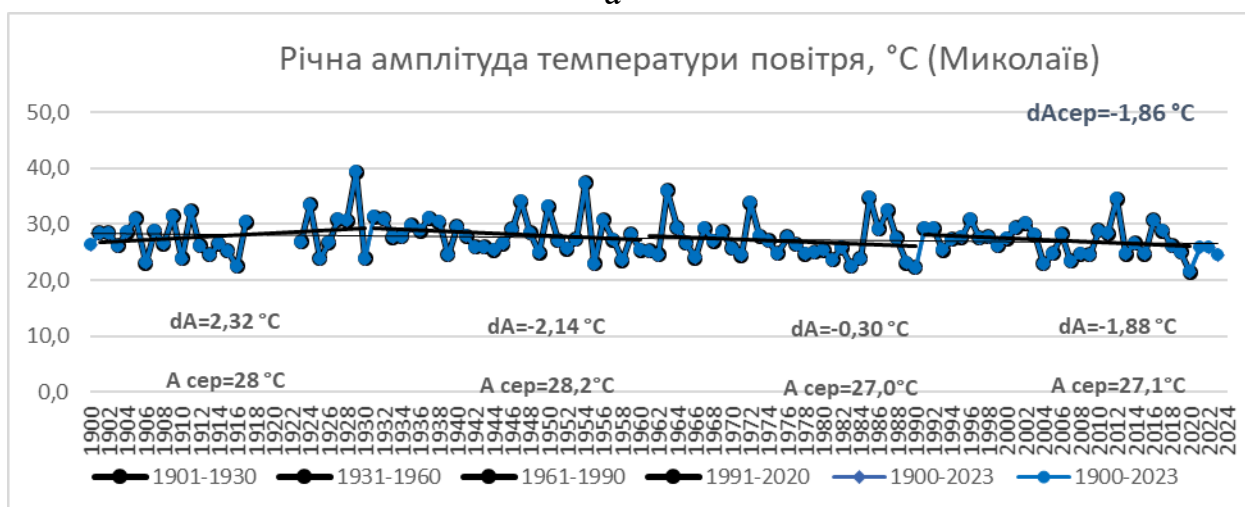
спекотним літом та тривалою теплою восени. За класифікацією Кеппена клімат вологий континентальний (Dfb) та близький до субтропічного (Cfa).

2.2 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Миколаївської області

Аналіз графіків часового ходу температури повітря в Миколаєві (рис. 2.4а) показав що з 1900 до 1990 тренд річної температури залишався практично незмінним, трохи знижуючись, підвищуючись і знову знижуючи кожні 30 років на $-0,22^{\circ}\text{C}$, $0,24^{\circ}\text{C}$ і $-0,30^{\circ}\text{C}$ в 1, 2 і 3 періоді.



а



б

Рисунок 2.4 – Часовий хід річної температури повітря (а) та її амплітуди (б), Миколаїв

Середньорічна температура в ці періоди також мало змінювалася і дорівнювала $9,8^{\circ}\text{C}$; $9,8^{\circ}\text{C}$ і 10°C , відповідно. Починаючи з 90 років тренд річної температури повітря різко збільшився (на $2,59^{\circ}\text{C}$) та середньорічна температура за 4 період склала $11,1^{\circ}\text{C}$. Загальне зростання середньорічної температури за останні 123 роки становило $1,86^{\circ}\text{C}$.

Тенденція річної амплітуди температури повітря за період додатна при середньому її значенні 28°C , у наступні періоди тенденція спрямована у бік зменшення. Середньорічна амплітуда температури повітря також зменшується і стає рівною $28,2^{\circ}\text{C}$, $27,0^{\circ}\text{C}$ і $27,1^{\circ}\text{C}$ у 2, 3, 4 періодах, відповідно. Загальне падіння амплітуди за весь досліджуваний період, як і у разі Одеси, становило $1,86^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.4 б).

Зменшення амплітуди температури повітря призвело до зменшення континентальності та збільшення впливу моря. Індекси континентальності по Горчинському та Хромову підтверджують цей висновок, вони зменшилися з $44,7\%$ та $85,9\%$, відповідно, за 1 період до $42,7\%$ та $85,5\%$ за 4 період (табл. 2.2).

Аналіз графіків сезонного ходу температури за різні кліматичні періоди (рис. 2.5а,б) показав падіння температури за 1 період з 1900 по 1930 рр. у всі сезони, за винятком осені ($dT=+2,21^{\circ}\text{C}$), коли спостерігалась від'ємна тенденція, для зими вона дорівнює $-1,8^{\circ}\text{C}$, для весни і літа тенденція незначна $-0,67^{\circ}\text{C}$ і $-0,61^{\circ}\text{C}$, відповідно. В інші кліматичні періоди до 90 років спостерігалася слабка додатна тенденція та знову за винятком осені. За останній 4 період з 1090-2020 рр. у всі сезони спостерігається лише додатний тренд з великими значеннями: для зими він складає $1,97^{\circ}\text{C}$, для весни – $2,39^{\circ}\text{C}$, для літа – $2,55^{\circ}\text{C}$ та осені – $2,78^{\circ}\text{C}$.

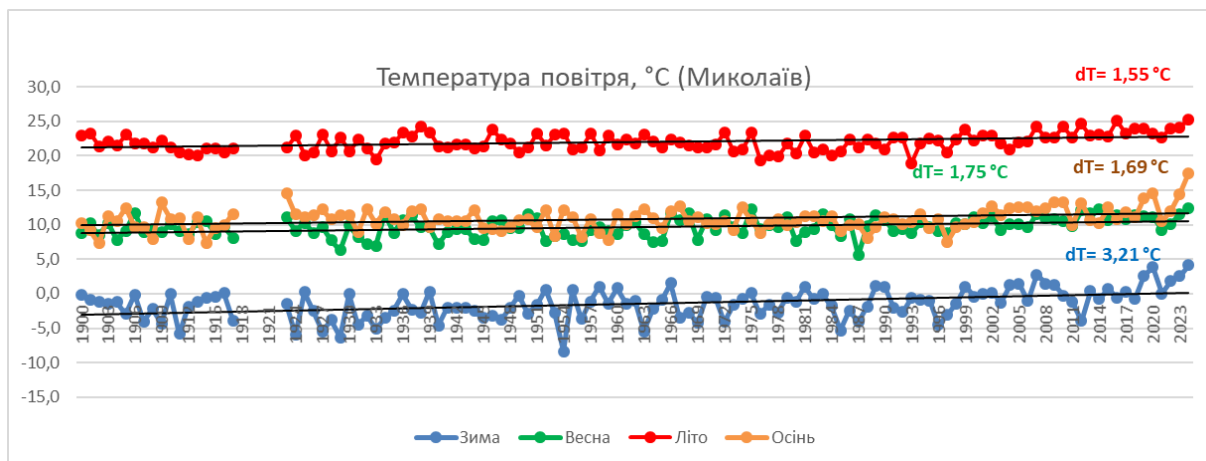
Середня температура за цей період також піднялася і стала рівною для зими – $-0,3^{\circ}\text{C}$, для весни $10,4^{\circ}$, для літа – $22,7^{\circ}$ та осені – $11,5^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 2.2 – Характеристики клімату, Миколаїв

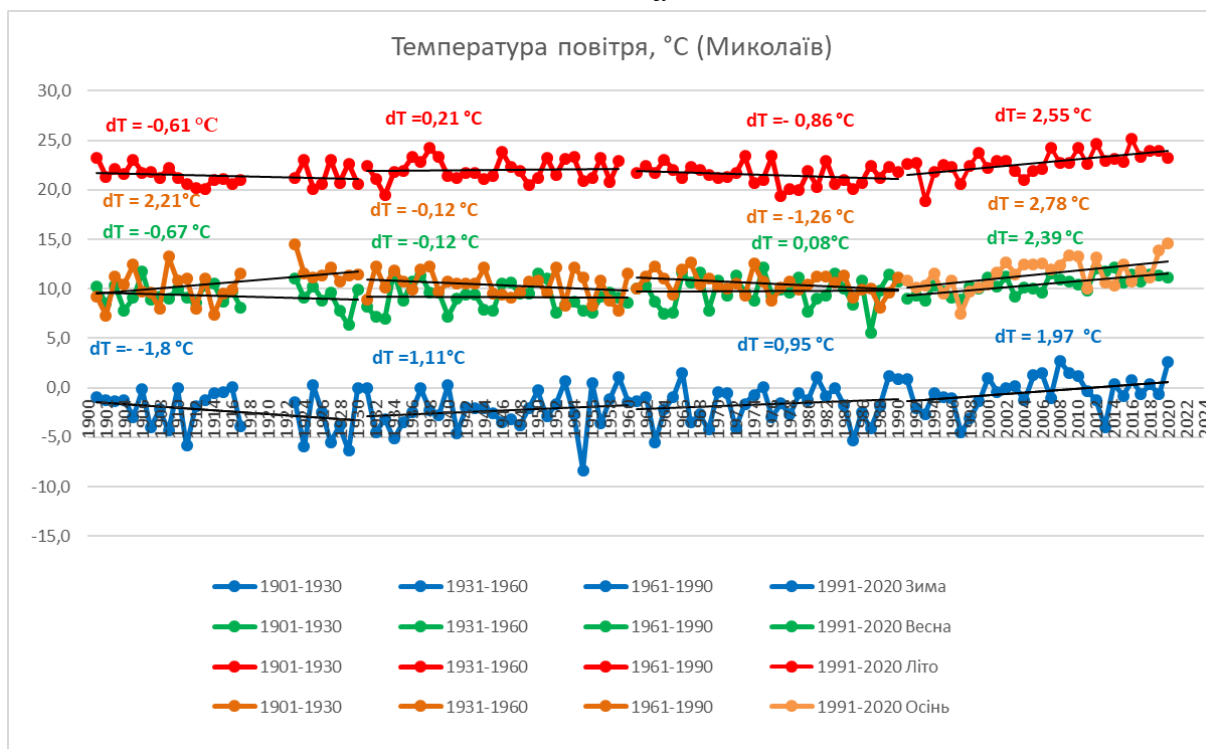
Миколаїв	Період				
	1901-1930	1931-1960	1961-1990	1991-2020	1900-2023
$\varphi=46,97^{\circ}$					
Трік	9,8	9,8	10,0	11,1	
Тзима	-2,3	-2,3	-1,6	-0,3	
Твесна	9,3	9,2	9,7	10,4	
Тліто	21,4	22,0	21,5	22,7	
Тосінь	10,6	10,4	10,5	11,5	
dТзима	-1,8	1,11	0,95	1,97	3,21
dТвесна	-0,67	-0,12	0,08	2,39	1,75
dТліто	-0,61	0,21	-0,86	2,55	1,55
dТосінь	2,21	-0,12	-1,26	2,78	1,69
dТ	-0,22	0,24	-0,30	2,59	2.21
А сер	28,0	28,2	27,0	27,1	
dА	2,32	-2,14	-0,30	-1,88	-1.86
К Горчинский	44,7	45,1	42,3	42,7	
К Хромов	85,9	86,0	85,4	85,5	

Загальне зростання річної температури повітря за весь досліджуваний період (з 1900 по 2023 рр.) за сезонами склало для зими – $3,21^{\circ}\text{C}$, для весни $1,75^{\circ}\text{C}$, для літа – $1,55^{\circ}\text{C}$ та осені – $1,69^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.5 а). Звідси можна зробити висновок, що найбільший внесок у зростання температури

здійснюється за рахунок плавного та поступового збільшення температури в зимові місяці року, проте якщо розглядати зміну за останній кліматичний період з 1990 по 2020 рр., то річна температура зростає за рахунок теплого півріччя.



а



б

Рисунок 2.5 – Часовий хід температури повітря за сезонами року за вісь досліджуваний період (а) та різні кліматичні періоди (б), Миколаїв

На рис 2.6 представлено середньомісячна температура повітря за різні періоди у вигляді гістограм (рис 2.6а) та кривих річного ходу (рис 2.6б). З рисунка видно, що кліматична норма поступово зростала і досягла істотного зростання за останній період з 1990 по 2020 рр., виняток склали літні місяці (червень, липень та серпень) та один осінній (вересень) за період з 1961 по 1990 рр. коли спостерігалось невелике зменшення кліматичної норми, порівняно з попередніми періодами. Також відзначається сильніша тенденція зростання температури в зимовий, літній та осінній сезони. Що примітне, то це, що в травні в Миколаєві середня температура за весь досліджуваний період практично не змінилася за 123 років, різниця між 1 і 4 періодом всього 0,4 °С.

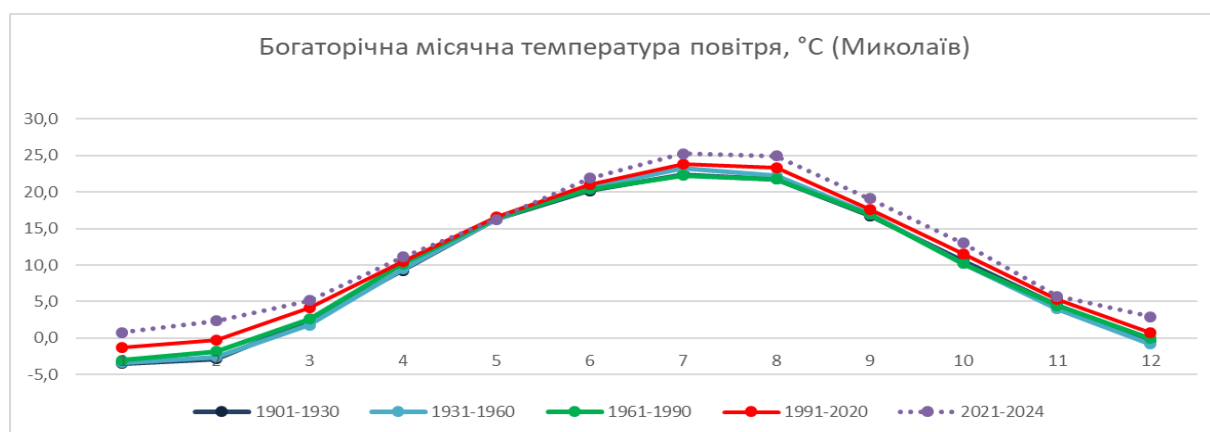
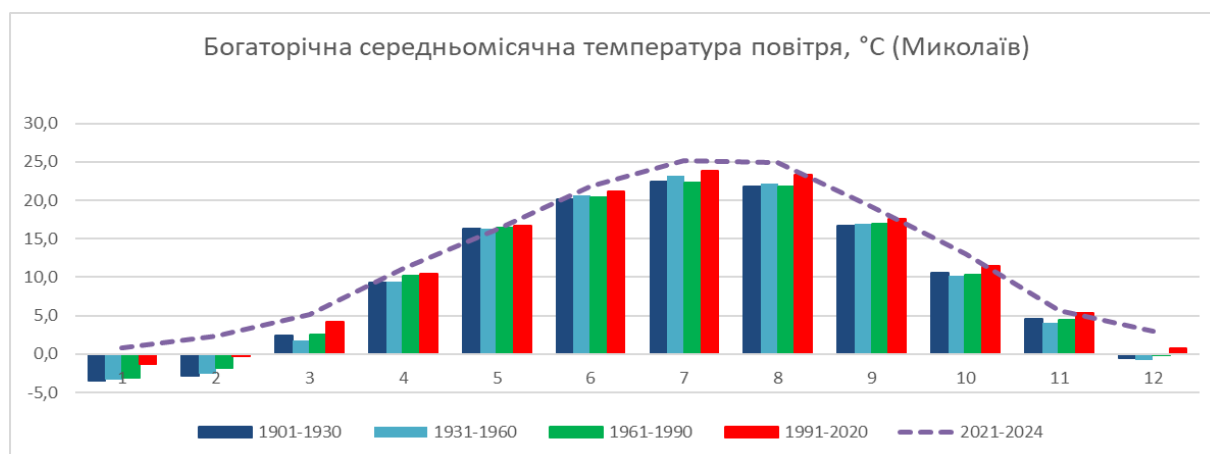
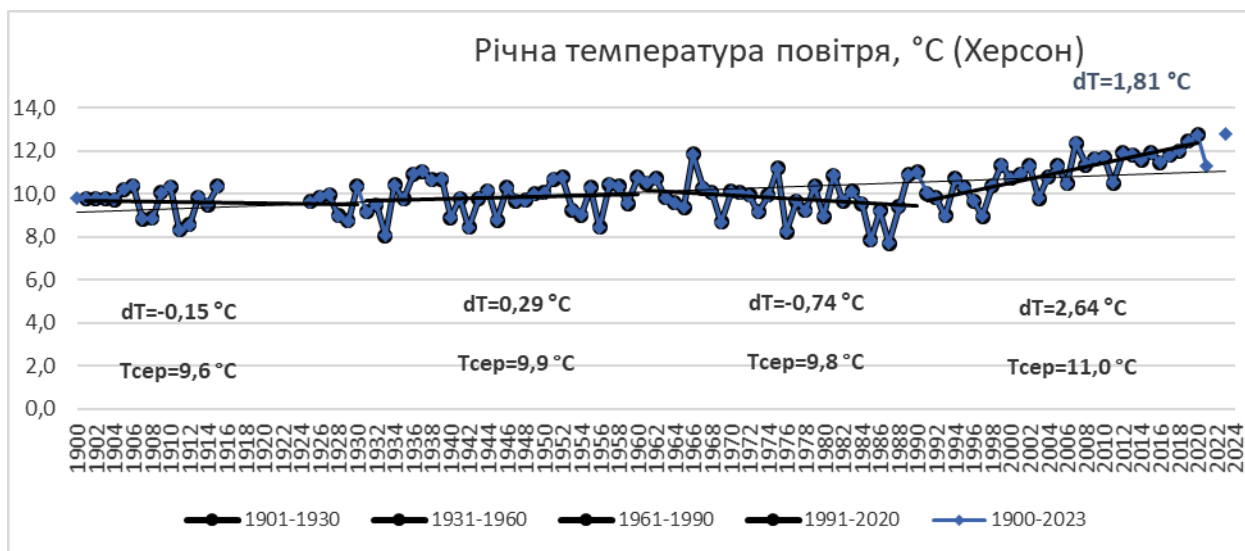


Рисунок 2.6 – Графік річного ходу середньомісячної температури повітря за різні кліматичні періоди у вигляді гістограми (а) та кривих часового ходу (б), Миколаїв

Підсумовуючи сказане вище можна зробити висновок, що у Миколаєві за останні 30 років клімат став менш континентальним і більш морським. Посилення впливу моря відбулося за рахунок зміни циркуляції атмосфери. Порівняно з минулим століттям клімат став м'якшим, з теплою зимою, жарким літом і тривалою теплою восени.

2.3 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Херсонської області

У Херсоні спостерігається аналогічна для міст Півдня України ситуація. У період із 19001 по 1900 гг. тренд середньорічної температури мало змінюється, але з 90-х спостерігається скачок температури. Загальне підвищення за весь досліджуваний період становило 1,81 °С (рис.2.7). Середньорічна температура за перший 30-ти річний період дорівнювала 9,6°С, за другий період вона досягла значення 9,9°С, за третій період температура трохи знизилася – до 9,8°С (тренд температури був також від'ємним -0,74°С) і вже починаючи з 90- х років до наших днів відбулося різке підвищення до 11°С.



