

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Зміни температурного режиму холодного періоду 2010-2019 рр.
у Кіровоградській області

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М
спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Поліщук Юлія Олександрівна

Керівник к. геогр. н., доцент
Нажмудінова Олена Миколаївна

Рецензент к. геогр. н., доцент
Барсукова Олена Анатоліївна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Метеорологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

“26” жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Поліщук Юлії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Зміни температурного режиму холодного періоду
2010-2019 рр. у Кіровоградській області

керівник роботи Нажмудінова Олена Миколаївна к. геогр. н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом закладу вищої освіти 124-С від 16.10.2020 р.

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи оперативна синоптична інформація програми
АРМсин; карти розподілу середньомісячної температури повітря та її
відхилення від норми; карти аномалії температури повітря, аномалії
геопотенціалу Н500; середньомісячної аномалії тиску на рівні моря, дані
кліматичного Кадастру України (1961-1990 рр.).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вибір та систематизація сучасної наукової літератури за
темою роботи. 2) Формування вибірки даних середньомісячної температури
повітря холодного півріччя за період 2010-2019 рр. по Кіровоградській
області. 3) Дослідження відхилень температури повітря від кліматичної
норми у холодний період року за даними 8 станцій Кіровоградської області:
Бобринець, Гайворон, Долинська, Знам'янка, Кропивницький, Новомиргород,
Помічна, Світловодськ. 4) Визначення місяців з аномальним температурним
режимом на Кіровоградщині. 5) Дослідження циркуляційних особливості
формування додатних та від'ємних аномалій температури повітря.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 4.1-4.8, 4.14 – графіки середньомісячної температури
повітря по відношенню до кліматичної норми; рис. 4.9-4.13 – графіки
відхилень середньомісячної температури повітря від кліматичної норми;

рис.4.15-4.17 - карти середньомісячної аномалії температури повітря на території атлантико-європейського сектору та України; карти розподілу середньомісячного тиску на рівні моря та його аномалії; карти аномалії H_{500} .

6. Консультанти розділів роботи


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

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

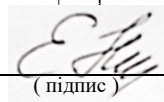
№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Огляд наукової літератури, аналіз сучасних публікацій за темою дослідження.</i>	26-31.10 2020 р.	100	відмінно
2.	<i>Складання вибірки вихідних даних, побудова графіків.</i>	01-07.11 2020 р.	100	відмінно
3.	<i>Проведення аналізу даних. Дослідження екстремальних температур у різні місяці.</i>	08-12.11 2020 р.	100	відмінно
4.	<i>Аналіз синоптичних умов формування найбільших додатних та від'ємних аномалій температури повітря.</i>	13-16.11 2020 р.	100	відмінно
5.	<i>Рубіжна атестація</i>	17.11.2020		
6.	<i>Складання висновків. Прикінцева правка тексту.</i>	18.11- 02.12 2020 р.	100	відмінно
7.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	03-10.12.2020		
8.	<i>Підготовка доповіді і презентації до захисту. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2020		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		100	відмінно

Студент


(підпис)

Поліщук Ю.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Нажмудінова О.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Зміни температурного режиму холодного періоду 2010-2019 рр. у Кіровоградській області»

Автор: Поліщук Юлія Олександрівна.

Актуальність дослідження визначається процесами значного підвищення температури по території України, особливо у холодне півріччя, на фоні регіональних та глобальних змін клімату.

Мета роботи: встановлення періодів аномального режиму температури повітря у холодний період року та процесів, що їх обумовили.

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

- визначено аномалії середньомісячної температури повітря холодного періоду 2010-2019 рр. на території Кіровоградщини;
- виділено місяці з аномальним похолоданням і потеплінням;
- встановлено циркуляційні процеси формування найбільших відхилень температури повітря від кліматичної норми над європейським сектором.

Об'єкт дослідження: приземна температура повітря.

Предмет дослідження: аномалія температури повітря.

Методи дослідження: синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних.

Наукова новизна отриманих результатів. Для роботи використано дані поля температури повітря останнього десятиліття. Отримано нові статистичні і синоптико-кліматичні характеристики температурних аномалій на території Кіровоградської області.

Практичне значення отриманих результатів. Інформація про сучасні зміни температурного режиму на території Кіровоградщини надає можливість зменшення економічних наслідків від змін клімату та отримання потенціальної вигоди для різних галузей народного господарства з умов потепління. Статистичні дані можуть бути використані для діагнозу поля температури.

Магістерська кваліфікаційна робота в об'ємі 55 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 21-го джерела, двох додатків, містить 19 рисунків в основному тексті.

Ключові слова: холодний період року, середньомісячна температура повітря, аномалія температури, відхилення температури, кліматична норма, термобаричне поле.

SUMMARY

Theme of master's qualification works «Changes in the temperature regime of the cold period 2010-2019 in Kirovograd region».

Author: Polishchuk Yuliia.

The relevance of the study is determined by the processes of a significant increase in temperature in Ukraine, especially in the cold half of the year, against the background of regional and global climate change.

Objective: definition of periods of the anomalous mode of temperature of air in a cold period of year and processes, which they were due to.

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

- the anomalies of average monthly temperature of air of cold period are certain 2010-2019 on territory of Kirovograd region;
- allocated months with abnormal cooling and warming;
- the circulation processes of formation of the largest deviations of air temperature from the climatic norm over the European sector have been established.

Object of study: ground temperature of air.

Subject of research: anomaly of air temperature.

Research methods: synoptic-climatic analysis, space-time generalization of data.

The scientific novelty of the obtained results. For work, these fields of temperature of air of the last decade are used. New statistical and weather-climatic descriptions of temperature anomalies have been obtained in the Kirovograd region.

Practical significance of the obtained results. Information about the modern changes of temperature condition on territory of Kirovograd region gives possibility of reduction of economic consequences from the changes of climate and receipt of potential benefit for different industries of national economy from the terms of rise in temperature. Statistics can be used to diagnose fields of temperature.

Master's qualification work in volume 55 pages consists of 4 sections, conclusions, list of references from 21 sources, two annexes, contains 19 figures in the main text.

Keywords: cold period of year, average monthly temperature of air, anomaly of temperature, temperature deviation, climatic norm, thermal-baric field of atmosphere.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальна характеристика регіону дослідження.....	8
1.1 Фізико-географічні та кліматичні показники Кіровоградської області.....	8
1.2 Опис аеродрому Олександрія.....	9
2 Деякі аспекти змін регіонального і глобального клімату	12
3 Особливості поля температури холодного періоду на території України.....	16
4 Аналіз температурних аномалій у холодних періодах 2010-2019 рр на Кіровоградщині.....	20
4.1 Часовий і просторовий розподіл середньомісячної температури повітря.....	20
4.2 Зміни температурного режиму в Олександрії.....	35
4.3 Циркуляційні умови формування екстремальних температур.....	37
Висновки.....	43
Перелік посилань.....	45
Додаток А. Довідка.....	47
Додаток Б. Вихідні дані.....	48

ВСТУП

У кваліфікаційній магістерській роботі досліджуються аномалії температури повітря у холодний період року на Кіровоградщині.

Обрана тематика є актуальною, оскільки у період глобального потепління відмічається значне підвищення температури по всій території України.

Середня й екстремальна температура повітря є важливою характеристикою температурного режиму. В умовах сучасного клімату дослідження середньої, максимальної та мінімальної температури повітря ґрунтується на уявленнях про кліматичну систему, яка в останній час зазнає суттєвих змін, що позначається на температурному режимі та його екстремальних характеристиках.