а

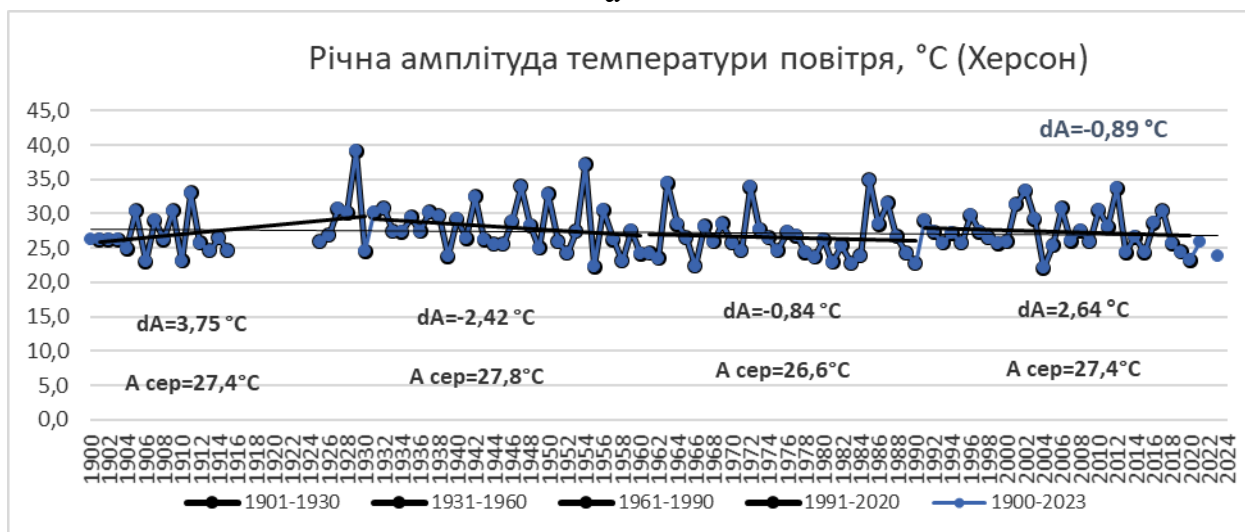


Рисунок 2.7 – Часовий хід річної температури повітря (а) та її річної амплітуди (б), м. Херсон

Динаміка амплітуди річної температури повітря за 123 років також аналогічна часовому ходу амплітуди повітря Миколаєва та Одеси, тобто за 1 період з 1901 по 1930 рр. спостерігається зростання амплітуди на $3,75\text{ }^{\circ}\text{C}$ (цей показник правда викликає сумнів, так у даних з 1915 по 1925 роки присутні пропуски), середня амплітуда за цей період дорівнювала $27,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, далі тенденція плавно зменшилася, у 2 періоді середня амплітуда стала рівною $27,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, в 3 періоді вона знижилася до значення $26,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ і за 4 період знову спостерігається збільшення до $27,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, тобто. можна сказати,

що за 123 роки амплітуда практично не змінилася, індекси континентальності К також практично не змінилися, за Горчинським вони не на багато зменшилися з 43,9% до 43,6%, а за Хромовим взагалі не змінилися і дорівнюють 85,7% (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Характеристики клімату, м. Херсон

Херсон	Період				
	1901-1930	1931-1960	1961-1990	1991-2020	1900-2023
$\varphi=46,64^\circ$					
Т рік	9,6	9,9	9,8	11,0	
Тзима	-2,4	-2,0	-1,6	-0,5	
Твесна	9,1	9,2	9,5	10,6	
Тліто	21,2	21,8	21,0	22,8	
Тосінь	10,5	10,5	10,2	11,2	
dТ рік	-0,15	0,29	-0,74	2,64	1,81
dТзима	-1,37	1,54	0,29	1,83	3,01
dТвесна	-0,45	-0,14	-0,43	3,10	2,17
dТліто	0,02	0,19	-0,91	2,54	1,92
dТосінь	1,22	-1,06	-1,94	3,05	1,33
А сер	27,5	27,8	26,6	27,4	
dА	3,75	-2,42	-0,84	-1,18	-0.89
К Горчинский	43,9	44,7	41,7	43,6	
К Хромов	85,7	85,9	85,2	85,7	

Аналіз графіків сезонного ходу температури за різні кліматичні періоди у Херсоні (рис. 2.8а) показав, що во всіх сезони до 1990 р. спостерігаються слабкі зміни річної температури повітря за 1, 2 і 3 періоди та різке зростання її за 4 період.

Взимку, за 1 період з 1900 по 1930 рр. спостерігається тенденція падіння річної температури ($dT=-1,37^{\circ}\text{C}$) і, у наступні кліматичні періоди її повільне та поступове зростання, середня річна температура за ці періоди збільшилась з $-2,4^{\circ}\text{C}$ до $-0,5^{\circ}\text{C}$.

Навесні, середня річна температура за кліматичні періоди з 1900 по 1990 рр. мало змінювалася (з $9,1^{\circ}\text{C}$ по $9,5^{\circ}\text{C}$), за останній 4 період збільшилася на $1,1^{\circ}\text{C}$ і стала рівною $10,6^{\circ}\text{C}$.

Осінь, на відміну від інших сезонів, характеризується додатною тенденцією зростання температури ($1,22^{\circ}\text{C}$) у 1 періоді, від'ємною – у 2 ($-1,6^{\circ}\text{C}$) та 3 ($-1,94^{\circ}\text{C}$) періодах, норма середньої температури осені за 90 років також зменшуються з $10,5$ до $10,2^{\circ}\text{C}$, але знову зростає і досягає значення $11,2^{\circ}\text{C}$ вже в 4 кліматичному періоді.

Тенденція змін річної температури літа за 1 та 2 кліматичний період слабо додатна ($+0,02^{\circ}$ та $+0,19^{\circ}\text{C}$). Середня річна температура за ці періоди зростає лише на $0,6^{\circ}\text{C}$ (з $21,2$ до $21,8^{\circ}\text{C}$) і знову падає до позначки $21,0^{\circ}\text{C}$ в 3 періоді при від'ємному тренді ($-0,91^{\circ}\text{C}$). Тренд змін за 4 період знову стає додатним ($dT=2,54^{\circ}\text{C}$) із середньою річною температурою літа $22,8^{\circ}\text{C}$.

Загальне зростання річної температури повітря у Херсоні за весь досліджуваний період (з 1900 по 2023 рр.) для зими склало $3,01^{\circ}\text{C}$, для весни $-2,17^{\circ}\text{C}$, для літа $-1,92^{\circ}\text{C}$ та осені $-1,33^{\circ}\text{C}$ (рис.2.8а,б).

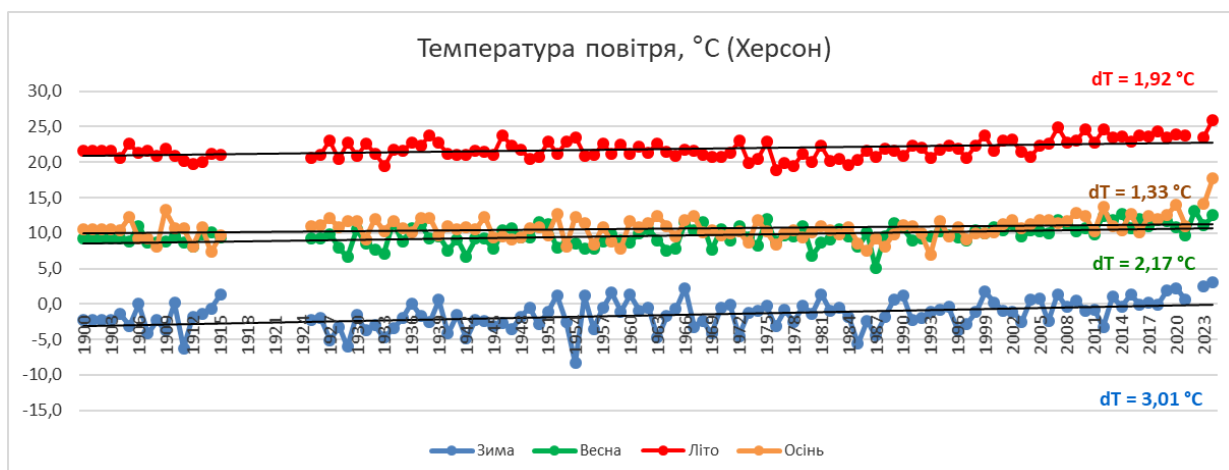
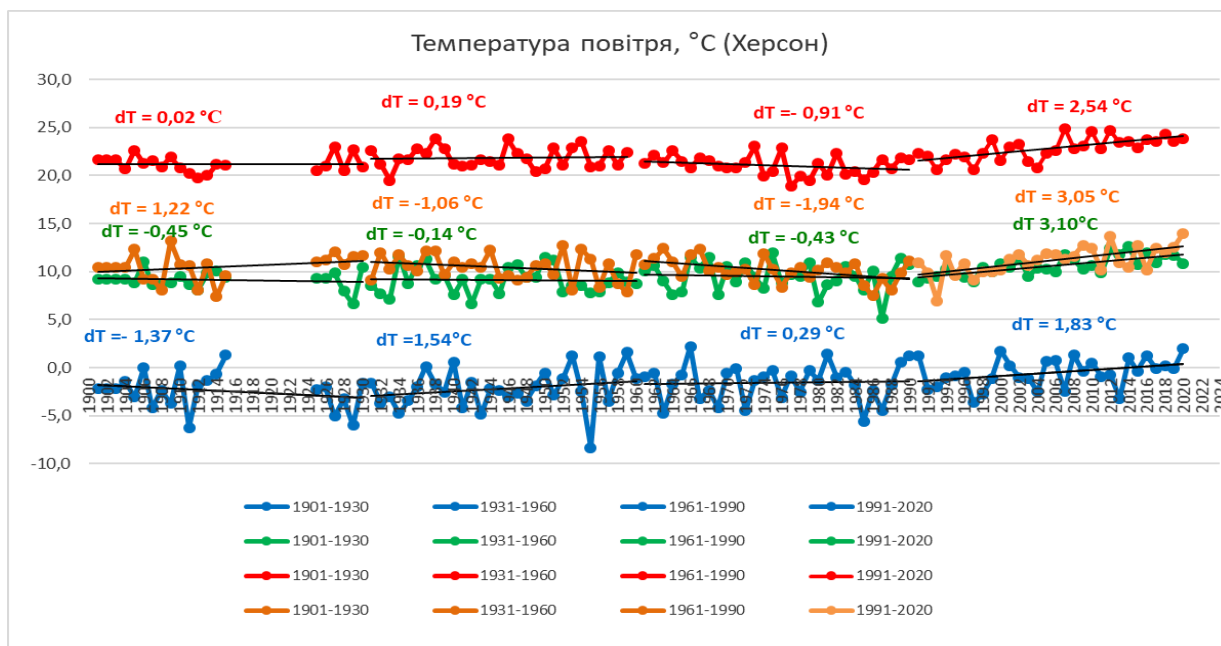
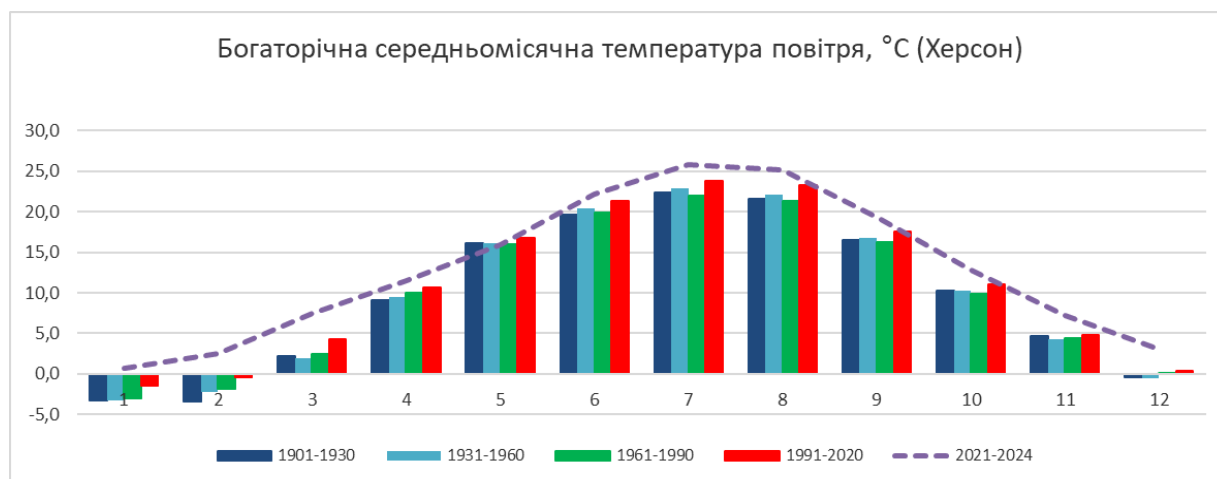


Рисунок 2.8 – Часовий хід температури повітря за сезонами року та її зміни за весь досліджуваний період (а) та різні кліматичні періоди (б), Херсон

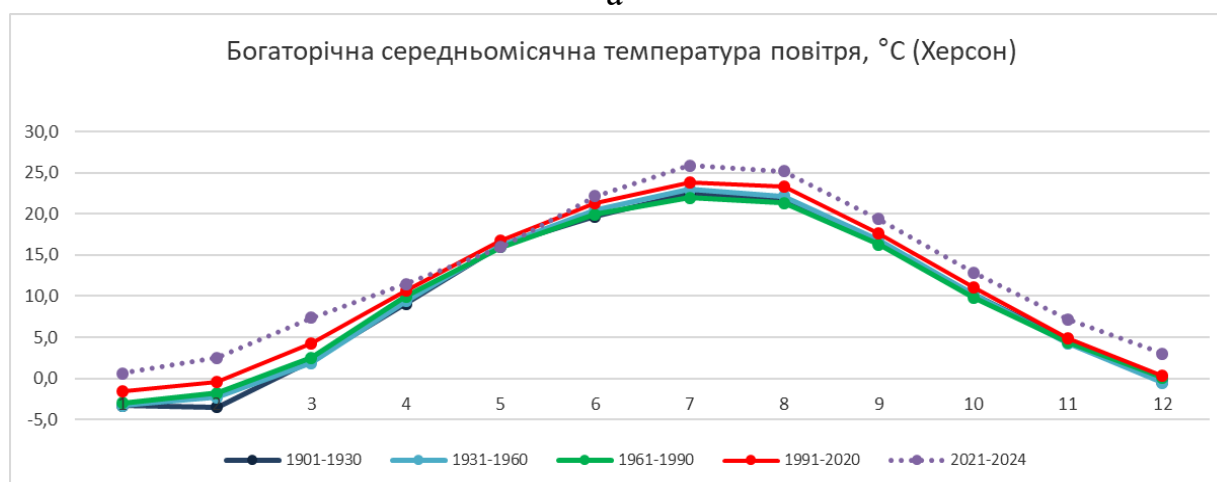
Звідси можна зробити висновок, що найбільший внесок у зростання річної температури у Херсоні відбувається за рахунок поступового підвищення температури в зимові місяці, проте якщо розглядати зміну за останній кліматичний період з 1990 до 2020 рр., то річна температура зростає за рахунок теплого півріччя.

На рис 2.9а,б представлений графік середньомісячної температури повітря за різні кліматичні періоди у вигляді гістограми та кривих річного ходу. За гістограмою на рис. 2.9а видно поступове зростання кліматичних норм у літні, осінні та зимові місяці за останній період з 1990 по 2020 роки. Варто також зазначити, що в літні та осінні місяці року з червня по жовтень у період з 1961 по 1990 рр. простежується зменшення (провал) кліматичної норми порівняно з попередніми періодами, після чого йде різке її збільшення з 1990 по 2020 рр.

На рис 2.9б проглядається стагнація річної температури у квітні, травні, червні протягом сторіччя та тенденція зростання від одного періоду до іншого у останні місяці року.



а

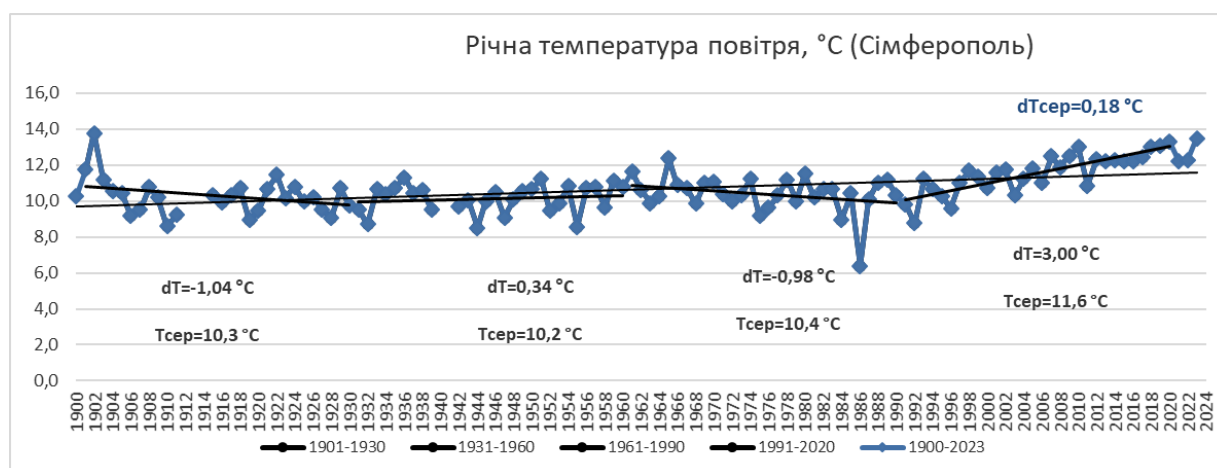


б

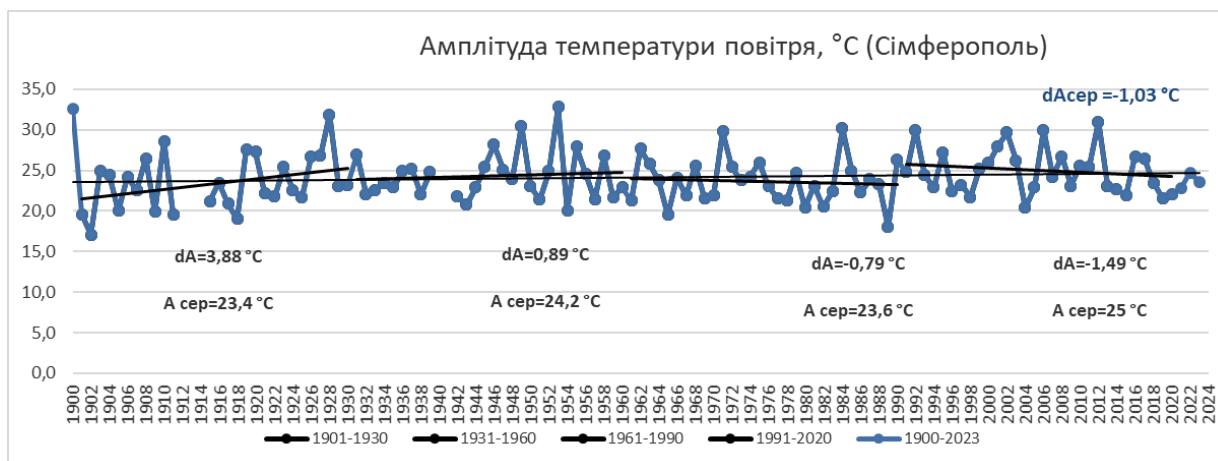
Рисунок 2.9 – Графік річного ходу середньомісячної температури повітря за різні кліматичні періоди у вигляді гістограми (а) та кривих часового ходу (б), у, Херсон

2.4 Середньорічна та середньомісячна температура повітря Автономної Республіки Крим

У Сімферополі, який є адміністративним центром Автономної Республіки Крим, у період з 1901 по 1900 рр. тренд середньорічної температури мало змінюється, проте з 90-х років спостерігається скачок температури (на $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Загальне підвищення за весь досліджуваний період становило $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$, за рахунок того що в 1 та 3 періоді температура зменшувалась (тренди температури від'ємні $-1,05^{\circ}\text{C}$ та $-0,98^{\circ}\text{C}$) (рис.2.10). Середньорічна температура за перший 30-ти річний період дорівнювала $10,3^{\circ}\text{C}$, за другий період вона трохи знизилася до $10,2^{\circ}\text{C}$, за третій період температура досягла значення $-10,4^{\circ}\text{C}$ (тренд температури був також від'ємним $-0,74^{\circ}\text{C}$) і вже починаючи з 90- х років до наших днів відбулося різке підвищення до $11,6^{\circ}\text{C}$.



а



б

Рисунок 2.10 – Часовий хід річної температури повітря (а) та її річної амплітуди (б), м. Сімферополь

Тренд амплітуди річної температури повітря за 123 рока є додатний та показує зростання на 1,03 °С, середня амплітуда за 1 і 2 періоди складає 23,4 і 24,2 °С, відповідно, в 3 періоді тенденція зменшується і дорівнює 23,6 °С і в 4 періоді знову збільшується до 25,0 °С. Індекси континентальності K за весь період на відміну від Одеси, Миколаєва та Херсона збільшився з 36% до 39,7%, тобто клімат став більш континентальним, за класифікацією Хромова індекс також збільшився з 83,7% до 84,7% (табл. 2.4).

Таблиця 2.3 – Характеристики клімату, м. Сімферополь

Херсон	Період				
	1901-1930	1931-1960	1961-1990	1991-2020	1900-2023
$\varphi=44,92^\circ$					
Т рік	10,3	10,2	10,4	11,6	
Т зима	0,1	0,2	0,7	1,3	
Т весна	9,5	9,1	9,6	10,5	
Т літо	20,0	20,5	20,5	22,3	

Тосінь	11,1	10,9	11,2	12,1	
dT рік	-1,05	0,34	-0,98	3,00	1,18
dT зима	-1,19	1,01	-0,15	1,83	2,36
dT весна	-0,93	-0,52	-0,60	2,56	1,48
dT літо	0,26	1,01	-0,61	3,03	3,16
dTосінь	0,07	-0,50	-1,50	2,45	2,03
A сер	23,4	24,2	23,6	25	
dA	3,88	0,89	-0,79	-1,45	1,03
К Горчинский	36,0	37,9	36,4	39,7	
К Хромов	83,7	84,3	83,9	84,7	

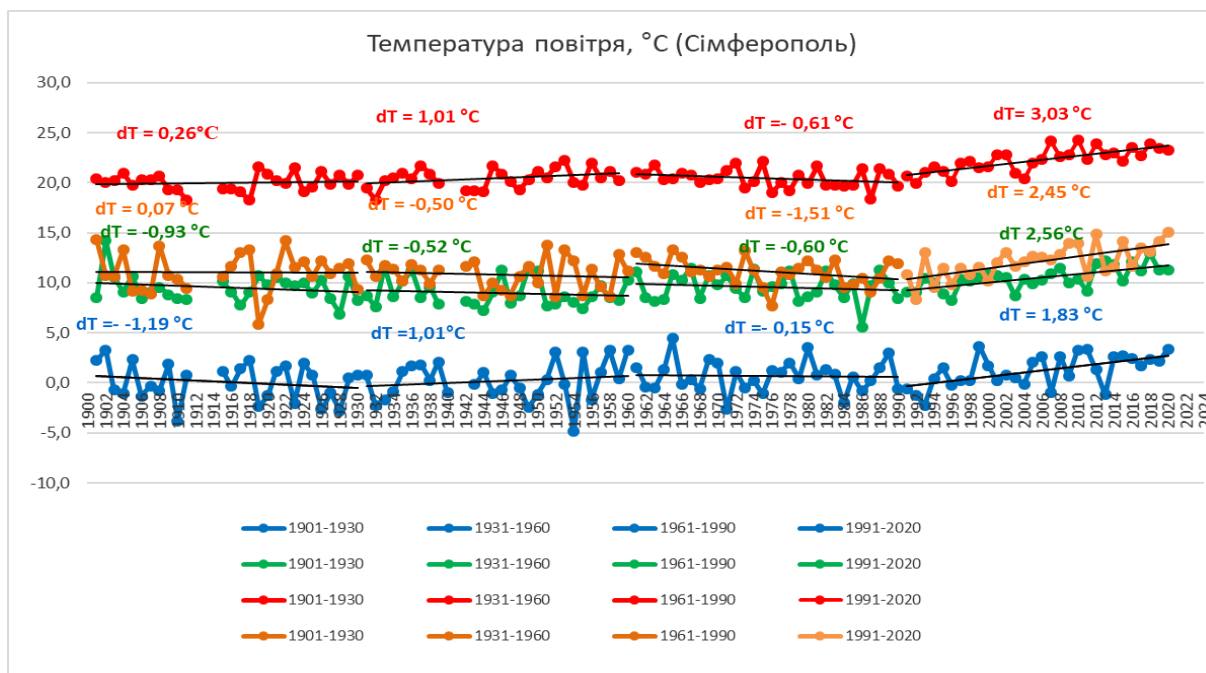
Аналіз графіків сезонного ходу температури за різні кліматичні періоди у Сімферополі (рис. 2.11а) показав, що во всі сезони до 1990 р. температура мало змінюється та різко зростає за останній період.

Взимку, в 1 періоді з 1900 по 1930 рр. та 3 періоді 1961-1990 рр. спостерігається від'ємна тенденція річної температури повітря ($dT = -1,05^{\circ}\text{C}$ і $0,98^{\circ}\text{C}$ після чого відбувається зростання температури. Тренд зростання температури в 2 періоді складає $1,01^{\circ}\text{C}$, в 4 періоді – $1,83^{\circ}\text{C}$. Загальне зростання за 123 роки досягає позначки $2,36^{\circ}\text{C}$ (рис. 2.11б), а норма середньорічної температури повітря збільшується з $0,1^{\circ}\text{C}$ до $1,3^{\circ}\text{C}$.

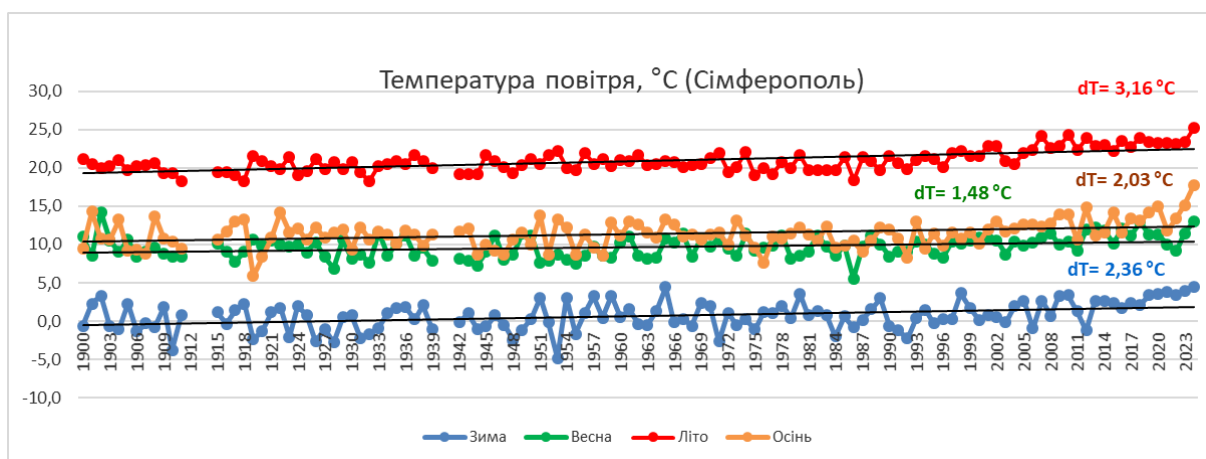
Навесні, середня річна температура повітря до 1990 р. також мало змінювалася (з $9,5^{\circ}\text{C}$ по $9,6^{\circ}\text{C}$), тренди во всі кліматичні періоди від'ємні, в останній 4 період температура різко збільшується і дорівнює $10,5^{\circ}\text{C}$. Весною відзначається найменше зростання температури ($1,48^{\circ}\text{C}$).

Літо характеризуються максимальним зростанням температури. За 123 роки тенденція складала $3,16^{\circ}\text{C}$. Найбільше зростання температури ($3,03^{\circ}\text{C}$) відзначається в останньому 4 кліматичному періоді з 1991-2020 рр.

Осінню тенденція зростання температури у 1 періоді додатна ($0,07^{\circ}\text{C}$), у 2 періоді від'ємна ($-0,5^{\circ}\text{C}$) та 3 періоді від'ємна ($-1,50^{\circ}\text{C}$), в 4 періоді знову додатна – $2,56^{\circ}\text{C}$. Норма середньої температури осені за 90 років практично не змінювалася і дорівнювала $11,2^{\circ}\text{C}$, в 4 кліматичному періоді зростає і досягає значення $12,1^{\circ}\text{C}$.



а

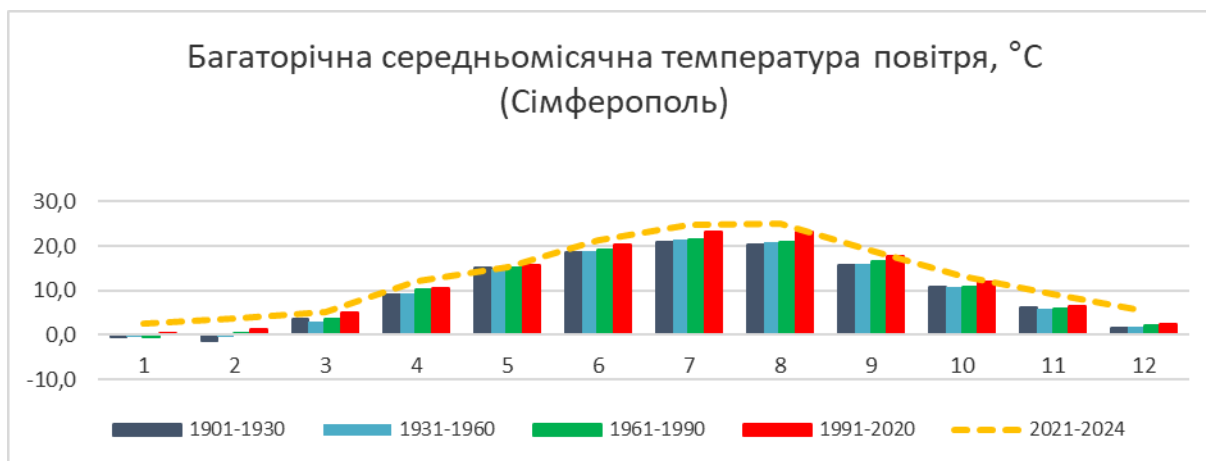


б

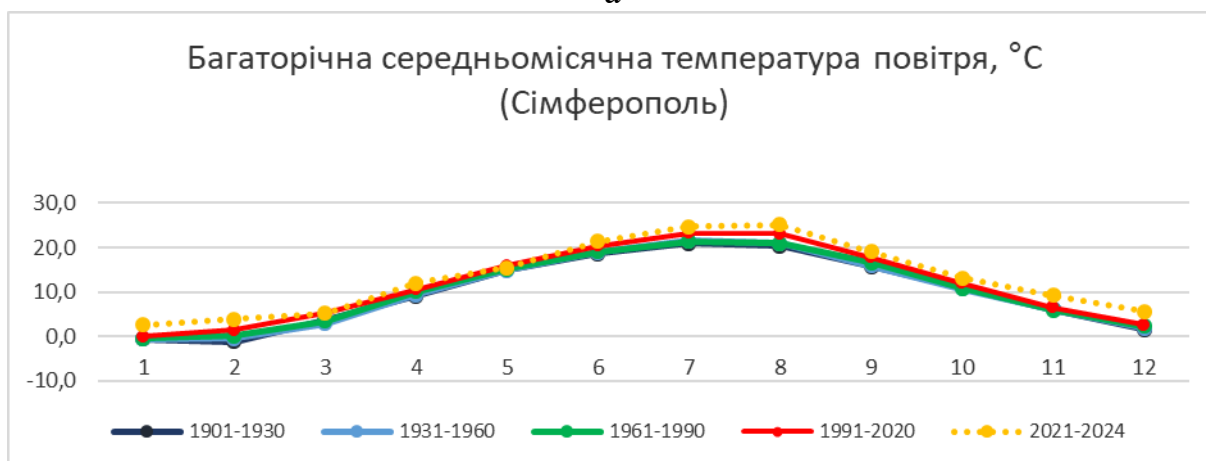
Рисунок 2.11 – Часовий хід температури повітря за сезонами року та її зміни за вісь досліджуваний період (а) та різні кліматичні періоди (б), м. Сімферополь

Звідси можна зробити висновок, що найбільший внесок у зростання річної температури повітря у Симферополі відбувається за рахунок поступового підвищення температури в літні місяці, це справедливо як для всього району, що досліджується, так і за останній кліматичний період.

На рис 2.12а,б представлений графік середньомісячної температури повітря за різні кліматичні періоди у вигляді гістограми та кривих річного ходу. За гістограмою на рис. 2.12а видно поступове зростання кліматичних норм у літні та осінні місяці за останній період з 1990 по 2020 роки. На рис. 2.12б добре простежується стагнація річної температури у травні протягом сторіччя і більше.



а



б

Рисунок 2.12 – Графік річного ходу середньомісячної температури повітря за різні кліматичні періоди у вигляді гістограми (а) та кривих часового ходу (б), м, Симферополь

Таким чином, підсумовуючи сказане, можна зробити висновки:

1. Аналіз трендів температури повітря за весь дослідження період з 1900 по 2023 рр. показав зростання температури в зимовий період для Одеси, Миколаєва та Херсону. Температура збільшилася більше ніж на 3 градуси (для Одеси тренд дорівнює $3,19^{\circ}\text{C}$, для Ніколаєва $3,21^{\circ}\text{C}$, для Херсону $3,01^{\circ}\text{C}$).

Якщо розглядати тренди за останній кліматологічний період с 1990-1 по 2020рр, то температура зростає в основному за рахунок теплого півріччя. Найбільший внесок в збільшення температури повітря для Одеси та Миколаєва склали весняні місяці $3,10^{\circ}\text{C}$, та $2,39^{\circ}\text{C}$, відповідно. Для Херсону– за рахунок весняних ($3,10^{\circ}\text{C}$) та осінніх місяців ($3,05^{\circ}\text{C}$).

Найменший внесок у зростання температури був за рахунок осінніх місяців (для Одеси тренд складає $1,85^{\circ}\text{C}$, для Миколаєва $1,69^{\circ}\text{C}$, для Херсону – $1,33^{\circ}\text{C}$).

Для Сімферополя в період з 1900 по 2023 роки температура збільшувалася за рахунок літніх місяців, тренд становив $3,16^{\circ}\text{C}$, максимальне значення тренду за літні місяці зберігається до теперішнього часу $3,03^{\circ}\text{C}$. Мінімальний тренд доводиться на зимові місяці ($1,83^{\circ}\text{C}$).

2. Амплітуда температури повітря для міст Одеса, Миколаїв та Херсон, за рахунок того, що зменшувалася з 60 по 90 роки минулого століття, хоча за останні 30 років вона значно зросла, але не досягла норми амплітуди на початку минулого століття, призвело до зменшення індексу континентальності, тобто, клімат за 123 роки став менш континентальним

та більш морським. Збільшення впливу моря відбулося за рахунок зміни циркуляції атмосфери.

Винятком є місто Сімферополь, тут амплітуда та індекси значно збільшилися і перевищили 1 кліматичний період. Клімат Сімферополя можемо охарактеризувати як м'яко-континентальний, теплий з м'якою зимою.

3. Кліматична норма середньомісячної температури повітря протягом усього року для всіх міст поступово збільшувалася і досягала суттєвого зростання в останньому 4 кліматичному періоді з 1991 по 2020 рр., особливо різкий стрибок спостерігається у липні та серпні. Також можемо відзначити, що у 3 періоді з 1961 по 1990 рр., період виділений зеленим маркером, у літні місяці (червень, липень та серпень) спостерігалось невелике зменшення кліматичної норми порівняно з попередніми періодами, за винятком Сімферополя. Тут температура підвищувалася за весь час.

3 СУЧАСНИЙ ВОЛОГІСНИЙ РЕЖИМ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

3.1 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Одеської області

Розглянемо динаміку часового ходу річних сум опадів в Одесі, Миколаєві, Херсоні та Сімферополі за період з 1900 по 2024 роки.

Часові ряди річних сум опадів також розіб'ємо на 4 відрізки часу тривалістю 30 років, кожен з яких ми розглядаємо як кліматичну норму.

Як відомо другою після температури повітря найважливішою характеристикою клімату є опади, які характеризують режим зволоження будь-якої території. Цей показник є основою багатьох класифікацій клімату.

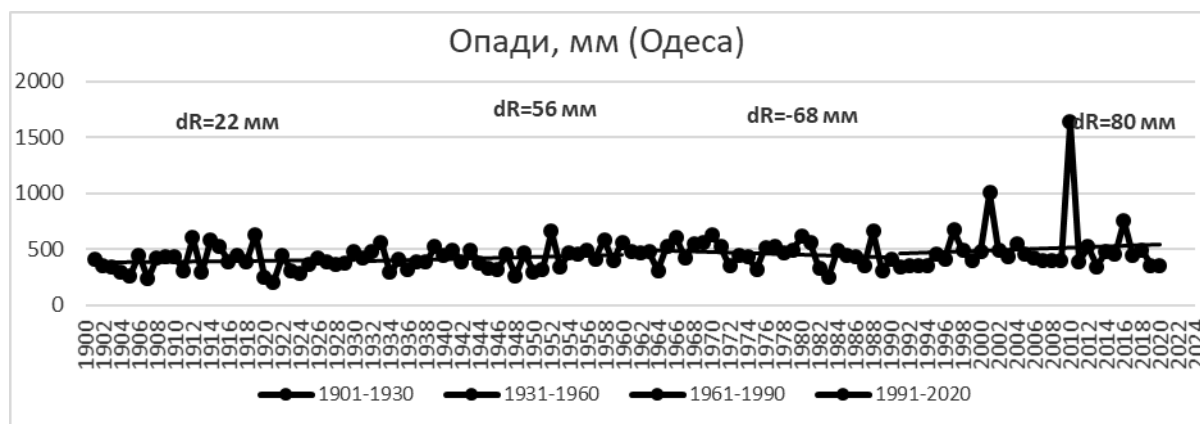
Опади відносяться до найбільш мінливих метеорологічних величин, вони різняться кількістю, річним ходом, амплітудою коливань та характером розподілу, тому описувати їх досить складно.