Дані моніторингу сучасного клімату України вказують на те, що в останні роки ХХ ст. та на початку ХХІ ст. тенденція підвищення температури повітря до екстремальних значень посилилась. Потепління клімату на території України обумовлено одночасною дією природного і антропогенного факторів. Відбувається накладання довгоперіодних коливань циркуляційних умов на процеси, які, в деякій мірі, пов'язані з антропогенним потеплінням в останні десятиріччя.

У сучасну кліматичну епоху в зимовий сезон відбувається зменшення впливу на територію України сибірського максимуму і посилення азорського максимуму та поглиблення ісландського мінімуму. У результаті такої трансформації баричного поля формуються теплі зимові погодні умови з різкою зміною в окремі періоди, коли можливі раптові похолодання, штормовий вітер, сильні снігопади. При цьому спостерігається посилення додатних і від'ємних осередків температури, особливо часто – підвищення температури повітря відносно норми. Потепління відбувається у будь-якому регіоні України, набирає широких масштабів і інтенсивність його відрізняється незначно.

Для дослідження температурних аномалій у роботі використано середньомісячні показники температури повітря з листопада до березня 2010-2019 рр. за даними 8 станцій Кіровоградської області: Бобринець, Гайворон, Долинська, Знам'янка, Кропивницький, Новомиргород, Помічна, Світловодськ. Окремо проаналізовані показники термічного режиму за даними ст. Олександрія за холодний період 2011-2019 рр.

Магістерська робота складається з 4 розділів.

У 1 розділі охарактеризовано фізико-географічні та кліматичні умови Кіровоградської області. 2-3 розділ містить теоретичні відомості про кліматичні зміни загальної циркуляції атмосфери та поля температури над східною Європою уцілому, та територією України; зокрема, наведені результати сучасних наукових досліджень у цьому напрямку.

Четвертий розділ включає практичну частину роботи. Досліджуються аномалії середньомісячної температури повітря по території Кіровоградщини; детальному аналізу підлягали 8 метеостанції області та станція, розташована на аеродромі «Олександрія» військової частини 2269, Гвардійської авіаційної бази національної гвардії України (Гв.АвБ НГУ), як місця роботи автора. Визначені статистичні показники та особливості циркуляційних умов, що сприяли формуванню тривалих аномалій.

Напрямок дослідження належить до бюджетної кафедральної тематики «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № 0120U100487 (додаток А).

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізико-географічні та кліматичні показники Кіровоградської області

Площа Кіровоградської області складає 24 588 км² (4,07% загальної території України). Довжина області з півночі на південь - майже 148 км, із заходу на схід - 335 км [1, 20-21].

Кіровоградська область на півночі межує з Черкаською, на північному сході з Полтавською, на сході та південному сході з Дніпропетровською, на півдні з Миколаївською та Одеською, на заході з Вінницькою областями (рис.1.1).



Рис. 1.1. Географічна карта Кіровоградської області

Область має вихід до Дніпра (Кременчуцьке водосховище). Практично вся територія області розташована на правому березі Дніпра. Основна частина області знаходиться на Придніпровській височині. Поверхня області – хвиляста підвищена рівнина, розчленована річковими долинами, балками, ярами та сучасними ерозійними процесами. Найбільш розчленованою є північно-східна частина області – Дніпровсько-Інгулецьке межиріччя.

Висота області над рівнем моря сягає 267 м, загальний нахил спрямований на південь, відповідно до напрямку численних річок, що впадають у Чорне море. Басейни річок розділені великими вододільними плато, що є найбільш характерними для рельєфу Кіровоградської області. Ріки області належать басейнам Дніпра і Південного Бугу. Таке місце розташування обумовлює дуже нерівний горбистий рельєф, на території області знаходиться велика кількість балок і ярів. Дуже актуальною проблемою є водна ерозія ґрунтів. Західна частина області відзначається, навпаки, рівним рельєфом, а центральна - широко- і середньохвилястим рельєфом, але й тут різко виділяються схили, прилеглі до річкових долин, густо порізані балками і ярами.

Кіровоградська область розташована в центрі України на межі двох ґрунтово-кліматичних зон – Степу та Лісостепу. Відповідно до цього, північна частина області відноситься до Лісостепу, південна – до північного Степу.

Клімат області помірно-континентальний, з добре вираженими порами року. Зима м'яка, з частими відлигами, а літо спекотне. Середня температура липня 21-22°, січня 2-5°. Оподи випадають найчастіше влітку і восени у вигляді дощів, їх середньорічна кількість становить від 450 до 520 мм.

Північно-західна Лісостепова частина області знаходиться під більшим впливом вологих повітряних мас з атлантичного океану. На південну та східну Степову частину області західні повітряні потоки також впливають, але ця територія зазнає більшого впливу континентальних повітряних мас, що надходять з Арктики та Азії. Через це клімат північно-західної частини області є дещо м'якшим, ніж південно-східної. Північно-західна та північна частини області належать до недостатньо вологої, теплої, а південна і східна – до посушливої, дуже теплої агрокліматичної зони [1, 20-21].

1.2 Опис аеродрому Олександрія

Аеродром «Олександрія» розташований в 5-ти км на схід від центру населеного пункту Олександрія (4 км на схід від залізничної станції «Олександрія»). Місто Олександрія розміщене на Придніпровській височині з загальним нахилом території з північного заходу на південний схід. Рельєф являє собою здебільшого плато, або підвищену хвилясту рівнину розчленовану густою мережею річкових долин і балок, а також ярів. В

балках, що простягаються з заходу на схід, південні схили пологі, а північні крутіші, дуже вкриті ярами. Середня висота плато ~ 200 м над рівнем моря.

На північному сході Кіровоградської області протяжністю 170 км протікає р. Інгулець, права притока Дніпра, яка тече через м. Олександрія – шириною 15-90 м, глибиною 0,7-4 м. Інші річки невеликі, шириною до 10 м, часто перегорожені земляними греблями, вище яких розташовані невеликі водосховища. Стік річок характеризується великою мінливістю в різні пори року через залежність від атмосферних опадів [1, 15, 20-21].

Клімат помірно континентальний, літо тривале та спекотне, зима коротка, малосніжна. Опади за рік розподіляються нерівномірно, за літній період випадає до 336 мм опадів, за холодний 177 мм.

У зимові місяці переважають північні та північно-східні вітри. Влітку – вітри північні та північно-західні, середньорічна швидкість вітру $3,9 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Олександрія перебуває у зоні нестійкого зволоження, середньорічна кількість опадів становить 510-530 мм. За теплий період року випадає 70% атмосферних опадів, за холодний період – 30%.

Середньорічна температура повітря в Олександрії $+7,3...7,8^\circ$, вологість повітря 61-65%. Температура самого теплого місяця (липня) $20,2...21,2^\circ$, максимальна 39° ; середня температура самого холодного місяця (лютого) становить $-6,1...-5,7^\circ$, максимально низька -35° . Сталий сніговий покрив (середня висота 11-16 см) встановлюється у другій половині грудня, сходить наприкінці лютого або на початку березня. Часті відлиги в деякі зими не сприяють утворенню сталого снігового покриву. Тривалість безморозного періоду 160-170 днів.

Через Олександрію з південного заходу на північний схід проходить вісь високого атмосферного тиску, що розділяє область на дві частини панування різних повітряних мас - північно-західну (Лісостеп), це вологі маси з Атлантики та північно-східну (Степ), це континентальні маси з Азії, такий розподіл зумовлює різноманітність фізико-географічних умов регіону.