Розглянемо характер часового ходу сум опадів за теплий період (з квітня по жовтень) та холодний період (з листопада по березень) та загалом за рік на станції Одеса (рис. 3.1а,б)

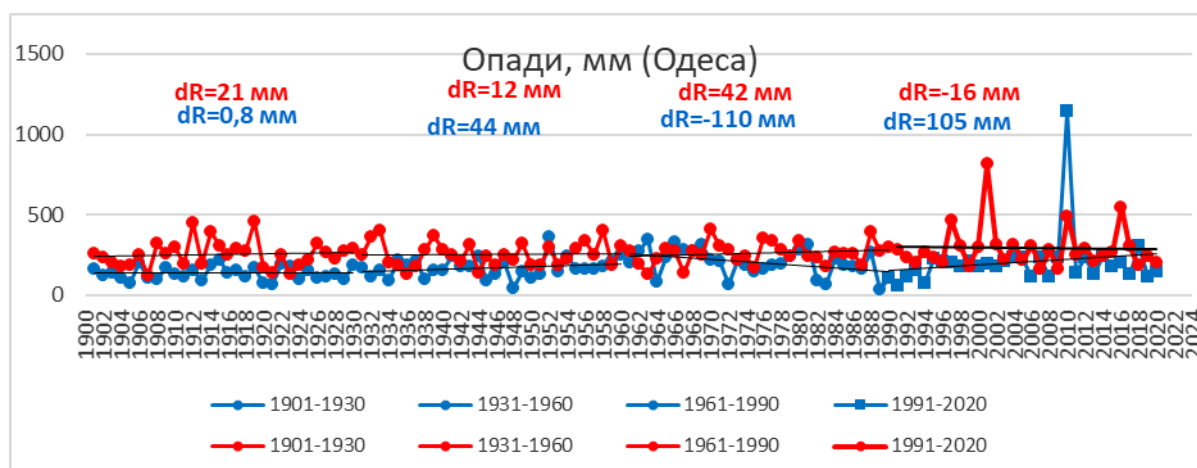
Як бачимо з рис. 3.1а, окремі коливання опадів за останній 4 кліматичний період мають велику амплітуду і набагато перевищують коливання в попередні періоди. Тенденція зміни опадів не сильно змінювалася від однієї кліматичної норми до іншої і була слабо додатною, 22 і 56 мм за 1 і 2 періоди, відповідно, в 3 періоді спостерігався невеликий від'ємний тренд -68 мм і вже в 4 він став знову додатним +80 см.

У цьому річна сума опадів збільшується як і теплому, холодному півріччі, так і протягом року (табл. 3.1) починаючи з першого періоду з 1900 по 1930 гг. (390 мм), другого та третього періоду по 428 та 465 мм,

відповідно і закінчуючи останньою кліматичною нормою (503 мм) за період з 1990-2020 рр. (рис. 3.1б).



а



б

Рисунок 3.1 –Часовий хід сум опадів за рік, тепле та холодне півріччя та її зміни у різні кліматичні періоди, Одеса

Таблиця 3.1 – Характеристики зволоження, Одеса

Одеса	1901-1930рр	1931-1960рр	1961-1990рр	1991-2020 рр	1900-2023 рр
dR _{рік} ,мм	22,26	55,74	-68,17	80,18	129,34
dRXII,мм	0,81	44,20	-110,04	104,87	85,68
dRTP,мм	21,46	11,54	41,86	-15,65	43,66
R _{рік} ,мм	389,6	428,0	465,0	502,7	
RXII,мм	136,0	172,2	204,1	211,8	

РТП,мм	253,6	255,7	260,9	290,9	
--------	-------	-------	-------	-------	--

Хоча, в холодному півріччі 3 періоду з 1961 по 1990 рр. і в теплому півріччі 4 періоду з 1990-2020 рр. спостерігалися від'ємні тренди, -110 мм і -16 мм, відповідно.

Загальні тенденції за 123 роки для холодного ($dR=86$ мм) та теплового півріччя ($dR=44$) та в цілому за рік ($dR=129$ мм) є додатні величини, причому за холодній більша, це означає кількість опадів за весь досліджуваний період збільшується за рахунок холодного півріччя (рис. 3.2).

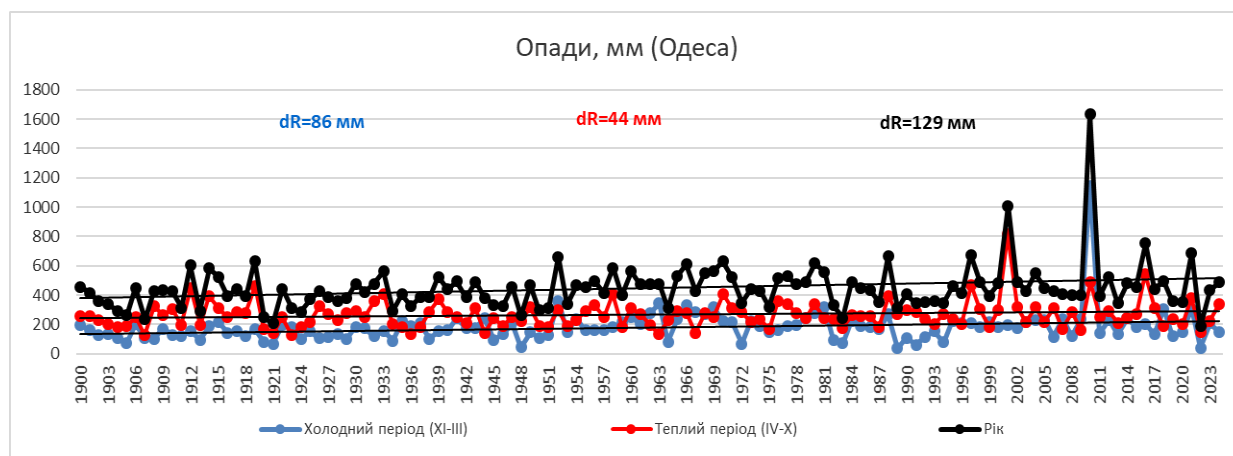
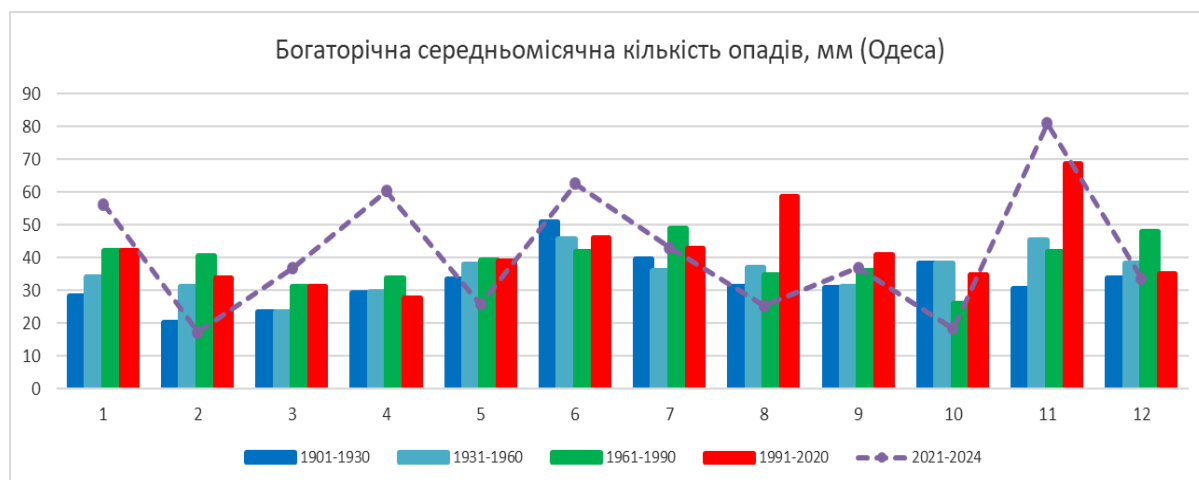


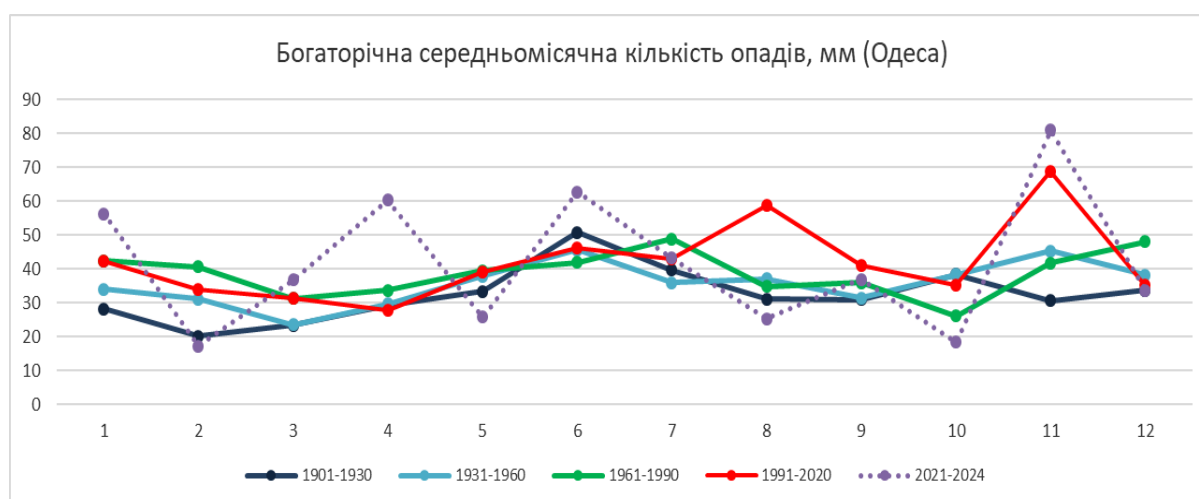
Рисунок 3.2 – Часовий хід сум опадів за рік, тепле та холодне півріччя та її зміни, Одеса

Якщо ми розглянемо зміни річний ходу кількості опадів за середньомісячними даними за кожен кліматичний період (рис 3.3а,б) то можемо сказати що процес зволоження відбувається цілий рік рівномірно. Якщо порівнювати кліматичну норму за останній період із попередніми періодами, то можемо відзначити різке збільшення опадів із серпня по листопад за період с 1990-2020, і навпаки, зменшення норми опадів порівняно з попереднім періодом у зимові місяці з грудня до лютого.

Максимум опадів змістився з червня (липня – для періоду 1961-1990рр) на серпень і з'являється другий максимум у листопаді.



а



б

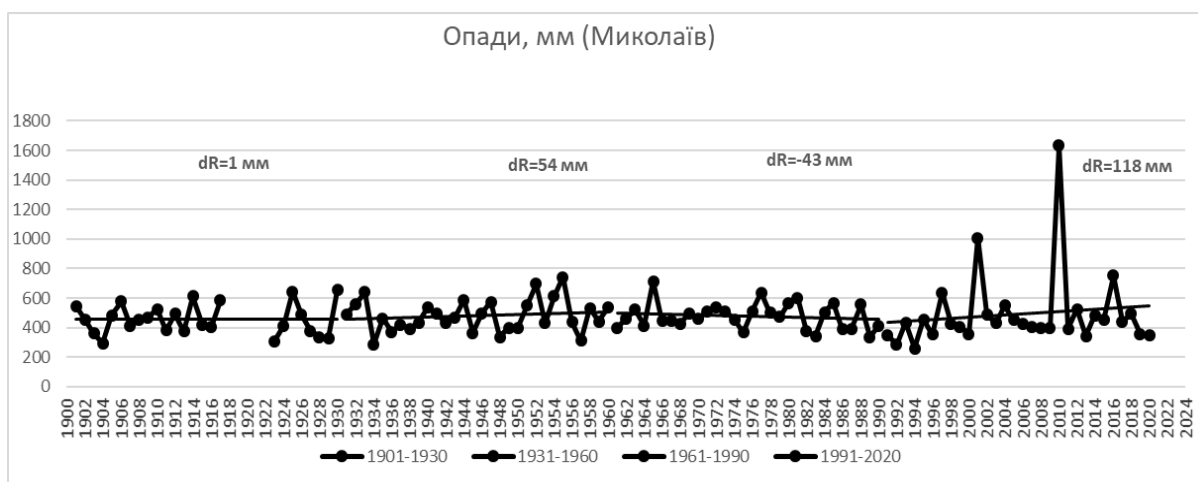
Рисунок 3.3 – Річний хід кількості опадів у вигляді гістограми та кривих річного ходу за різні кліматичні періоди, мм (Одеса)

Таким чином можна зробити висновок, що річна кількість опадів постійно збільшується за рахунок холодного півріччя, проте різниця між кількістю опадів за холодне та тепле півріччя скорочується за рахунок

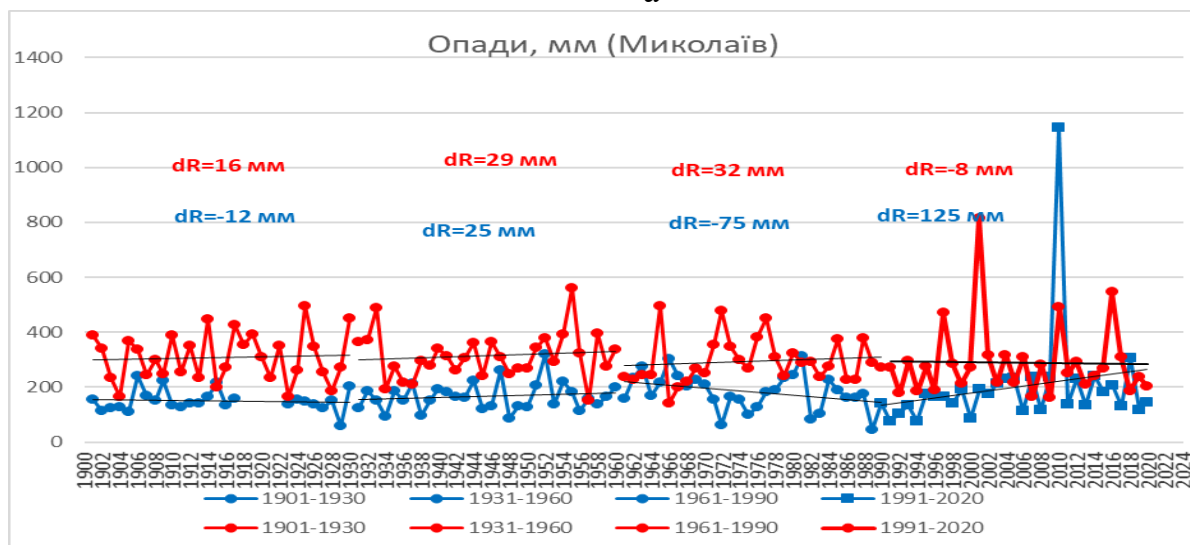
збільшення зливових опадів у серпні та фронтальних опадів з вересня по листопад.

3.2 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Миколаївської області

Розглянемо графіки часового ходу сум опадів за рік, теплий та холодний період на станції Миколаїв (рис. 3.4а,б)



а



б

Рисунок 3.4 – Часовий хід сум опадів за рік, тепле та холодне півріччя у різні кліматичні періоди, Миколаїв

Як видно із рис. 3.4 з 1900 по 1990 рр. кількість річних сум опадів мало змінювалася із року в рік і коливалися в діапазоні (300-700 мм), але починаючи з 90-00-х років з'являються роки з аномально високими показниками (2001 р. – 1008 мм, 2010 р. – 1635) мм), що в кілька разів перевищують коливання у попередні періоди. Тенденція зміни опадів була слабо позитивною за 1 період -0,7 мм, за 2 - 54 мм, у 3 періоді простежується невеликий від'ємний тренд -43 мм і вже в 4 він ставатиме знову додатним +118 см. При цьому річна сума опадів постійно збільшується, починаючи за 1 періоду – 456 мм, за 2 та 3 періоди – до 478 та 477 мм, відповідно, і, закінчуючи останньою кліматичною нормою (491 мм) за період (табл. 3.2), винятком була норма за 3 період, коли спостерігався слабкий від'ємний тренд, -43 мм та -16 мм, відповідно.

Таблиця 3.2 – Характеристики зволоження, Миколаїв

Миколаїв φ=46,97°	1901- 1930рр	1931-1960 рр	1961- 1990рр	1991- 2020 рр	1900- 2023 рр
dРрік,мм	0,7	54	-43	118	39,17
dRXП,мм	-12	25	-75	125	61,50
dRТП,мм	16	29	32	-8	-25,49
Ррік,мм	455,4	477,9	476,9	491,1	
RXП,мм	150,0	165,6	181,9	201,8	
RТП,мм	309,1	312,3	295,0	289,2	

Тенденції збільшення кількості опадів за 123 роки для холодного півріччя ($dR=62$ мм) і протягом року ($dR=39$ мм) є додатними величинами, для теплого – від’ємна ($dR=-25$), це означає, що кількість опадів за 123 року збільшувалась за рахунок холодного півріччя, вклад в річну суму опадів за тепле півріччя мінімальний (рис. 3.5), проте кількість опадів за тепле півріччя, як і раніше, перевищує кількість за холодне півріччя, але різниця між ними зменшується.

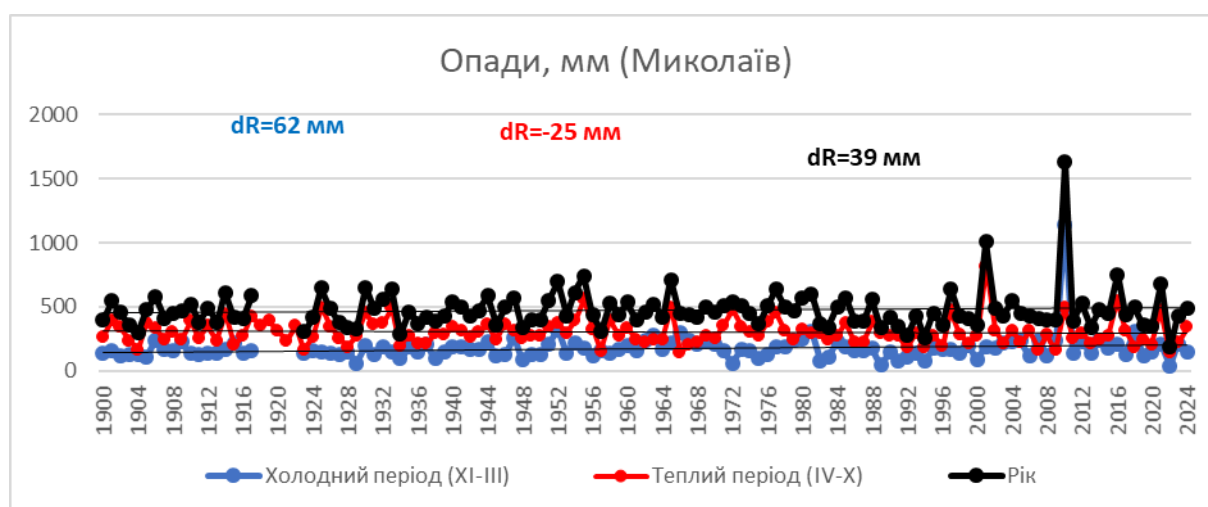
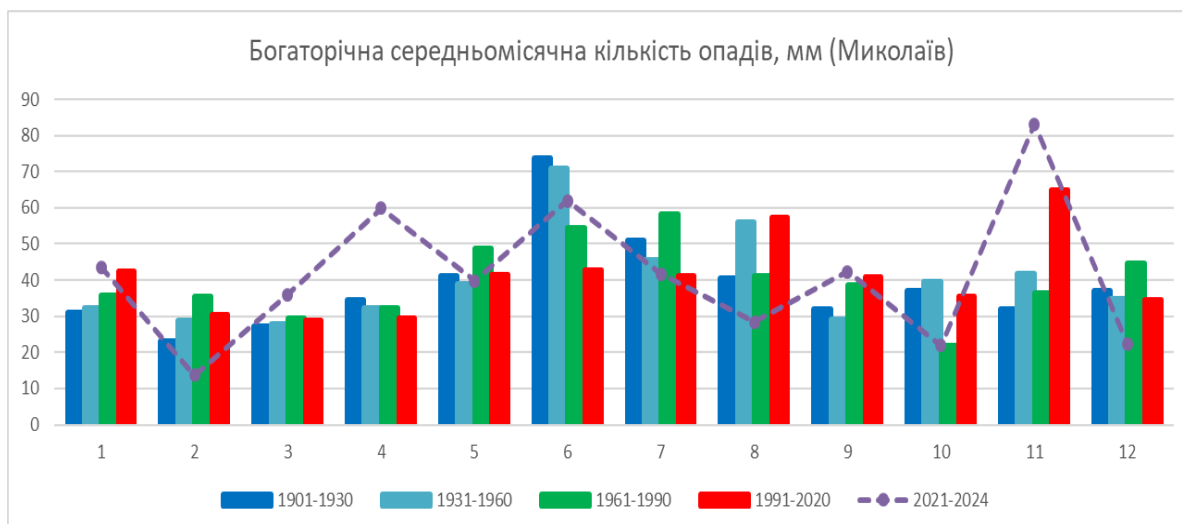
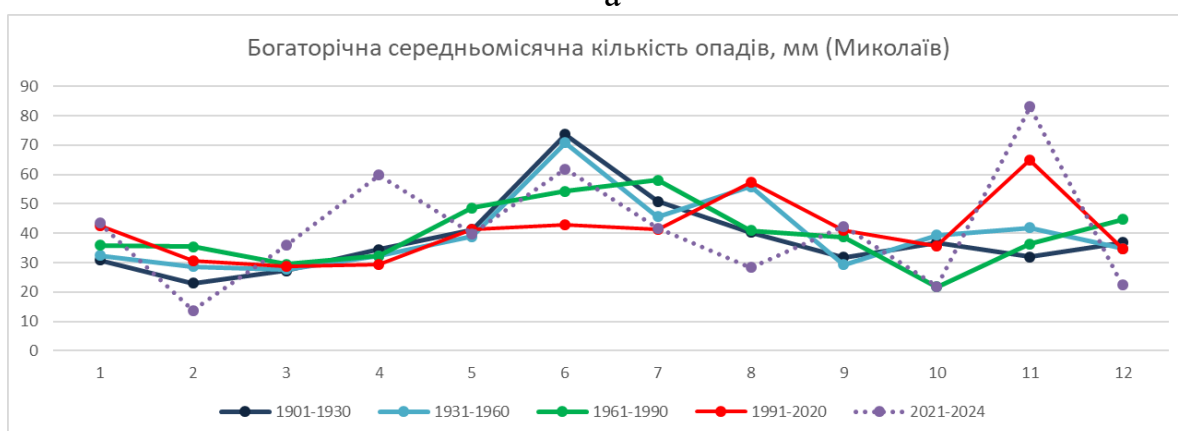


Рисунок 3.5 – Часовий хід річних сум опадів, Миколаїв

Розглянемо графіки річного ходу середньомісячних сум опадів за кожний кліматичний період (рис 3.16). Можемо сказати, що протягом року процес зволоження розподілений рівномірно, навпаки, зменшення норми опадів порівняно з попереднім періодом у зимові місяці: з грудня до березня, максимум опадів змістився з червня на серпень і з'явився другий максимум у листопаді.



а



б

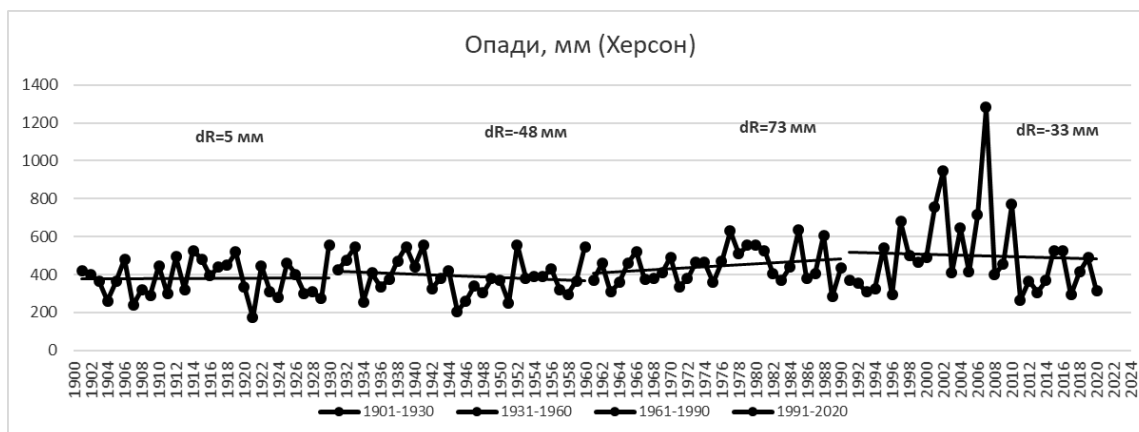
Рисунок 3.6 – Річний хід кількості опадів за різні кліматичні періоди у вигляді гістограм та ліній, мм (Миколаїв)

Таким чином, можна зробити висновок, що кількість опадів у Миколаєві постійно збільшується за рахунок холодного півріччя, проте різниця між кількістю опадів за холодне і тепле півріччя скорочується, ймовірно, за рахунок збільшення фронтальних опадів у листопаді.

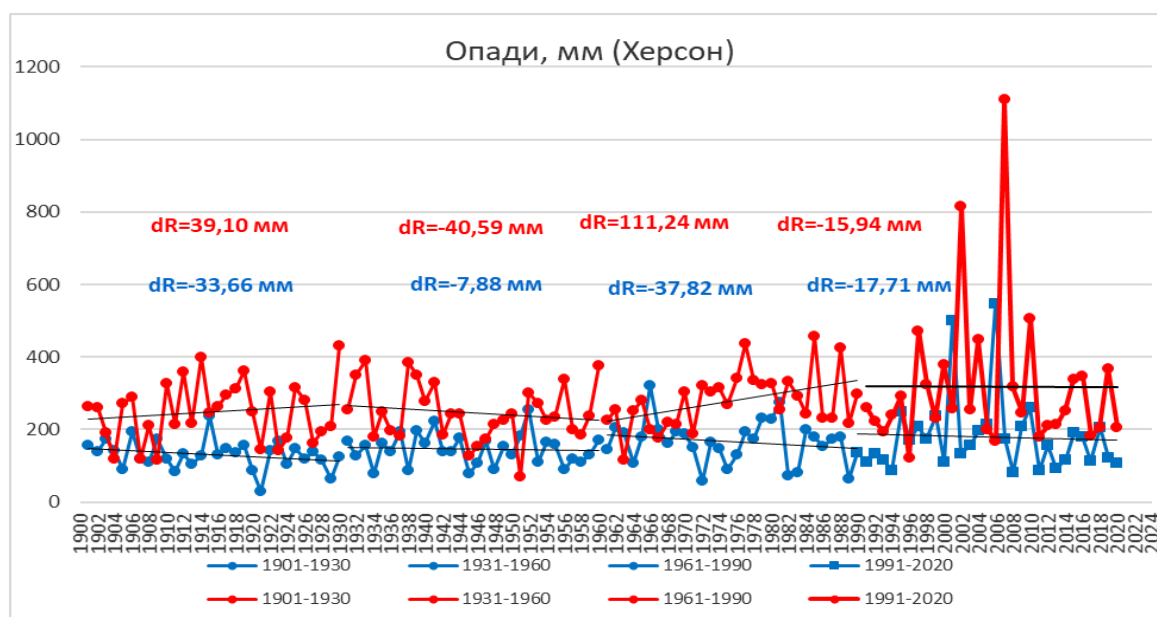
3.3 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Херсонської області

Досліджуючи ряди часового ходу річних сум опадів на станції Херсон (рис. 3.7а) відзначаємо, що кількість річних сум опадів до 1990 р. мало змінюється, амплітуда коливань сум опадів змінюється в діапазоні (200-600 мм), після 1990 року, амплітуда коливань посилюється і з'являються стрибки аномально високих сум опадів (у 2002 р. – 947 мм, 2007 р. – 1281 мм) які в кілька набагато перевищують річні суми опадів за попередні роки.

При тому тенденція зміни опадів за період з 1990 по 2020 від'ємна - 33 мм (табл.3.3). Якщо розглядати часовий хід сум опадів окремо для холодного та теплого періоду (рис. 3.7б) то можемо зазначити, що тренд опадів від'ємний для обох піврічч (для холодного періоду – -18 мм, для теплого – -16 мм).



а



б

Рисунок 3.7 – Часовий хід річних сум опадів за рік, тепле та холодне півріччя за різні кліматичні періоди, Херсон

Річна сума опадів за весь досліджуваний період збільшується в кожному кліматичному періоді, те ж саме можна сказати про тепле та холодне півріччя, за 1 період сума опадів дорівнює 379 мм, за другий період –391 мм, за 3 період – 445 мм та 4 період – 500 мм (табл. 3.3). На теплий період припадає більше опадів, ніж холодний, трохи більше половини, таке співвідношення простежується протягом усього дослідного періоду.

Таблиця 3.3 – Характеристики зволоження, Херсон

Одеса	1901- 1930pp	1931-1960 pp	1961- 1990pp	1991- 2020 pp	1900- 2023 pp
dR _{рік} ,мм	5,44	-48,47	73,41	-33,03	125,90
dR _{XII} ,мм	-33,66	7,88	-37,82	-17,71	47,99
dR _{III} ,мм	39,1	-40,59	111,24	-15,94	77,91

Ррік,мм	378,6	390,9	444,9	499,7	
РХП,мм	130,3	145,2	165,6	181,1	
РТП,мм	248,2	245,7	279,3	318,6	

Тенденції збільшення сум опадів протягом всього періоду такі: для холодного півріччя $dR=+48$ мм, для теплого $dR=+78$ мм і за цілий рік $dR=+129$ мм, також є додатними величинами, тобто. кількість опадів за 123 роки збільшується, як за рахунок теплого, так і за холодне півріччя (рис.3.8).

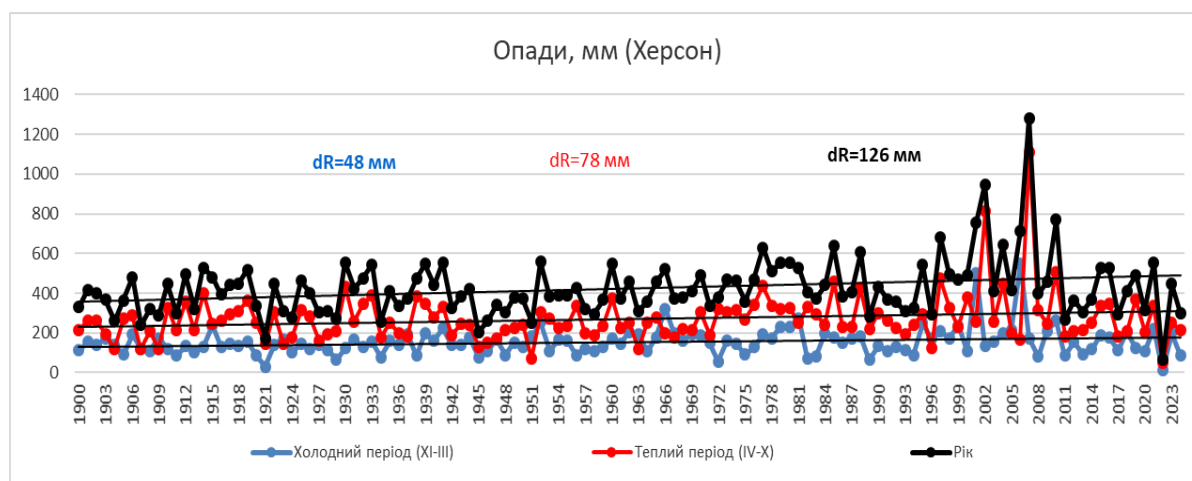
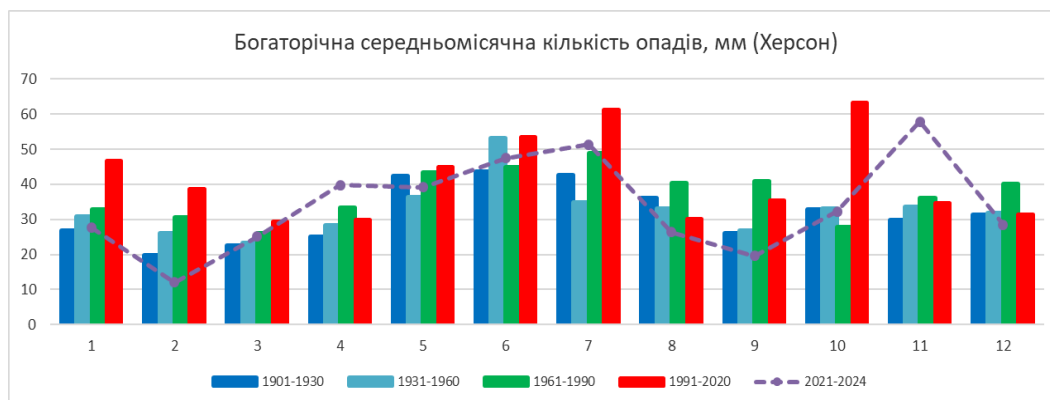
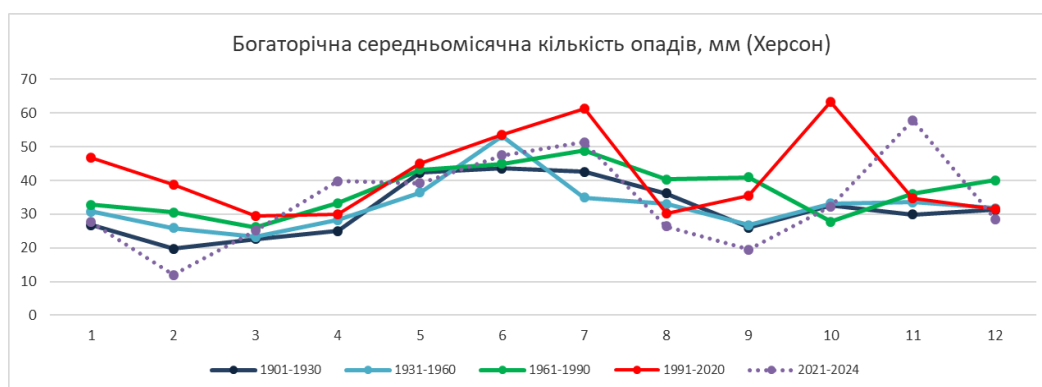


Рисунок 3.8 – Часовий хід річних сум опадів, Херсон

На графіках річного ходу середньомісячних сум опадів за кожен кліматичний період та період з 2021 по 2023 (рис 3.9а) бачимо, що протягом року процес зволоження нерівномірний, на графіці річного ходу середньомісячних сум опадів чітко проглядаються два максимуми та два мінімуми.



а



б

Рисунок 3.9 – Річний хід кількості опадів за різні кліматичні періоди у вигляді гістограм та ліній, мм (Херсон)

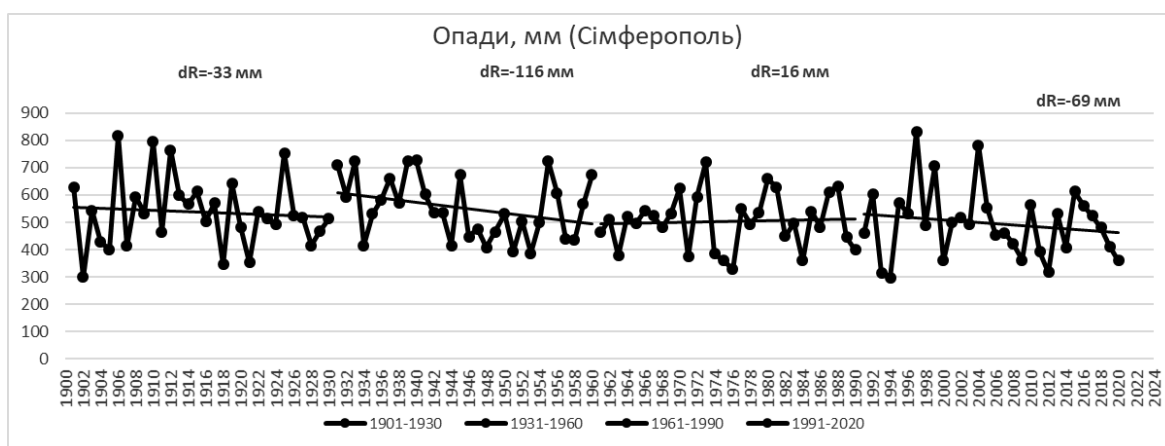
Якщо розглядати криву річного ходу опадів за останній період, то максимуми відзначаються в липні, коли сума опадів досягає значення 62 мм та жовтні, коли кліматична норма дорівнює 63 мм, а також мінімуми – у березні – 29 мм та серпні – 30 мм (рис 3.9 б). Якщо порівнювати кліматичну норму за останній період із попередніми періодами, то різке збільшення опадів відзначається в липні, жовтні, січні та лютому і, навпаки, норма зменшується у квітні, серпні, вересні, листопаді та грудні.

Таким чином, можна зробити висновок, що кількість опадів на станції Херсон постійно збільшується як за холодний так і теплий періоди, тобто. різниця між холодним і теплим півріччям залишається практично незмінною.