Узимку спостерігається підвищена циклонічна діяльність, менша – навесні і восени. У холодний період року спостерігаються найбільш різкі зміни погоди: дощі і снігопади, сильний вітер, різкі потепління і раптові похолодання. Характерною особливістю зими є часті відлиги при зміщенні циклонів з Атлантики, Середземного і Чорного морів.

Антициклони впливають на погодні умови області узимку (вплив сибірського максимуму і вторгнень холодного арктичного повітря) і влітку

(ядра азорського максимуму) та сприяють встановленню відповідно безмарної морозної погоди узимку і спекотної безвітряної – влітку.

Вплив міста на погодні умови аеродрому «Олександрія» впливає при наявності приземної інверсії та південно-західних вітрах. За цих умов, за рахунок скупчення промислових димів, під інверсійним шаром горизонтальна видимість в районі аеродрому може погіршуватися [15].

Геодезичні координати контрольної точки аеродрому (КТА): (північна широта $48^{\circ}40'46''$ (N) та східна довгота $33^{\circ}11'10''$ (E). Середній тиск для порогу № 230 (грунтового) = 747,7 мм.рт.ст. Система координат – національна система геодезичних координат (Красовського – 42). КТА розташована посередині бетонної частини основної ЗПС на відстані: від порогу № 05 (бетонного) – 165 м, від порогу № 23 (грунтового) – 1335 м. Висота порогу ЗПС 50=157 м. Висота порогу ЗПС 230=168 м. Абсолютна висота аеродрому (КТА) +160 м. Розрахункова температура повітря $26,3^{\circ}$ (рис.2.1).



Рис. 2.1. Схема розміщення аеродрому Олександрія військової частини 2269 НГУ

2 ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗМІН РЕГІОНАЛЬНОГО І ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ

Формування поля температури та атмосферних опадів відбувається у тісному зв'язку з процесами циркуляції повітряних мас. Потепління клімату на території України обумовлено одночасною дією природного і антропогенного факторів. Проаналізувавши вікову динаміку кількості опадів на території України протягом XX-XXI ст. [3], слід підкреслити, що не відмічається однозначної часової тенденції у рядах опадів. Зміна річної кількості опадів не однакова і знаходиться у межах 85-115% норми. Відбулося вирівнювання річної кількості опадів по території. Другою помітною закономірністю є зростання опадів практично на всій території країни у вересні-жовтні. Найсуттєвіші зміни відбулися у жовтні. Середні значення кількості опадів за теплий, холодний періоди та за рік в цілому досить стійкі у часі. Характерною особливістю першого п'ятиріччя XXI ст. є збільшення кількості тепла по всій території України, та деформація ізотерм поля сум активних температур зонального напрямку у меридіональний, за винятком півдня країни.

У дослідженнях [6] на періоді 1991-2013 рр. вказується про збільшення повторюваності градацій з мінімальною температурою повітря, більшою ніж 0°C взимку та навесні. Впродовж останнього десятиліття взимку також збільшується кількість випадків у градаціях -20°C і нижче та в градаціях -12°C і нижче навесні. Також упродовж останнього періоду навесні спостерігається суттєве зменшення кількості днів з мінімальною температурою повітря 12°C та незначне – з температурою 15°C . В інші сезони спостерігається збільшення повторюваності градацій з вищими значеннями мінімальної температури повітря. Відмічається повна узгодженість усіх місяців за додатних мінімальних температур (повторюваність їх зростає), а також суттєве зменшення градацій 0°C та -3°C . Зменшилась повторюваність екстремально низьких температур (-20°C та нижче) у грудні та значно збільшилась у січні. Квітень останнього десятиліття характеризується суттєвим зниженням повторюваності градації 12°C , а також незначним зменшенням кількості випадків з температурою 15°C . Це може пояснити, певним чином, деформацію весняного сезону впродовж останніх років. Розподіл аномалій кількості днів з температурою повітря -20°C та нижче в грудні та січні демонструє зменшення кількості днів

з низькою температурою майже по всій території в грудні. Найбільше зменшення спостерігали на північному сході при відповідному процесі. Січневе збільшення кількості холодних днів спостережено завдяки східним, частково північно-східним та центральним територіям країни за вираженого східного процесу. Порівняльний аналіз двох десятиліть показав відсутність довготермінових змін мінімальної температури повітря влітку.

У роботі [2] зазначається, що серед механізмів формування та зміни аномальної циркуляції атмосфери та їхніх наслідків процесів особливе місце посідає блокування західного перенесення повітряних мас, що належить до основних форм меридіональної циркуляції атмосфери, зберігається тривалий час і зумовлює великі аномалії метеорологічних величин та значну кількість небезпечних і стихійних явищ погоди (тривалі періоди з високою та низькою температурою повітря, з дощем та посухою, сильні вітри, хуртовини тощо). На періоді дослідження 1979 по 2013 рр. в Євроатлантичному секторі північної півкулі (від 0° до 60° сх. д. та від $29,5^{\circ}$ до 70° пн. ш). встановлено, що протягом останніх десятиріч у позатропічних широтах північної півкулі відмічено тенденцію до збільшення загальної кількості та тривалості блокувальних процесів, що пов'язано з глобальним потеплінням клімату. Блокувальні процеси, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, мають деякі особливості: більшу повторюваність навесні, тоді як над європейською частиною континенту їх максимум відмічено влітку; більшу тривалість та меншу інтенсивність. У сучасний кліматичний період спостерігаються суттєві зміни блокування західного перенесення повітряних мас в Євроатлантичному секторі північної півкулі: середня за рік кількість та тривалість блокувальних процесів зростає, а інтенсивність їх зменшується. Ці зміни мають сезонні особливості, які найбільше виражені над континентальною частиною регіону.

У зміні глобальної й регіональної температури відзначаються тренди, «стрибки» і паузи різної тривалості. Поява квазіоднорідних пауз у зміні клімату, імовірно, пов'язана із квазіоднорідними епохами в розвитку загальної циркуляції атмосфери й океану, ослабленням сонячної активності й змінами змісту аерозолів природного й антропогенного походження. Як правило, після різких «стрибків» температура виходить на новий, більш високий рівень, залишаючись там тривалий час. В останні 50 років двадцятого сторіччя середня швидкість росту температури склала близько $0,12^{\circ}$ за десятиліття, тоді як у період з 1998 по 2013 рр. вона зменшилася більш ніж в 2,5 рази. Узимку швидкість росту температури в Північній

півкулі навіть стала від'ємною (позначилася тенденція до похолодання). Уповільнення потепління, що вже спостерігається, й невелике зимове похолодання вступають у протиріччя з теорією парникового потепління клімату, оскільки швидкість росту вмісту парникових газів в атмосфері була максимальною, а середньорічна емісія вуглекислого газу зросла більш ніж на 30% у порівнянні з останніми роками минулого сторіччя. Різкі «стрибки» температури не можна пояснити змінами концентрації парникових газів. Виявлено шістнадцятирічну паузу в потеплінні клімату (1998-2013 р.), а також зменшення величини зимового потепління й ріст величини літнього потепління [8-9].

Коливання максимальної й мінімальної температури повітря відбуваються в одні і ті ж періоди у зв'язку з тим, що синоптичні процеси одночасно впливають на формування цієї температури. Особливо чітко це проявляється в максимальній температурі повітря. Коливання мінімальної температури мають більш згладжений вигляд. Віковий хід абсолютного максимуму (мінімуму) виражений більше, ніж середнього максимуму (мінімуму). Наприкінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. відзначається підвищення як максимальної, так і мінімальної температури повітря, найбільше - в зимові місяці. Мінімальна температура повітря підвищилася більше, ніж максимальна й середня. Такий характер зміни екстремальної температури повітря відображає сучасна зміна циркуляційних процесів [13].

Причина потепління останніх років в Україні полягає, поряд з природним фактором, у глобальному парниковому ефекті, але реалізується глобальний антропогенний фактор через циркуляцію повітря. Що стосується регіонального антропогенного фактора в Україні, то він формується довготривалим веденням господарської діяльності на її території. На території України процес потепління досить активний. Регулярне спостереження за температурою повітря із року в рік, в Україні з 1901 р., дає можливість зробити статистично обґрунтованою характеристику схожості вікового ходу річної глобальної і регіональної температур повітря. Криві багаторічного ходу температури повітря в Україні за 113 років мають спільні риси з багаторічним глобальним ходом температури повітря. Можна припустити, що температура вийде на плато, припинить збільшуватися, але що вона буде знижуватися, цього не передбачається. Однією із суперечностей в теорії зміни регіонального клімату України під впливом антропогенного фактору є те, що немає зв'язку потепління клімату в Україні безпосередньо з викидами ПГ на території держави. Зміна клімату в Україні

має зв'язок з циркуляцією, яка діє в атлантико-європейському секторі. Додатні і від'ємні відхилення температури від «норми» обумовлені синоптичними процесами, характерними для атлантико-європейського типу циркуляції. Добре простежується характеристика сучасної зміни клімату за даними декількох часових періодів зміни глобальної і регіональної (Україна) температури повітря у XX–XXI ст. В останні десять років XXI ст. простежується стрімкий ріст температури у порівнянні з усім попереднім часом спостережень. Темпи приросту температури можуть знижуватись, а іноді протягом двох–трьох років можуть бути відсутні в зв'язку з накладанням найбільш активних природних факторів: виверженням вулканів і зміни сонячної активності [10].

У дослідженнях [7] визначено характеристику сучасної зміни клімату за даними декількох часових періодів зміни глобальної і регіональної (Україна) температури повітря у XX–XXI століттях. З 1991 року почалася активізація глобального і регіонального потепління. В останні десять років XXI ст. простежується стрімкий ріст річної температури у порівнянні з усім попереднім часом спостережень. По території країни потепління йде у меридіональному напрямку, тому у західній частині воно проявляється менше (це зона мішаних лісів, зона широколистяних лісів). Можна зробити висновок, що глобальне потепління перекриває деякі регіональні особливості, при цьому потепління клімату є реальним і відбувається по всіх регіонах, набирає великих масштабів і інтенсивність його відрізняється зовсім незначно. Усі річні аномалії в XXI ст. були додатними. За окремими сезонами та місяцями ситуація дещо інша. В цілому, щорічна зима і за окремими місяцями має додатну аномалію. Останні 12-13 років лише в окремих місяцях спостерігається незначна від'ємна аномалія. Відхилення температури повітря за 12 років склало $1,4^{\circ}$. Додатна аномалія перекриває три-, п'яти і дванадцятирічні природні цикли коливань. У більшості місяців спостерігається додатна аномалія температури. Від'ємна аномалія температури спостерігається лише в грудні. Це свідчить про активізацію процесу потепління клімату в Україні, особливо в степовій зоні. За останнє десятиріччя XX ст. і перше XXI ст. були перекриті показники найвищої та найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період. Впродовж 1991-2010 рр. середня місячна температура повітря підвищилася порівняно із кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр.) по всій території України як у зимові, так і в літні місяці. У січні температура підвищилася повсюдно.

3 ОСОБЛИВОСТІ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Екстремальна температура повітря є важливою характеристикою температурного режиму і більш мінливою в часі і просторі, ніж середня. Зручною формою представлення різких змін температури повітря є хвилі тепла і холоду. При цьому хвилею тепла (холоду) вважається підвищення (зниження) середньої добової температури повітря на $\geq 3^{\circ}\text{C}$, а інтенсивною хвилею тепла (холоду) - зміна середньої добової температури повітря на $\geq 10^{\circ}\text{C}$, що продовжувалася не менше двох діб. Детально охарактеризовані поняття високих, аномальних та екстремальних температур, а також хвиль тепла у роботі [14].

У дослідженнях [12] різкими перепадами середньодобової температури повітря у бік підвищення або зниження вважаються зміни приземної середньої добової температури повітря на $6-10^{\circ}\text{C}$ на більше 80% території України. Короточасні зміни температури визначаються тривалістю в межах 2-4 діб, тривалі зміни - у межах тижня й більше. При цьому не враховується характер фону аномалії середньої добової температури повітря, тобто різкі потепління або похолодання можуть спостерігатися на фоні як від'ємних, так і додатних аномалій температури повітря. Як правило, висотна фронтальна зона при різких перепадах температури повітря біля поверхні землі має добре виражений меридіональний характер. Короточасні потепління й похолодання біля землі є нестійкими й змінюють один одного через 2-4 дні. Відмінності висотних баричних утворень при різких короточасних похолоданнях і потепліннях зберігаються до середнього рівня стратосфери. При цьому баричні поля на всіх рівнях тропосфери й стратосфери при даних змінах температури біля землі є перетвореними один з іншого. Така зміна циркуляції в тропосфері й стратосфері може приводити до багаторазового чергування короточасних хвиль тепла й холоду в Україні. У випадку тривалих хвиль тепла й холоду, процеси тропосфери призводять до зміни стану й положення циркумполярного вихору (ЦПВ), а це, у свою чергу, веде до подальшого поглиблення й стійкості меридіональності тропосферних процесів, формуючих тривалі потепління й похолодання, які спричиняють значні аномалії середньомісячної температури повітря в Україні. Важливим показником мінливості середньої місячної температури повітря в окремі роки є абсолютне відхилення температури даного місяця від норми. Найбільші

(від'ємні і додатні) відхилення від норми відмічаються у зимові місяці. Вони пов'язані з потужною адвекцією холодних або теплих повітряних мас, що охоплюють всю територію або значну її частину. Осередки найбільшого зниження або підвищення температури зазвичай розміщуються у різних районах країни. На формування і розподіл температури повітря насамперед впливає географічне положення місця (широта і довгота). У холодний період (листопад-березень) найнижча температура повітря спостерігається не на крайньому сході, а в районі Донецької височини, що пов'язано з рельєфом. Деяке підвищення температури повітря на довготі 33° пояснюється впливом моря. Зниження температури у межах $35-36^{\circ}$ за довготою пов'язано також з Приазовською височиною. Межі зміни за довготою значно менші, ніж за широтою. У зимові та літні місяці вони однакові ($3,5^{\circ}\text{C}$). У річному ході як за широтою, так і за довготою найхолоднішим є січень.

У січні один раз за чотири роки (25%-на ймовірність) на крайньому півдні України температура повітря завжди вища 0°C , а на півночі знижується до -5°C . Майже щорічно (95%-на ймовірність) температура повітря відповідно дорівнює $-7...-6^{\circ}\text{C}$. Один раз за 10 років (10%-на ймовірність) температура повітря вища 0°C . Середня місячна температура повітря відображає лише загальні закономірності температурного режиму і тому для вирішення деяких завдань є недостатньо інформативною. Більш інформативною вважається декадна температура повітря. Найхолодніша декада року у середньому друга-третья декада січня, в окремих районах - перша декада лютого. Найнижчі значення середнього мінімуму відмічаються у січні (від -11 до -5°C), у Криму - в лютому. Відповідно до загального ходу температури повітря найнижчі значення абсолютного мінімуму за рік у більшості випадків спостерігаються у січні-лютому, в окремі роки можуть відмічатися у грудні, інколи у березні або в листопаді [4].