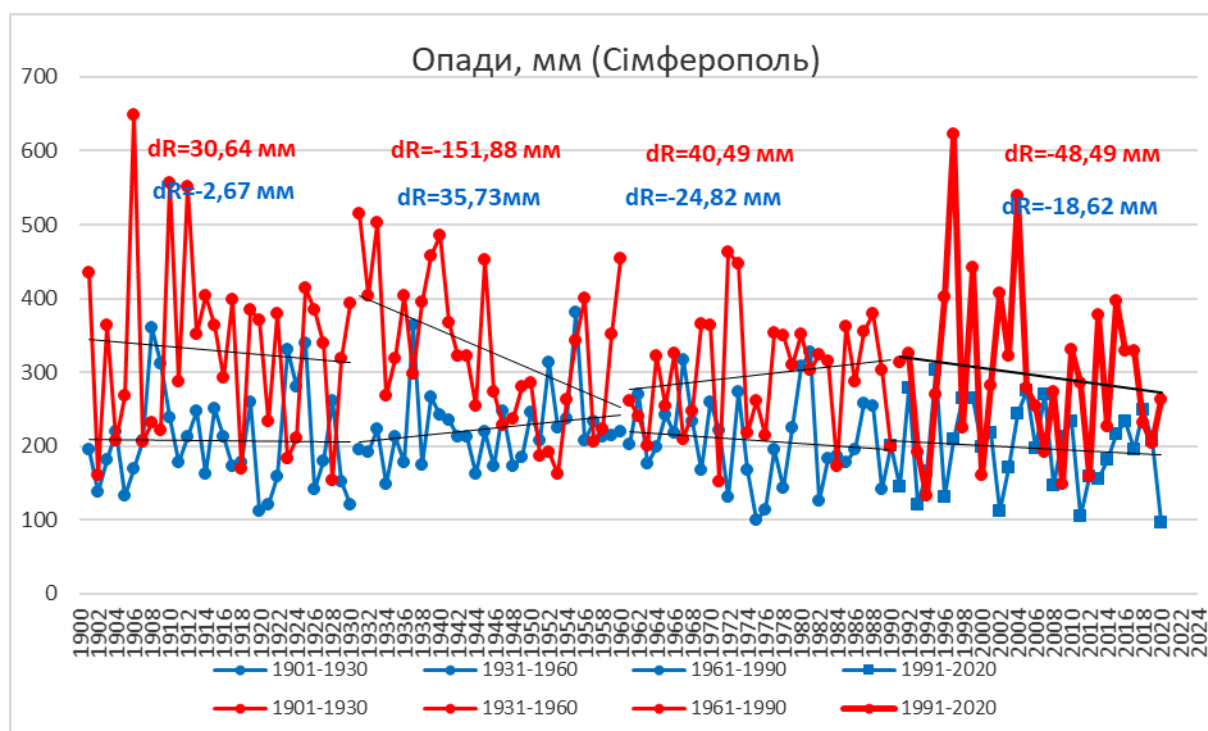
3.4 Середньорічна та середньомісячна сума опадів Автономної Республіки Крим

Досліджуючи ряди часового ходу річних сум опадів на станції Сімферополь (рис. 3.10а) відзначаємо, що кількість річних сум опадів від одного кліматичного періоду до другого мало змінюється, при цьому тенденції зміни від'ємні (табл.3.4) амплітуда коливань сум опадів змінюється в діапазоні (300-800 мм).

Якщо розглядати часовий хід сум опадів окремо для холодного та теплого періоду (рис. 3.10б) то можемо зазначити, що тренд опадів від'ємний для обох півріччя (для холодного періоду – -13 мм, для теплого – -48 мм).



а



б

Рисунок 3.10 – Часовий хід річних сум опадів за рік, тепле та холодне півріччя за різні кліматичні періоди, Херсон

Таблиця 3.3 – Характеристики зволоження, Херсон

Одеса	1901- 1930pp	1931-1960 pp	1961- 1990pp	1991- 2020 pp	1900- 2023 pp
dРрік,мм	-33	-116	-16	-69	-60,87
dRXII,мм	-2,67	35,73	24,82	-18,62	-12,61
dRTII,мм	30,64	-151,88	40,49	-48,49	-48,25
Ррік,мм	535	549	504	496	
RXII,мм	208	223	207	198	
RTII,мм	329	326	297	297	

Тенденції зміни сум опадів протягом всього періоду такі: для холодного півріччя $dR=-13$ мм, для теплого $dR=-48$ мм і за цілий рік $dR=-61$ мм, також є від'ємною величиною, тобто кількість опадів за 123 роки зменшується, в основному за рахунок теплого півріччя, а також за холодне півріччя (рис.3.11).

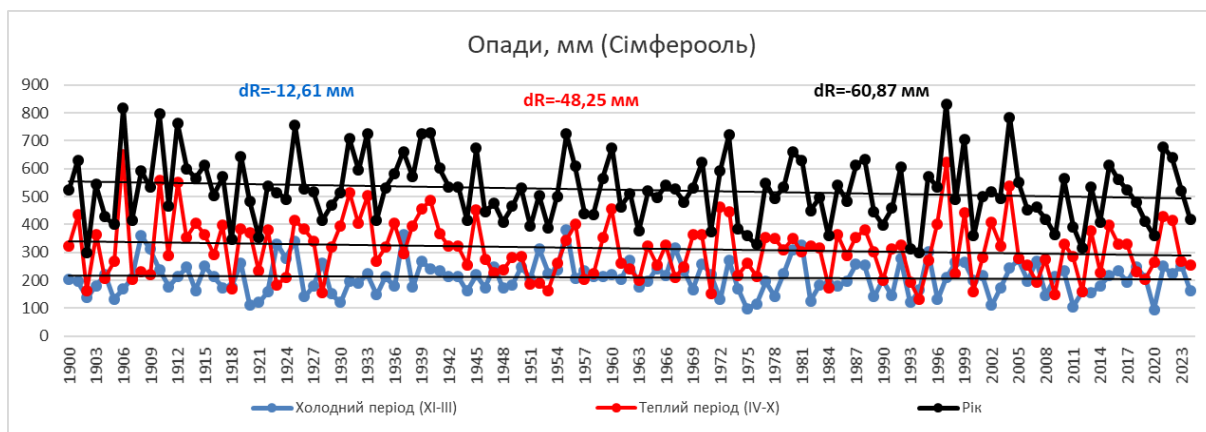
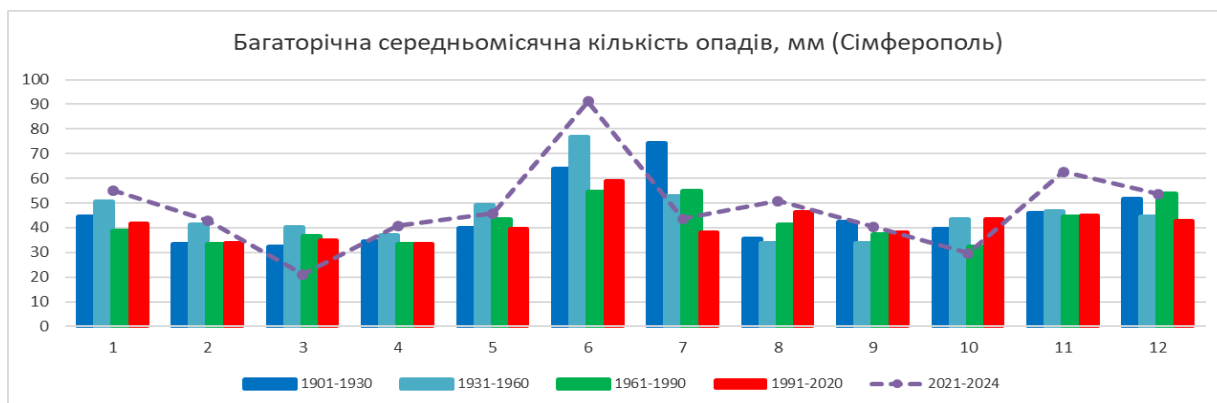
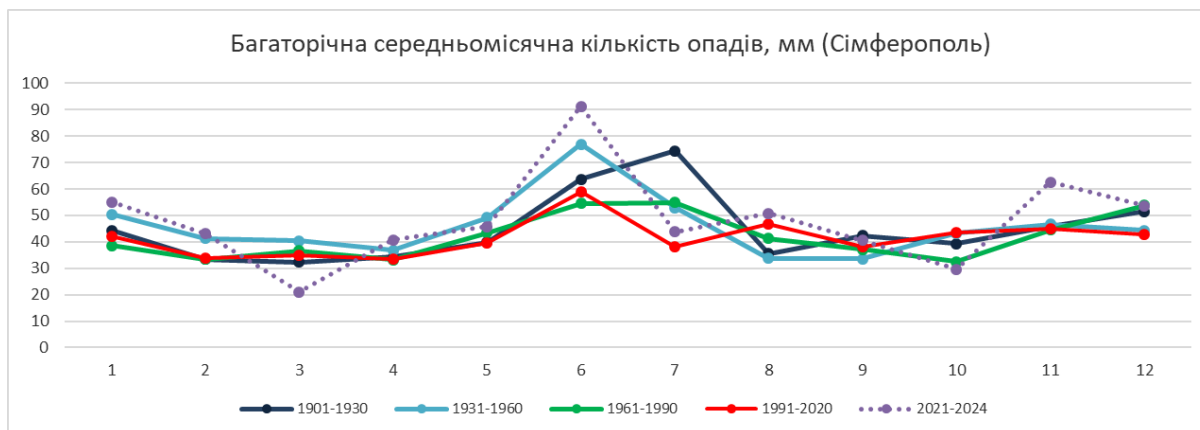


Рисунок 3.11 – Часовий хід річних сум опадів, Херсон

На графіках річного ходу середньомісячних сум опадів за кожен кліматичний період та період з 2021 по 2023 рр.(рис 3.12а) бачимо, що протягом року процес зволоження рівномірний з одним максимумом в червні. На графіку річного ходу середньомісячних сум опадів також видно, що кількість опадів зменшується від одного кліматичного періоду до другого.





б

Рисунок 3.12 – Річний хід кількості опадів за різні кліматичні періоди у вигляді гістограм та ліній, мм (Сімферополь)

Якщо розглядати криви річного ходу опадів за кожний період, то можна помітити що максимум в період з 1900 по 1930 рр. та з 1961 по 1990 рр. відзначався в липні (рис 3.12 б).

Таким чином, можна зробити висновок, що кількість опадів на станції Сімферополь постійно зменшується як за рахунок холодного так і теплому періоду. Сума опадів за тепле півріччя переважає за холодне.

Підсумовуючи вищевикладене можна зробити висновок:

1. Для Одеси, Миколаєва та Херсона графіки часового ходу сум опадів близькі за характером: в останній кліматичний період спостерігається збільшення амплітуди та з'являються великі стрибки опадів у окремі роки: 2001, 2010 роки. Для Одеси та Херсона збільшення опадів становить 80 мм, для Миколаєва – 118 мм).

Графік річних сум опадів для Сімферополя відрізняється. Тут кількість опадів за останній період навпаки зменшується на 61 мм. Амплітуда коливань річних сум опадів залишається постійною.

2. Зволоження по Одесі та Миколаєві йде за рахунок холодного півріччя, пов'язане це зі збільшенням фронтальних опадів, для Херсона

більше за рахунок теплого півріччя, пов'язаний зі зливами. У Херсоні та Сімферополі спостерігаються від'ємні тренди

У Сімферополі тенденція від'ємна, що говорить про зменшення опадів за період з 1900 по 2020 рік.

3. Процес зволоження відбувається впродовж року більш-менш рівномірно для всіх міст. Якщо порівнювати кліматичну норму за останній період с 1990-2020 із попередніми періодами, то можемо відзначити максимум в серпні та листопаді для Одеси та Миколаїв, для Херсону максимумі припадають на зимові місяці (січень, лютий), літні місяці (червень, липень) та на осінній місяць - жовтень.

По станції Сімферополь відзначається один максимум у червні.

4 ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ І ОПАДІВ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

4.1 Просторово-часовий розподіл температури повітря

Просторово-часовий розподіл середньої місячної температури повітря на Україні зумовлений географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери та підстильною поверхнею. Вплив кожного з них не рівнозначний, що спричиняє температурні контрасти.

Як правило, температура повітря зменшується з півдня на північ, відповідно до зонального зменшенню припливу сонячної радіації. Це твердження вірне і для Півдня України, проте розподіл також має меридіональну складову, особливо це помітно біля Південного берега Криму, температурний режим якого формується під впливом Кримських гір та бризової циркуляції (рис.4.1).

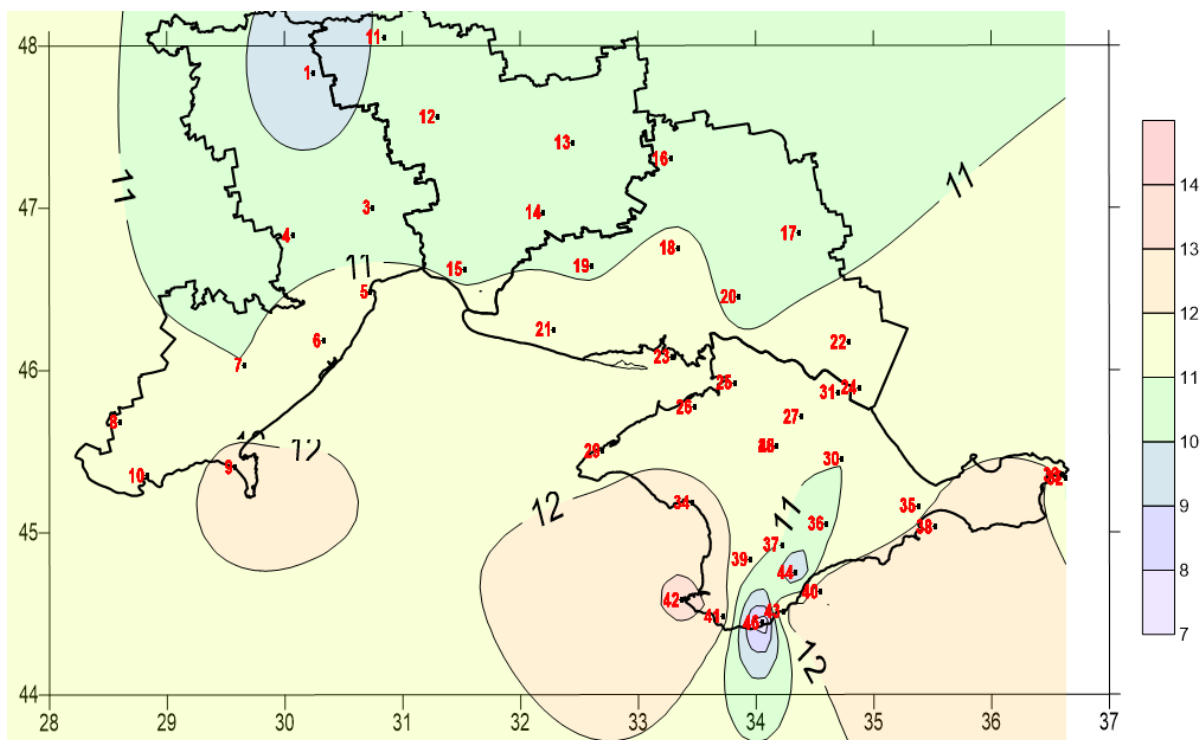


Рисунок 4.1 – Просторовий розподіл середньої річної температури повітря за період Т₍₁₉₉₁₋₂₀₂₀₎)

Температура в горах може опускатися до 6-8°C на фоні середніх для півострова температур 11-12°C, максимальна річна температура зафіксована в Ялті – 13,6°C. У прибережних районах Одеської, Миколаївської та Херсонської областях середньорічна температура повітря змінюється від 10 до 11 °C, тут впливає бризова циркуляція, яка знижує температуру повітря, на півночі Одеської області температура опускається до 9,5 °C (ст. Любашівка) (рис.4.2).

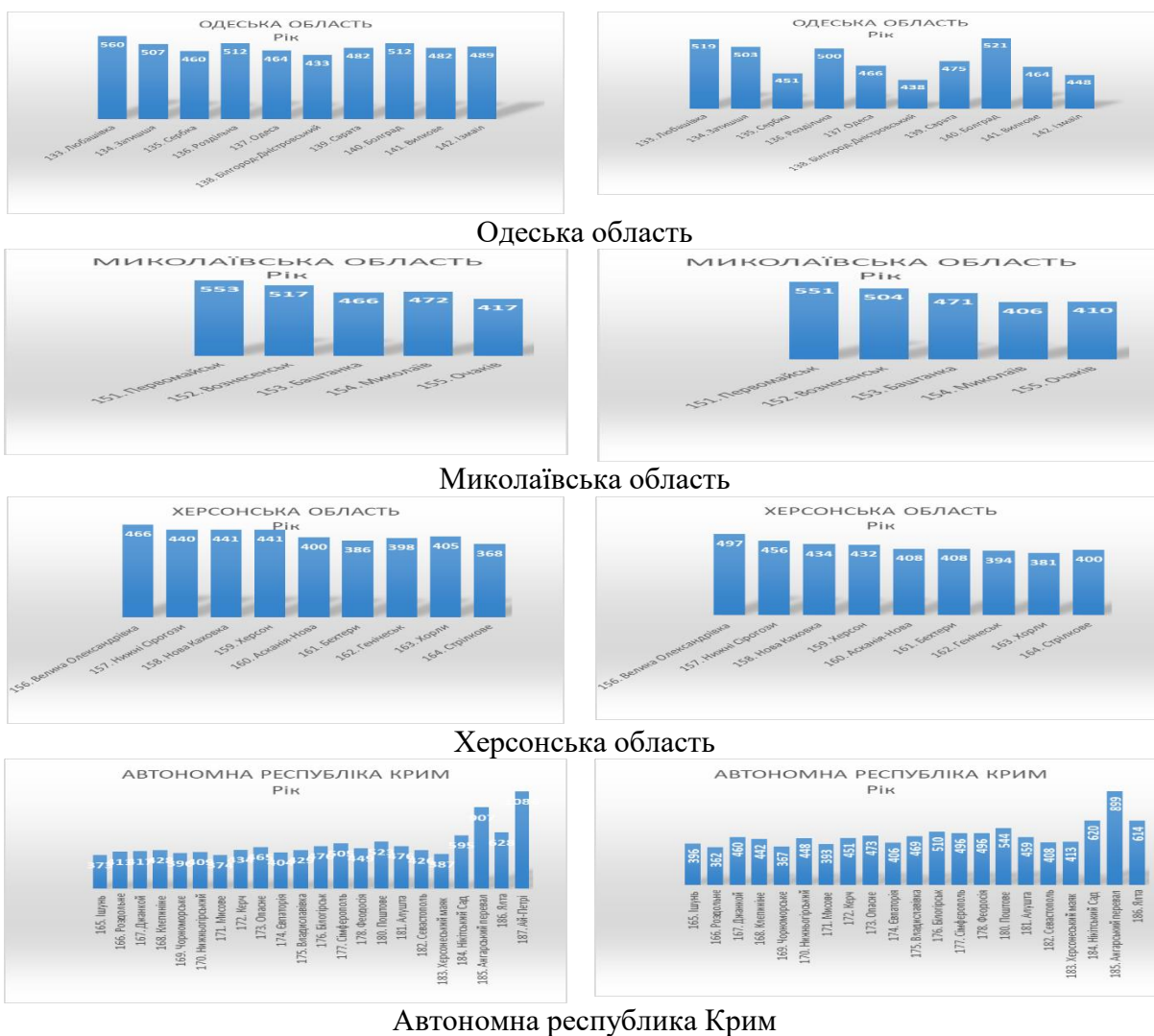


Рисунок 4.2 – Різниця між кліматичними нормами річної температури повітря $\Delta T_{3-2,1} = T_{(1961-1990)} - T_{(1900-1961)}$ та $\Delta T_{4-3} = T_{(1991-2020)} - T_{(1961-1990)}$

Якщо порівняти різниці між кліматичною нормою за різні періоди, можна простежити тенденцію зміщення температури за часом. На рис. 4.3 представлено просторовий розподіл різниці між кліматичною нормою за 4 період з 1990-2020 рр. та кліматичною нормою за 3 період з 1961-1990 рр. (суцільна лінія), а різниці між кліматичними нормами за 3 період (1961-1990 рр.) та 1 та 2 періодом (з 1900 по 1960 рр.), позначені пунктирною лінією.