За сучасними дослідженнями аналіз зв'язків всередині ряду температур зимових місяців показує, що в більшості випадків, коли спостерігалися холодні зими, за холодним січнем слідував холодний лютий (в 11 із 17 випадків). Таких перевірених тісних зв'язків всередині ряду грудня і січня немає. В цілому суворість зими більшою мірою визначається температурою центрального місяця зими - січня. Саме для цього місяця властиві характерні синоптичні процеси для зимового сезону. Для аномально холодних зим середні значення січня і лютого майже однакові, навіть лютий більш аномальний. В середньому січень під час холодних зим нижче свого середньомісячного значення на $3,18^{\circ}\text{C}$, лютий - на $4,19^{\circ}\text{C}$, грудень - на $2,05^{\circ}\text{C}$

у порівнянні з середніми значеннями температури. Найбільш суворою може вважатися зима, коли температури всіх трьох місяців були нижче норми і хоча б у двох зимових місяцях від'ємні відхилення температури $1,5$ середньоквадратичних стандартних відхилень σ . Середньоквадратичне відхилення температури грудня, січня і лютого дорівнює відповідно $2,56$, $2,80$ і $1,97$. До суворих зим можна з досить достатньою підставою віднести і зими, коли хоча б один із місяців був екстремальним холодним (аномалія температури 2σ). Як і у випадку аналізу холодних зим, до теплих відносять зими, температура яких на $1,94^{\circ}\text{C}$ вище температури нормальної зими (зима з середньою температурою мінус $3,44^{\circ}\text{C}$). Слід зазначити, що в силу додатної (позитивної) асиметрії, теплих зим більше, ніж холодних. Для теплих зим характерна менша мінливість від місяця до місяця, після аномально теплого грудня слідує більш холодні січень та лютий. Зміна температури в зимовий період розвивається за «теплим» сценарієм, на території України не відмічалось жодного випадку із 20 за всі три місяці, коли б температура була нижче норми [10].

Нестійкість і різкі зміни погодних умов протягом сезонів року пов'язані з різними синоптичними ситуаціями, які зазнають змін в сучасному кліматі. Визначено [11], що у зимові сезони початку ХХІ століття формується переважно такий синоптичний процес, при якому встановлюються стійкі погодні умови з температурою повітря вищою за норму і практично без опадів. У весняний сезон пануючі синоптичні ситуації призводять до нестійких погодних умов на території України. В осінній період в Україні частіше відзначається підвищений температурний режим, переважно без опадів, у листопаді переважає нестійкий температурний фон через часту зміну синоптичних процесів. Зміни температурно-вологісного режиму в Україні узгоджуються зі змінами атмосферної циркуляції у всьому євроатлантичному регіоні, вони обумовлюються посиленням впливу Атлантики на територію України. За останні десятиріччя відбулося зміщення на схід (до 20°) основних і сезонних центрів дії атмосфери - Сибірського та Азорського максимумів. Як результат, сучасні погодні умови території України майже в усі сезони року обумовлені переважанням полів підвищеного тиску з повітряними масами атлантичного походження. Зими стали більш теплими, з нестійким сніговим покривом та опадами у вигляді мокрого снігу і дощу.

Деякі висновки про типові зимові синоптичні процеси, що призводять до значних за площею осередків з аномально-низькою та аномально-високою

температурою повітря у межах помірних широт Східної Європи отримано у роботах [16-17] для періодів 1987-2017 рр. та 1997-2017 рр. Для всіх випадків з від'ємними аномаліями температури характерною ознакою є яскраво виражена меридіональність потоків у середній тропосфері. Значні аномалії пов'язані переважно із тилловими частинами висотних улоговин або циклонів, також великі осередки пов'язані у цьому випадку із потужним сибірським максимумом, що розширюється із західного Сибіру на східну Європу. Для додатних аномалій температури на території України виділено три основні групи процесів, які пояснюють близько 67% випадків аномалій. Процеси 1 групи належать до зонального типу циркуляції та створюють західне перенесення теплих повітряних мас до східної Європи. Характерною ознакою є наявність розвиненого циркумполярного вихору над північною полярною зоною, який зумовлює зональне перенесення повітря в середній тропосфері. У разі процесів 2 групи над західною Європою декілька днів спостерігається висотна улоговина, східна Європа перебуває під впливом висотного гребеня або його західної периферії. У полі приземного тиску спостерігається система циклонів із типовим положенням над Великобританією, Скандинавією та центральною Європою. Висотне поле геопотенціалу АТ-500 під час процесів третьої групи характеризується висотною улоговиною, що простягається зі Скандинавії на центральну Європу або впливає на захід східноєвропейського сектора. Меридіональний рух повітря зумовлює надходження теплого повітря вздовж західної периферії висотного гребеня, вісь якого спрямована від Балканського півострова в напрямку Білого моря.

4 АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНИХ АНОМАЛІЙ У ХОЛОДНИХ ПЕРІОДАХ 2010-2019 РР НА КІРОВОГРАДЩИНІ

У якості вихідних даних використано оперативну синоптичну інформацію за даними програми АРМсин, бюлетені погоди, дані кліматичного Кадастру України, ресурси Internet [5, 18-19].

4.1 Часовий і просторовий розподіл середньомісячної температури повітря

Для дослідження аномального розподілу температурного поля холодного періоду року проаналізовані середньомісячні показники та відхилення температури повітря від кліматичної норми за даними 8 станцій Кіровоградської області (додаток Б, табл.Б.1-Б.8). Для наочності за даними всіх станцій побудовані графіки середньомісячних значень температури повітря у 5-ти досліджуваних роках для кожного місяця окремо, у якості демаркаційної лінії нанесено кліматичну норму за даними Кадастру [5].

Перша станція для аналізу – Бобринець (додаток Б, табл. Б.1, рис.4.1).

Загалом кожного місяця виділяється не більше 2-3 років з від'ємними аномаліями середньомісячної температури повітря (Тс). Лише двічі за десять років температура повітря була близька до норми (відхилення не більше $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) – березень 2013 та грудень 2018 рр.

Кожного місяця переважали значні додатні аномалії Тс, хоча розподіл по роках має відмінності. Так, у 2010 р. січень, березень та грудень виділяються від'ємними аномаліями температури повітря, найбільші складають до $2,1-2,6^{\circ}$, а у листопаді реєструється найбільша додатна аномалія серед усіх місяців досліджуваного періоду в $8,2^{\circ}$. 2011 року показники відрізняються – від'ємні аномалії простежуються лише у лютому і листопаді, а Тс за січень, березень та грудень вище норми, особливо виділяється аномалія грудня 2011 р. у $4,1^{\circ}$. Наступного року на станції Бобринець значна від'ємна аномалія належить лютому ($6,1^{\circ}$), також у грудні середньомісячні показники температури повітря були нижче норми. У січні та листопаді зберігається додатна аномалія.

В подальші два роки – 2013-2014 рр., у всі місяці, за виключенням березня 2013 р., та слабкій від'ємній аномалії у листопаді 2014 р.,

відмічалось перевищення температурного фону - значні додатні відхилення припадають на лютий 2013 р. ($4,8^{\circ}$) та березень 2014 р. ($5,5^{\circ}$).