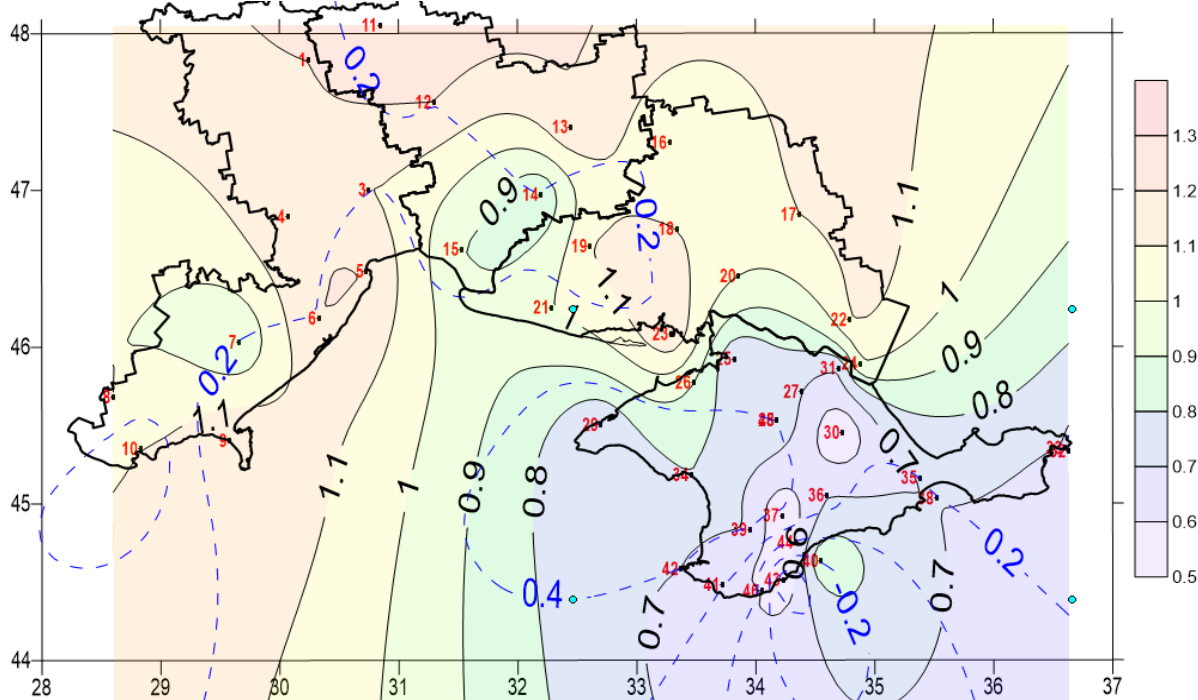
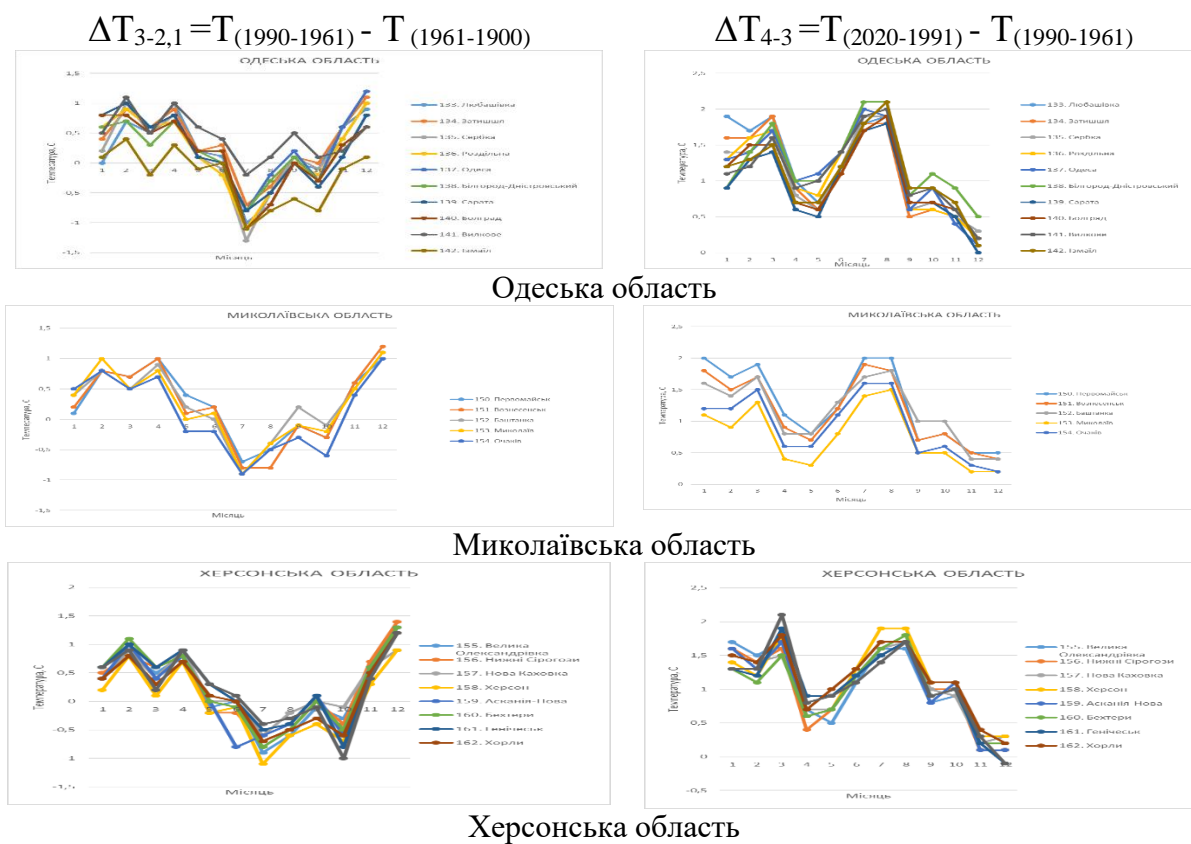
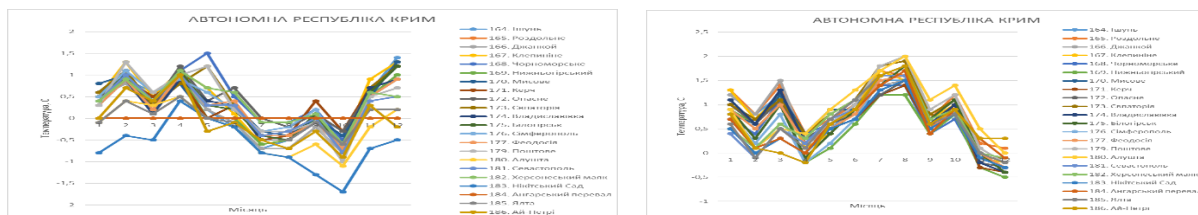


Рисунок 4.3 – Просторовий розподіл різниці між кліматичними нормами річної температури повітря $\Delta T_{3-2,1} = T_{(1961-1990)} - T_{(1900-1961)}$ (пунктирна синя лінія) та $\Delta T_{4-3} = T_{(1991-2020)} - T_{(1961-1990)}$ (суцільна чорна лінія)

Розподіл аномалій між 3 та 1,2 періодами представлений маловиразним розмитим полем, де середня температура над більшою частиною території практично не змінилася ($\Delta T = 0,2 \text{ C}$), але починаючи з 1990 року температура сильно зросла, при розрахунку різниць між кліматичною нормою за останній 4 період (з 1991 по 2020 рр.) та 3 періодом з 1961 по 1990 рр. значення досягли позначки 1.2-1.3C, за винятком Кримського півострова, де різниці незначні, а поле змін має чітко виражений меридіональний характер, що показує зростання у північно-західному та північно-східному напрямках від півострова. Також є осередок зменшення зміни у Миколаївській області.

Досліджуючи графіки річного ходу аномалій середньомісячної температури повітря можна побачити різницю в холодному і теплому періодах за різні часові відрізки (рис.4.4).





Автономна республіка Крим

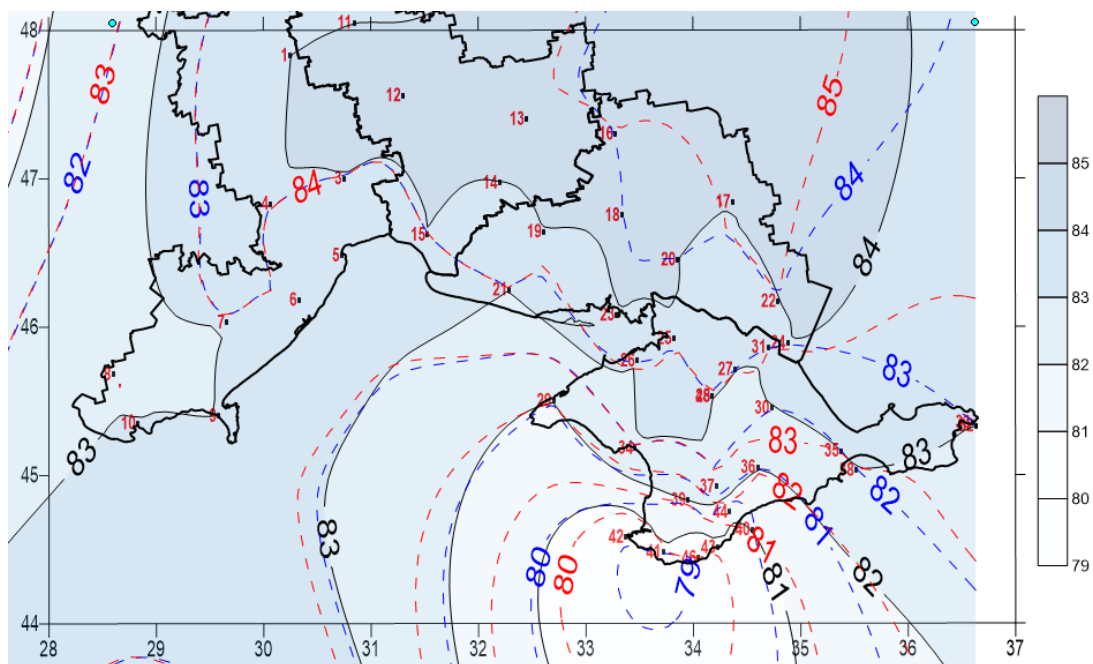
Рисунок 4.4 – Різниця між кліматичними нормами середньомісячної температури повітря за різні періоди

Так, різниці між 3 і 1,2 періодом у теплий період року мають від’ємний знак з мінімумом у липні та додатний знак у теплому півріччі з максимумами у лютому, квітні та грудні, що означає зменшення зміни температури з 1900 по 1960 рр. у літній період та збільшення її в холодний. Такий характер зміни простежується у всіх містах Півдня України. Дещо інакше виглядають зміни між кліматичною нормою 4 і 3 періоду, всі зміни є додатними, з двома максимумами в березні і серпні, невеликим зростання у жовтні та мінімумами у квітні-травні та вересні, тобто. температура зростає за рахунок літніх місяців (червень-серпень) та весняного місяця березень.

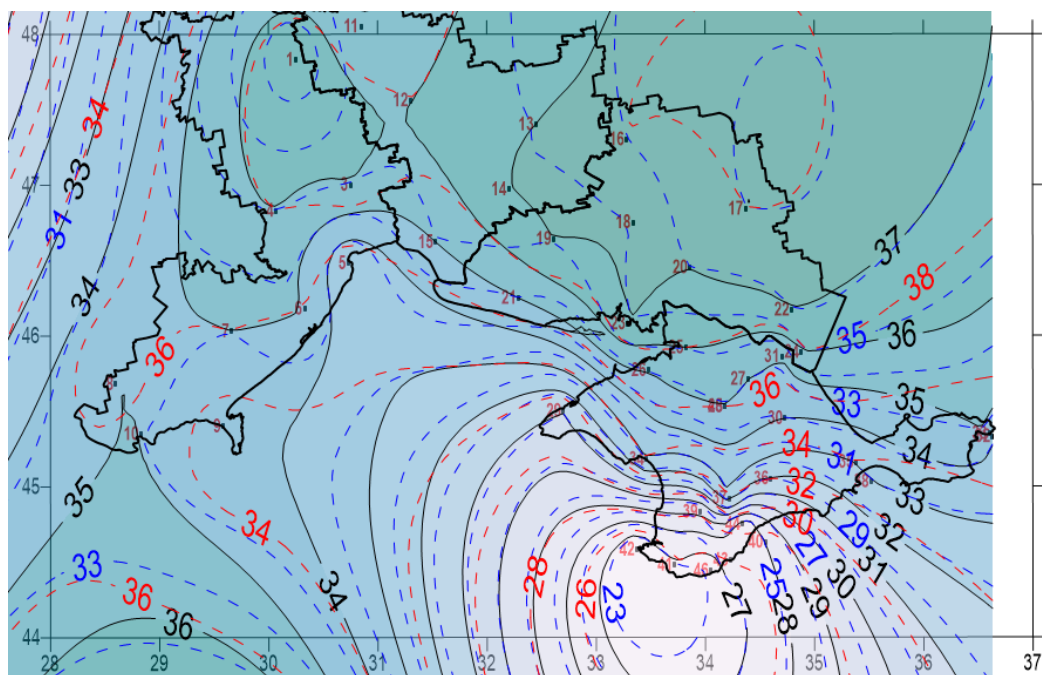
Перейдемо до розгляду індексу континентальності. Цей індекс показує, яка частка річної амплітуди температури повітря утворюється за рахунок наявності суші. На рисунках, що розташовані нижче, представлені поля з індексами континентальності K , розрахованих за методами Горчинського (рис.4.5а) та Хромова (рис.4.5б) за різні кліматичні періоди. Суцільною лінією та у кольорі виділено лінії рівних значень індексу континентальності, розрахованих за даними за останній період з 1991 по 2020 рр., пунктирною синьою лінією – за даними за 3 період із 1961 по 1990рр. та пунктирною червоною лінією – за період з 1900 – 1960рр.

З рисунків 4.5а та 4.5б випливає, що показник континентальності за даними останнього 30-річчя порівняно з попереднім кліматичним періодом

(з 1961-1990 рр.) трохи збільшився, проте, якщо порівнювати з даними початку минулого століття, то індекс континентальності зменшився, що свідчить про зростання морського впливу.



а



б

Рисунок 4.5 – Індекс континентальності за методом Горчинського (а) та Хромова (б) за різні кліматичні періоди

4.2 Просторово-часовий розподіл кількості опадів

Річний хід опадів, головним чином, залежить від загальної циркуляції та фізико-географічних умов території, у літній сезон суттєву роль відіграють внутрішньомасові опади, пов'язані з розвитком конвекції. Опади залежно від району суттєво відрізняються за кількістю, характером річного ходу, інтенсивністю, тривалістю тощо. Розподіл опадів на Півдні України підпорядковується загальній закономірності просторового розподілу річних опадів, а саме, опади поступово зменшуються із північного заходу (понад 550 мм) на південний схід (менше 400 мм) (рис.4.6). Мінімальна кількість опадів випадає у степовій зоні у північно-західній частині Кримського півострова (Роздільна – 362 мм). Однак, за рахунок складного рельєфу на півдні Криму така зональність порушується. У Кримських горах випадає значна кількість опадів (понад 700 мм), максимальна кількість спостерігається на Ай-Петрі 1005 мм (рис.4.7)

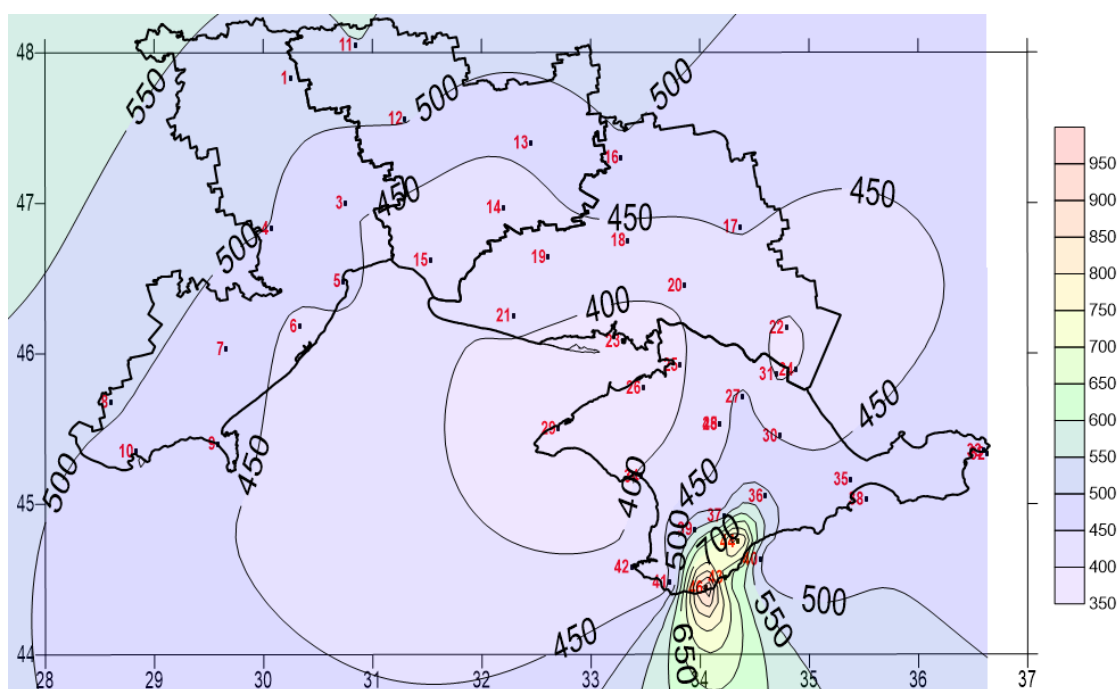


Рисунок 4.6 – Просторовий розподіл середньорічних сум опадів за період 1090-2020 рр.