У 2015 та 2019 рр. в усі місяці холодного періоду середньомісячна температура була вище норми, найбільші відхилення зафіксовані у грудні – $4,0^{\circ}$ та $4,9^{\circ}$ відповідно. 2016 року невеликі від'ємні аномалії T_c спостерігалися у січні, листопаді та грудні ($<1^{\circ}$), лютий вирізнявся істотним перевищенням кліматичної норми в $6,2^{\circ}$. В 2017 р. лише в січні відмічалась слабка від'ємна аномалія в $0,5^{\circ}$, інші місяці характеризувалися додатними відхиленнями від норми, особливо високими у березні та грудні ($5,3^{\circ}$ та $5,8^{\circ}$ відповідно).

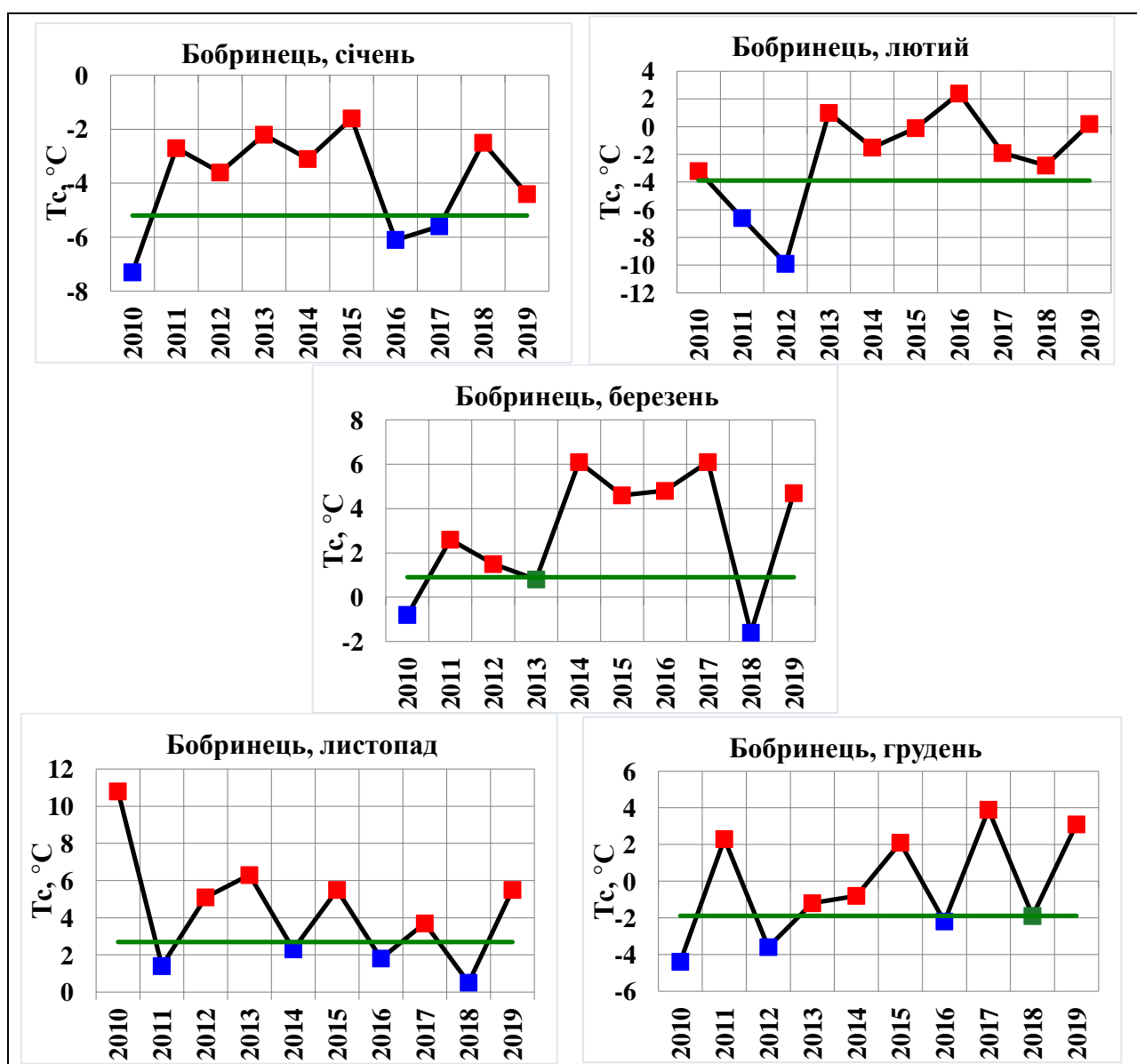


Рис. 4.1. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст. 33717 Бобринець

2018 року нетипово найвища від'ємна аномалія спостерігалася у березні, що склало відхилення у $2,4^{\circ}$ а найвища додатна – у січні в $2,6^{\circ}$.

Таким чином, у більшості місяців досліджуваного періоду – 34 з 50 (68%) на ст.Бобринець спостерігалися додатні аномалії температури повітря.

Наступна станція – Гайворон (додаток Б, табл.Б,2, рис. 4.2). У 6-ти місяцях T_c була близька до норми – відхилення не більше $\pm 0,2^{\circ}$.

2010 року від'ємна аномалія відмічається у січні, березні та грудні. Аналогічно вищерозглянутій станції, найбільші від'ємні відхилення припадають на грудень 2010 р. $-4,5^{\circ}$, а найбільші додатні – на листопад: $8,2^{\circ}$.

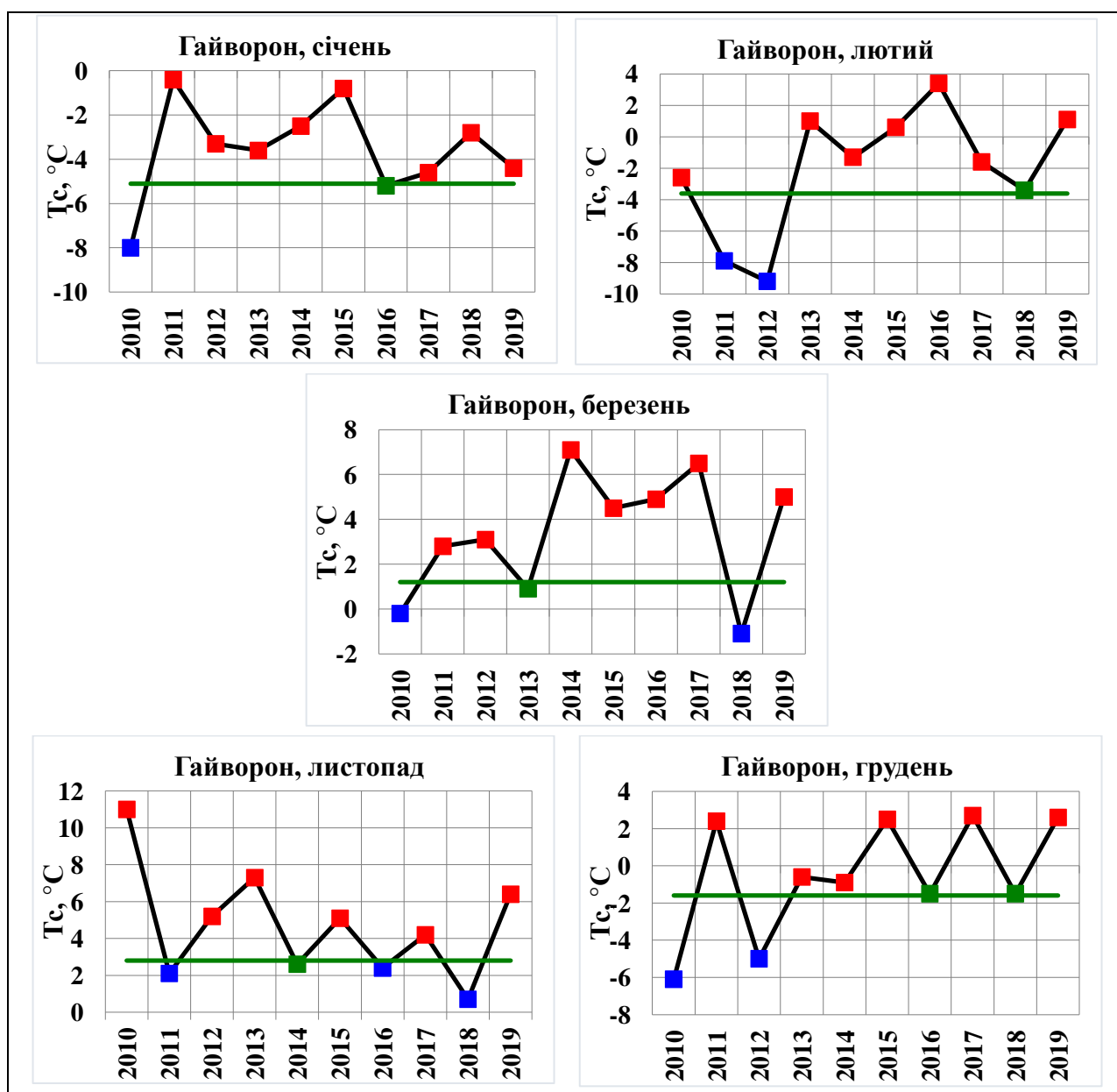


Рис. 4.2. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33686 Гайворон

2011 року, навпаки, січень та грудень аномально теплі - близькі за значеннями високі додатні аномалії температури повітря в $4,8^{\circ}$ та $4,1^{\circ}$, а лютий характеризується значним недобором тепла – від’ємна аномалія склала $4,3^{\circ}$. Найвище від’ємне відхилення температури повітря від кліматичної норми за весь період виділяється у лютому 2012 р. – $\Delta T=5,6^{\circ}$, грудень також має від’ємну аномалію в $3,3^{\circ}$. Додатні відхилення T_c в $2,0-2,4^{\circ}$ спостерігалися у березні та листопаді.

У холодний період 2013-2014 рр. середньомісячна температура повітря перевищувала кліматичну норму, і лише у березні 2013 та листопаді 2014 р. була близька до норми. Додатна аномалія особливо висока у березні 2014 р. – на 6° вище норми; також істотне перевищення норми виділяється у лютому і листопаді 2013 р. ($4,6^{\circ}$ та $4,5^{\circ}$ відповідно).

Перевищенням температурного режиму виділяються холодні періоди 2015, 2017 та 2019 рр. Найвищі додатні відхилення середньомісячної температури повітря $\geq 4^{\circ}$ спостерігалися у січні-лютому та грудні 2015 р., березні та грудні 2017 р., лютому та грудні 2019 р.

У лютому 2016 р. T_c перевищувала кліматичну норму на $7,0^{\circ}\text{C}$; теплим був і березень – додатна аномалія $3,8^{\circ}$. В інші роки T_c або близька до норми або має слабкі відхилення не більше $\pm 0,5^{\circ}$. 2018 року від’ємна аномалія T_c в відмічалася у березні та листопаді ($2,2^{\circ}$), а найбільша додатна – у січні ($2,4^{\circ}$).

Отже, відмічається перевага доданих відхилень середньомісячної температури повітря, аналогічно попередній станції, у 34 місяцях з 50.

Проаналізуємо особливості температурного поля у холодний період 2010-2019 рр. на ст.Долинська – додаток Б, табл.Б.3, рис.4.3. Тричі температура місяця була близька до норми, від’ємна аномалія T_c відмічалася в 14 місяцях з найбільшим відхиленням в $6,1^{\circ}$ у лютому 2012 р.

2010 року виділяється екстремальна додатна аномалія температури у листопаді в $8,7^{\circ}$. Невеликі від’ємні відхилення відмічалися у січні, березні та грудні ($1,0-2,1^{\circ}$). В 2011 р. значне перевищення температурного фону реєструється у грудні ($4,4^{\circ}$), найбільша від’ємна аномалія – у лютому ($3,2^{\circ}$); у 2012 р. додатна аномалія T_c найбільша у листопаді ($2,6^{\circ}$). У 2013-2014 рр. середньомісячні дані температури були переважно вище норми, близькою до норми температура була у березні 2013 р. та листопаді 2014 р. Найвища додатна аномалія у березні 2014 р. ($5,6^{\circ}$) та лютому 2013 р. ($4,2^{\circ}$).

Загалом відмітимо, що у 2015 і 2019 рр. у холодні періоди відмічалися лише додатні аномалії середньомісячної температури. Для 2015 р. це суттєві відхилення за всі місяці в межах $2,9-3,6^{\circ}$; у 2019 р. слабка додатна аномалія

реєструвалася у січні ($0,9^{\circ}$), в інші місяці відхилення $\geq 3,0^{\circ}$, з максимумом у грудні до $5,1^{\circ}$. У 2016 р. незначні від'ємні відхилення T_c від норми фіксувалися у січні, листопаді-грудні, а найвища додатна аномалія – у лютому ($5,4^{\circ}$). Винятковим є перевищення кліматичної норми на $6,1^{\circ}$ у грудні 2017 р., при $T_c=3,8^{\circ}$. Також цього року дуже теплим був березень – $\Delta T=3,8^{\circ}$. На противагу, найбільший недобір тепла спостерігався у березні наступного 2018 року ($-2,7^{\circ}$) при від'ємній середньомісячній температурі повітря ($T_c=-1,8^{\circ}$).