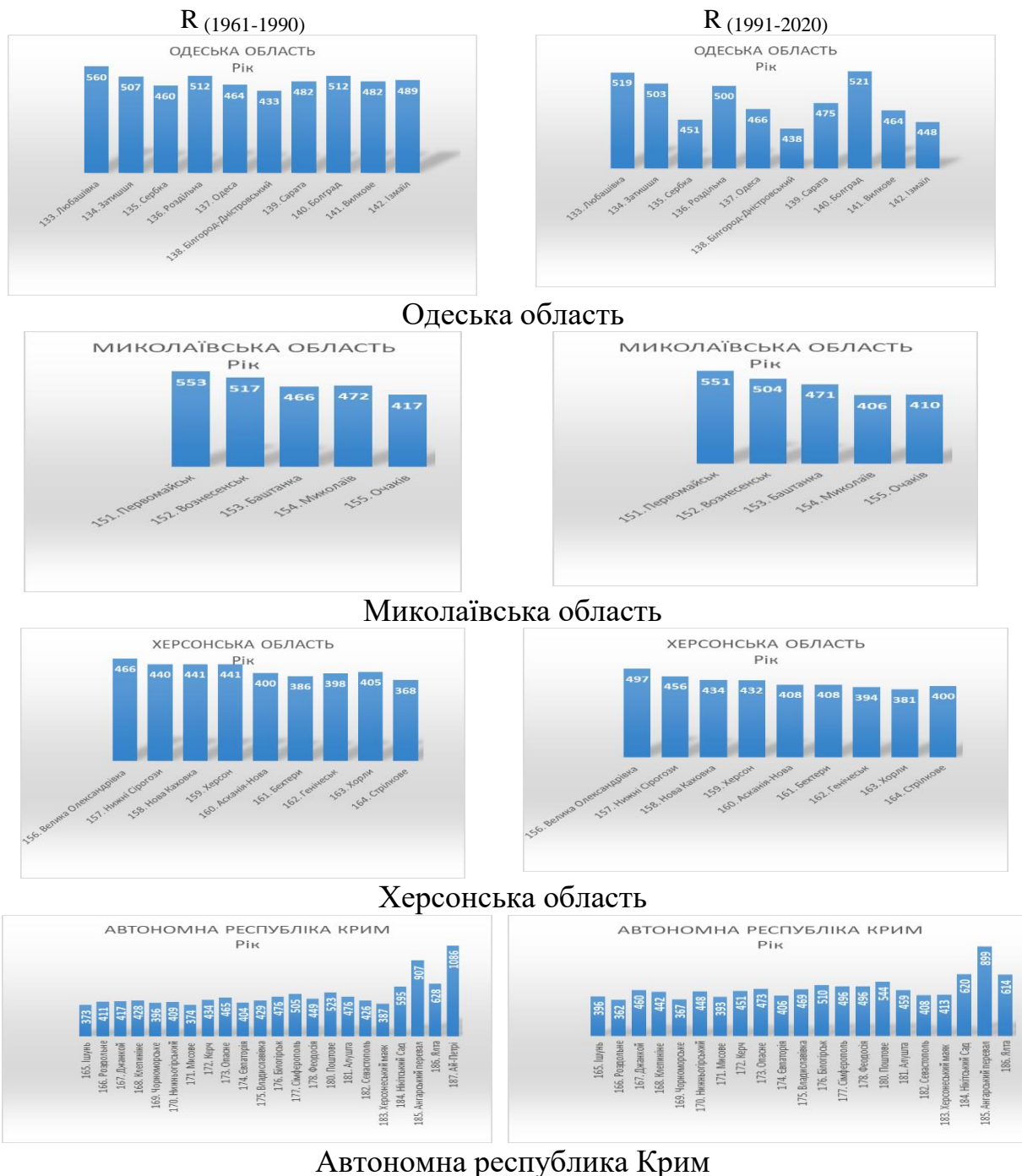


Рисунок 4.7 – Середньорічні суми опадів за період з 1961 по 1990рр. та 1991 по 2020 рр.

Щоб зрозуміти як змінювалось поле середньорічних сум опадів протягом часу подивимося на рисунок 4.8

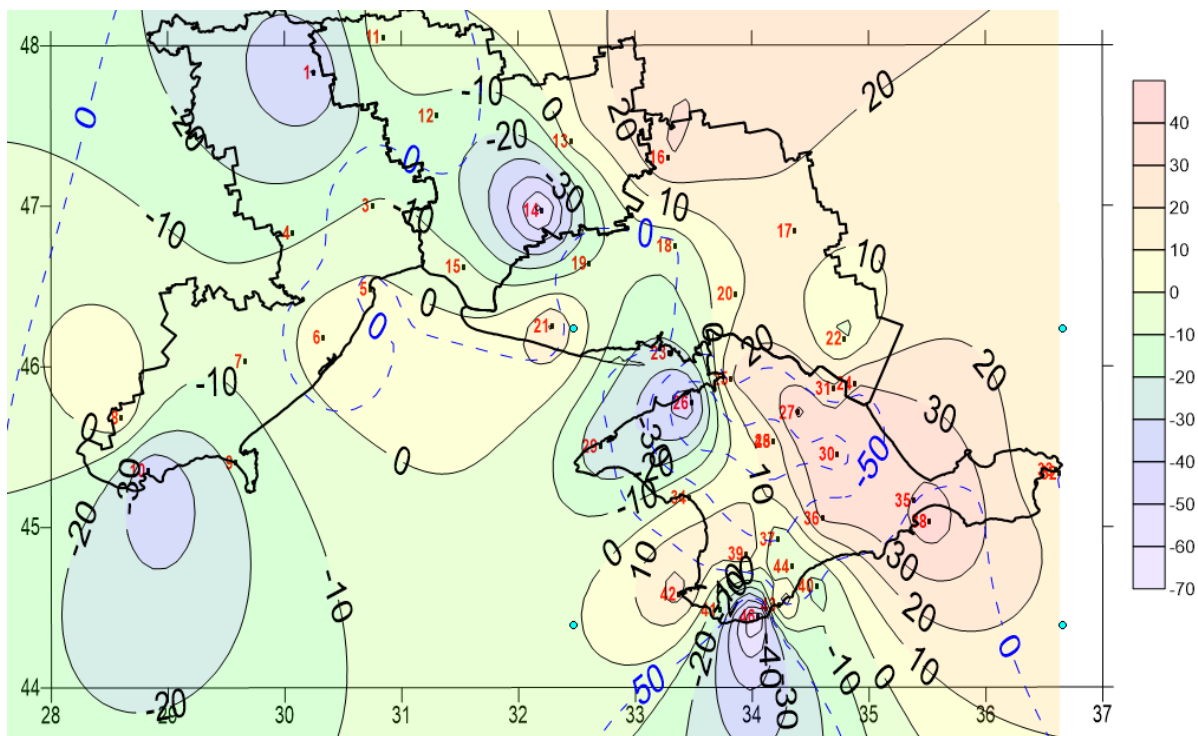


Рисунок 4.8 – Просторовий розподіл різниці між кліматичними нормами сум опадів $\Delta R_{3-2,1} = R_{(1961-1990)} - R_{(1900-1961)}$ (пунктирна синя лінія) та $\Delta R_{4-3} = R_{(1991-2020)} - R_{(1961-1990)}$ (суцільна чорна лінія) за рік

Досліджуючи різницю між кліматичною нормою середньорічних сум опадів за 4 та 3 періоди можна відзначити чітке розмежування додатних та від'ємних змін: Одеська, більша частина Миколаївської області, а також західні частини Херсонської області та Криму розташовуються в області від'ємних тенденцій, що означає що кількість опадів починаючи з 60-х років неухильно зменшується, особливо сильно зменшення кількості опадів спостерігається за останній кліматичний період. Так, у Миколаєві річна норма опадів скоротилася з 472 до 406 мм. Східна частина Херсонської області, частково Миколаївської та східна частина Криму знаходяться під впливом додатних тенденцій, тут кількість опадів

збільшується, наприклад у Феодосії кліматична норма річної суми опадів зросла з 449 до 496 мм.

На рисунку 4.9 приведені різниці для різних міст південних областей України, де чітко простежується від'ємні тенденції та зменшення опадів на більшій частині досліджуваної території.

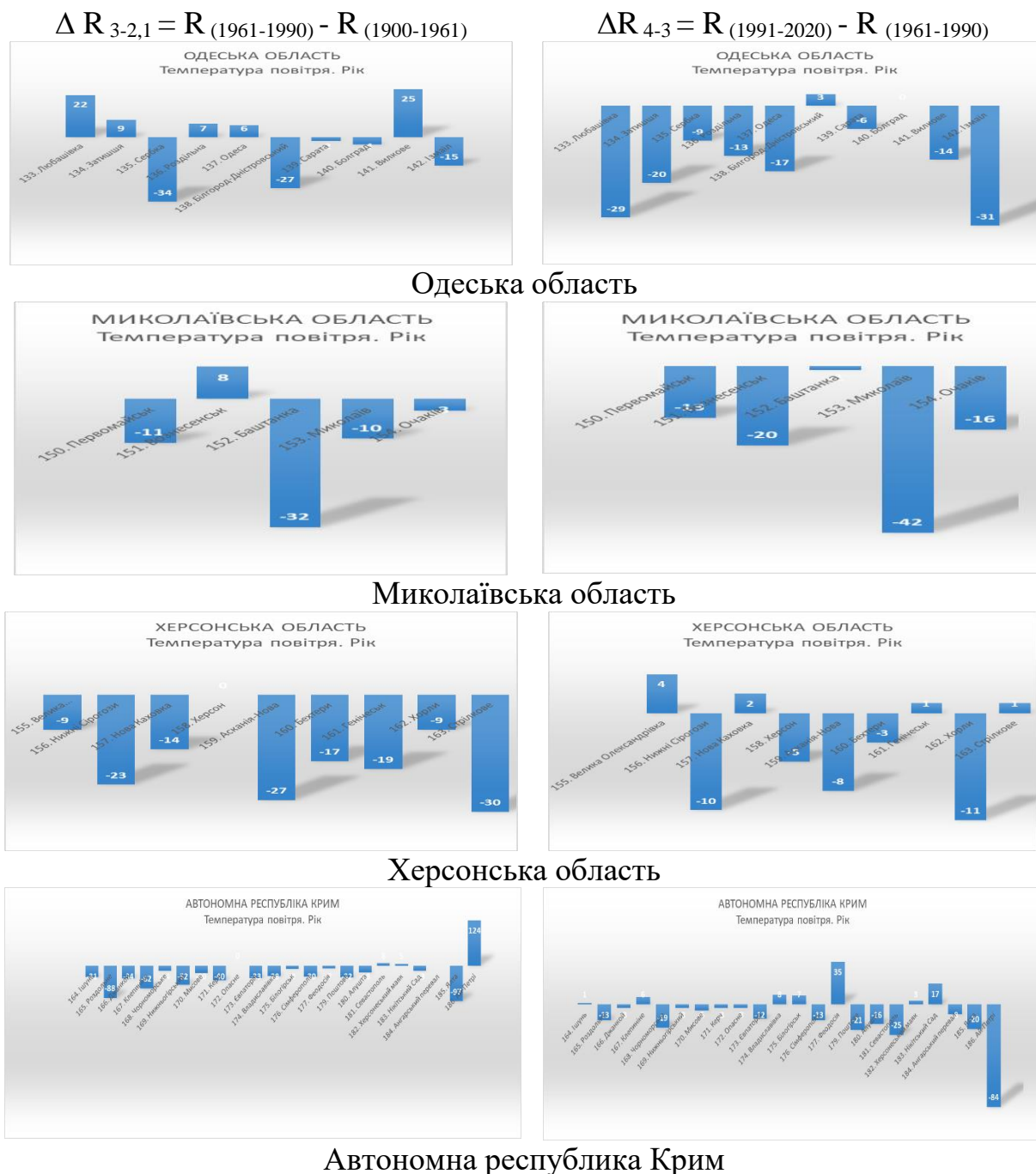


Рисунок 4.9 – Середньорічні суми опадів за 3 (R₍₁₉₆₁₋₁₉₉₀₎) та 4 (R₍₁₉₉₁₋₂₀₂₀₎) кліматичний період

На рисунку 4.10 представлені різниці між кліматичними нормами за різні періоди.

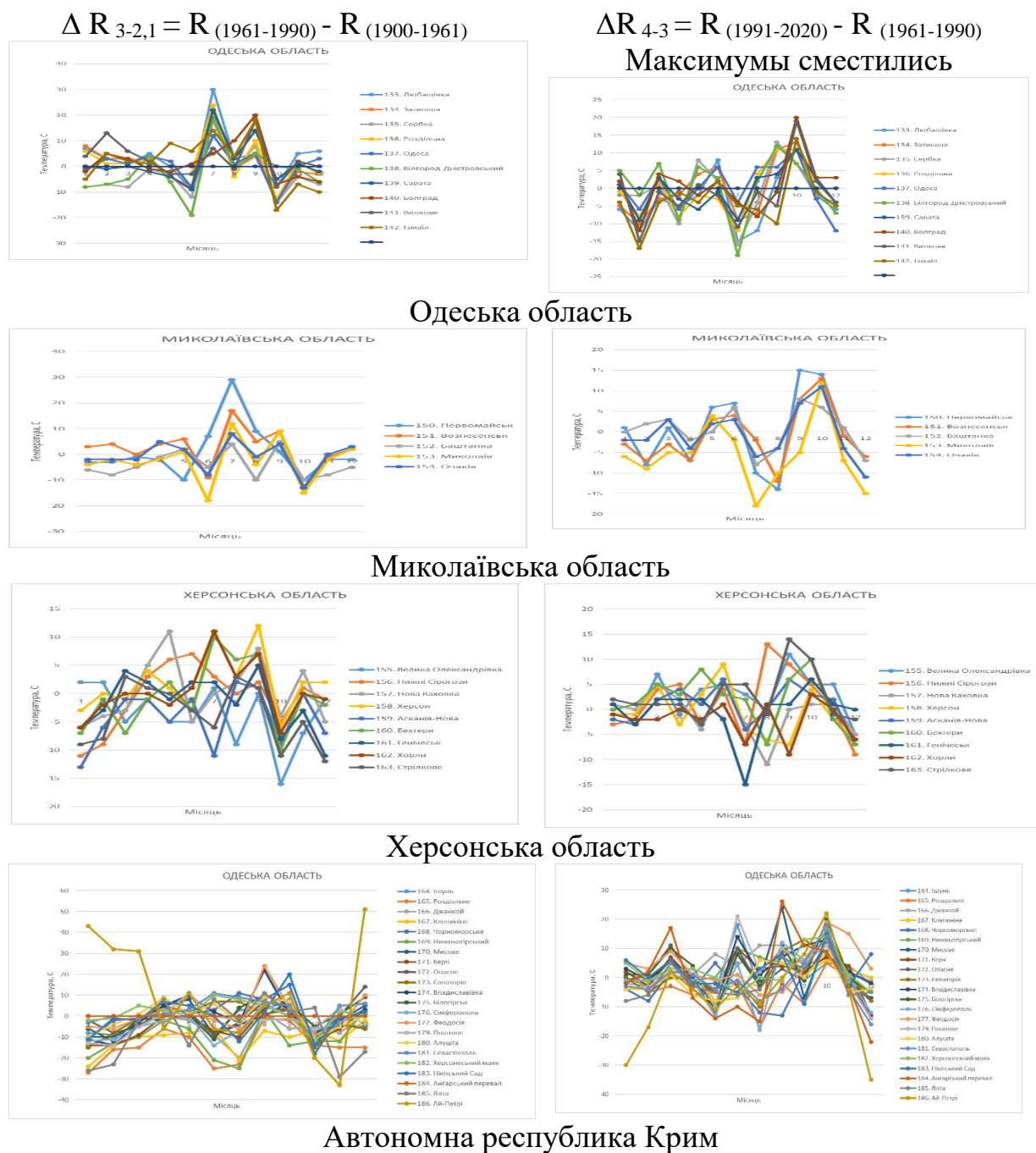


Рисунок 4.10– Різниця між кліматичними нормами середньомісячної суми опадів $\Delta R_{3-2,1} = R_{(1961-1990)} - R_{(1900-1961)}$ та $\Delta R_{4-3} = R_{(1991-2020)} - R_{(1961-1990)}$

Якщо розглянути криві змін кліматичної норми 60-х та 90-х років на Одещині то можемо спостерігати два максимуми з додатною тенденцією у липні та вересні та два мінімуми у червні та жовтні, тобто кількість опадів збільшувалася за рахунок літніх місяців та зменшувалась у холодне півріччя. Однак починаючи з 90-х років до теперішнього часу максимуми змістилися на серпень і жовтень і з'явилося ще два максимуми в березні та червні, а мінімуми змістилися на липень та грудень, та з'явився ще один мінімум у лютому. В містах інших областей Півдня України схожа картина, хоча характер змін неоднорідний, оскільки через ці області проходить нульова ізолінія змін сум опадів.

ВИСНОВКИ

Проблема змін і коливань клімату є однією з важливих проблем сучасної кліматології, бо ці зміни супроводжуються негативними наслідками для економіки і умов проживання людини, тому дослідження цієї теми вкрай важливі для кожної країни.

Аналіз результатів обробки та розрахунків даних метеорологічних спостережень і матеріалів довідників дозволили зробити наступні висновки:

З початку століття і до 30-х років ХХ ст. закінчилося потепління, для Одеси, Миколаєва та Херсона цей період характеризується від'ємними трендами, особливо це чітко простежується за холодним періодом після чого до 90 років тривав процес відносно незначних коливань клімату. Починаючи з 90-х років потепління поновлюється з більшою інтенсивністю, ніж у попередні роки і продовжується до теперішнього часу. Максимальні додатні аномалії температури повітря характерні для останнього 30-тиріччя, за цей період підвищення річної температури повітря у середньому становить $1,5^{\circ}\text{C}$, за весь досліджуваний період с 1900 по 2023 рік років воно дорівнює для Півдня України приблизно 2°C .

Найбільш сильно збільшується температура повітря в окремі місяці (липень, серпень, вересень). Середня місячна температура весняних місяців практично не змінилась (квітень, травень). Спостерігається зменшення річної амплітуди температури повітря, що підтверджує гіпотезу про зменшення континентальності клімату.

Одним з важливих екологічних наслідків глобального потепління є зміна поля атмосферних опадів.

Аналіз змін атмосферних опадів на Півдні Україні під впливом глобального потепління за період з 1900 по 2023 рр., встановив, що річна кількість опадів у деяких міст (Феодосія) збільшилася більш ніж на 40 мм за рахунок холодного півріччя. Процес зволоження носить більш рівномірний характер протягом року, але в наступний час простежується два максимуми: Єдиний максимум опадів, який був на початку минулого століття змістився з місяця червень (липень – для періоду 1961-1990рр) на серпень та з'явився другий максимум у листопаді.

На фоні більш тривалого і інтенсивного потепління та збільшення зволоження на території Півдня зберігається можливість появи екстремальне стихійних явищ, пов'язаних з високою температурою і зливами у літні місяці та фронтальними опадами в холодний період року, збитки від яких можуть бути значними.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Врублевська О.О. Кліматологія: підручник / О. О. Врублевська, Л. Д. Гончарова, Г. П. Катеруша // [під ред. Є.П. Школьного]. Одеса: Екологія, 2015.
2. Клімат України та прикладні аспекти його використання: Навчальний посібник./ Врублевська О.О., Катеруша Г.П. – Одеса: Вид. ТЕС, 2012. – 180 с.
3. Клімат України /За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – К.: Вид. Раєвського, 2003. – 343 с.
4. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ ЦГО. Київ. 2006. [Електронний ресурс]
5. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1991–2020 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ ЦГО. Київ. 2024. [Електронний ресурс]
6. Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, ее изменения и современное состояние // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. –1998.- Вип.246. – С.21 – 27.
7. Довідник з клімату СРСР. Українська РСР. Частина 2. Температура повітря і ґрунту,1967. Вип. 10. – 611 с.
8. Довідник з клімату СРСР. Українська РСР. Частина 4. Вологість повітря, атмосферні опади та сніговий покрив,1969. Вип. 10. – 695 с.
9. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C

10. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B0%D1%97%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C
11. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C
12. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0_%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%B0_%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BC