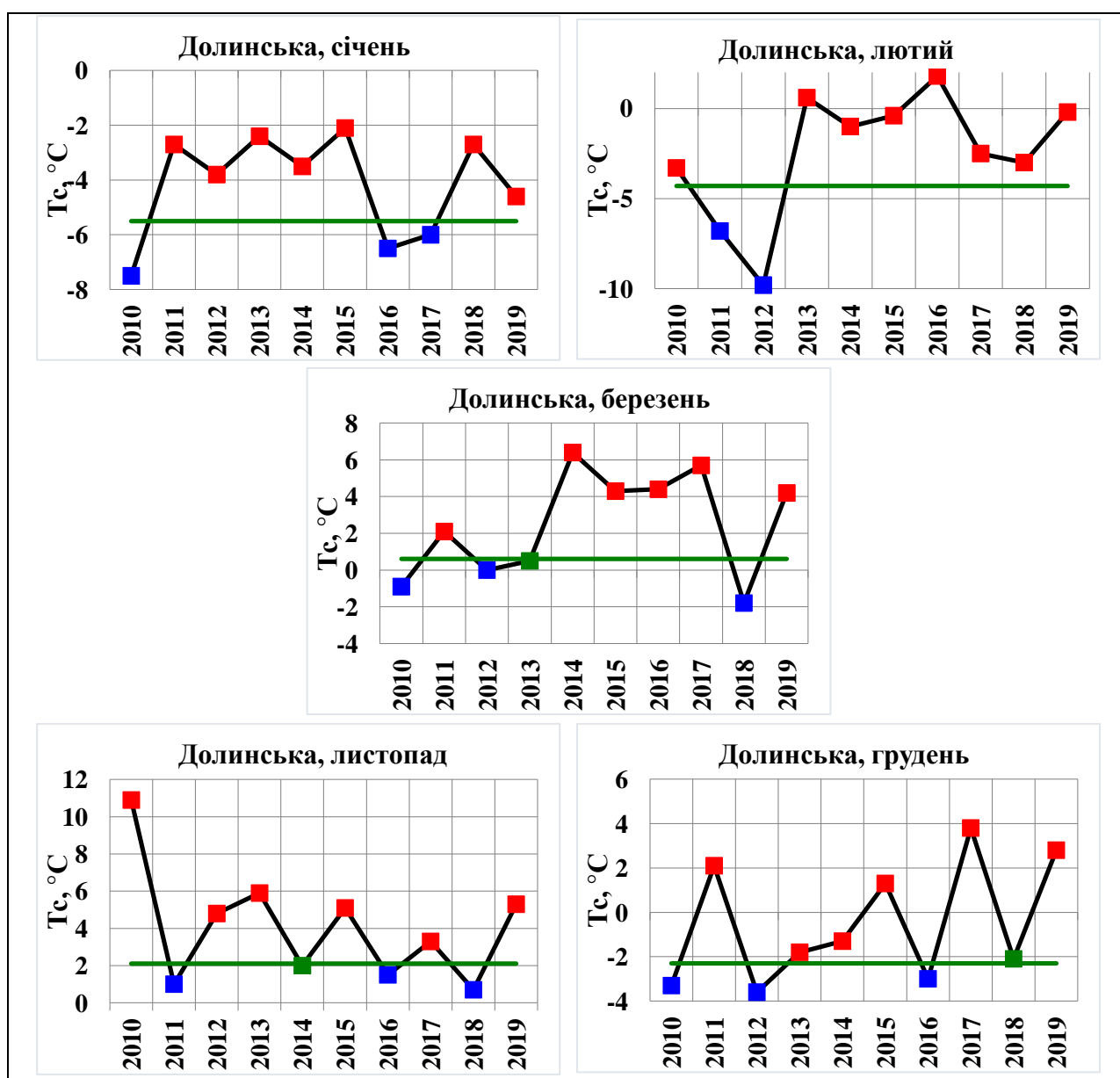


Рис. 4.3. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33719 Долинська

Наступна станція - Знам'янка (додаток Б, табл.Б.4, рис.4.4). Додатні аномалії T_c також відмічалися у 34-х місяцях з 50 досліджуваних. Річний хід схожий на показники вище проаналізованих станцій області – найбільша додатна аномалія середньомісячної температури повітря припадає на листопад 2010 р. - $\Delta T=8,3^\circ$, а найбільша від'ємна на лютий 2012 р. - $\Delta T=5,8^\circ$. Знову у 2015 та 2019 рр. всі місяці холодного періоду характеризувалися перевищенням температурного фону: 2015 року $\Delta T=2,5...4,2^\circ$, 2019 року $\Delta T=0,5...4,9^\circ$.

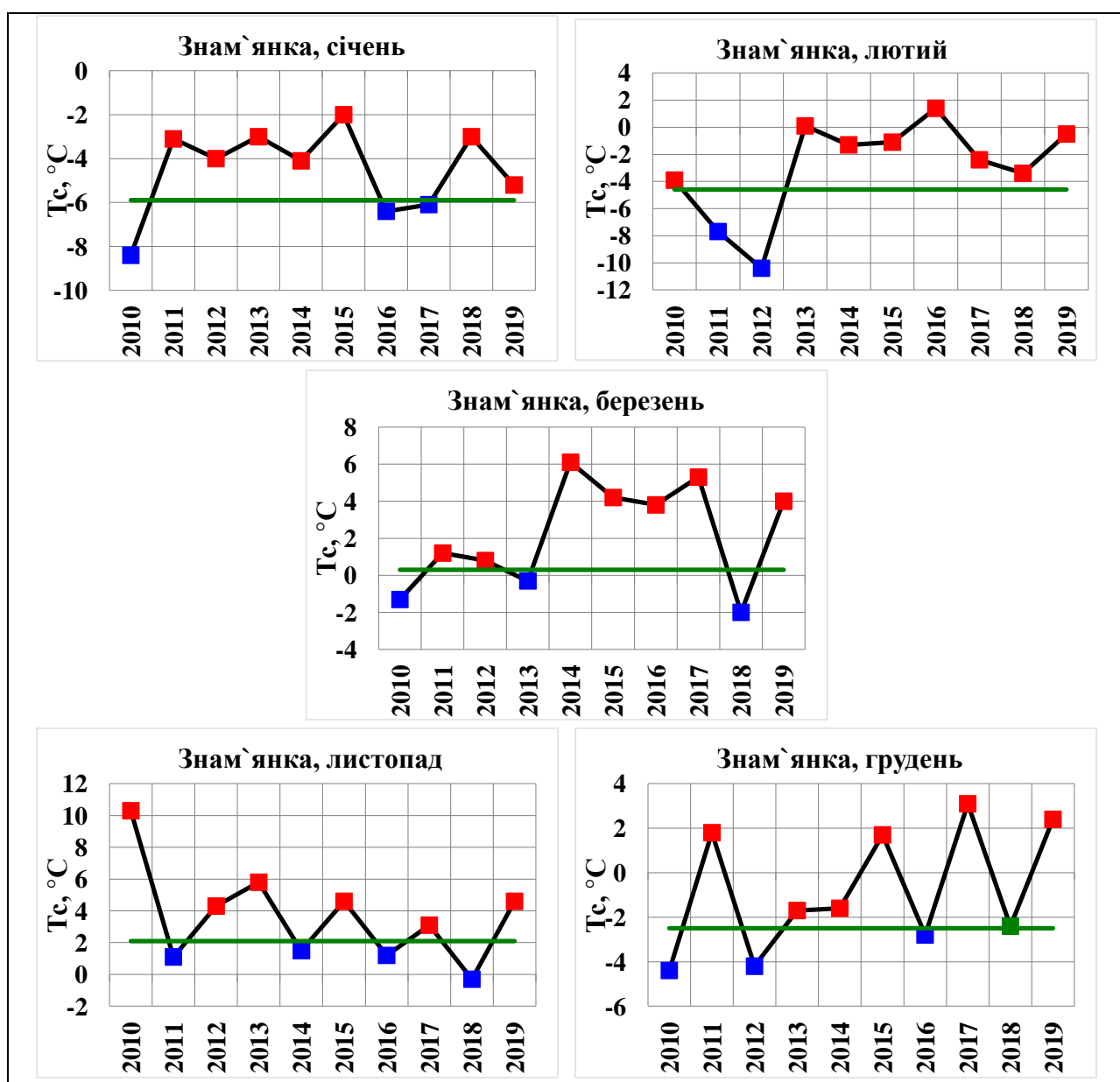


Рис. 4.4. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33609 Знам'янка

У 2013, 2014, 2017 рр. лише в одному з 5 місяців відмічалася слабка від'ємна аномалія T_c – до $0,6^\circ$, в інші місяці значне перевищення кліматичної норми, найбільші: лютий 2013 в $4,7^\circ$, березень 2014 та 2017 рр. в $5,9^\circ$ та $5,1^\circ$ відповідно, грудень 2017 р. в $5,6^\circ$. В 2016 р. висока додатна аномалія T_c в $6,0^\circ$ реєструвалася у лютому; від'ємні аномалії не перевищували $0,9^\circ$. У 2018 р. від'ємна аномалія в $2,2-2,3^\circ$ відмічалася у березні та листопаді, зимові місяці характеризувалися перевищенням кліматичної норми: $\Delta T=0,1\dots 2,8^\circ$.

Надалі проаналізуємо особливості розподілу температури повітря у Кропивницькому (додаток Б, табл.Б.5, рис.4.5).

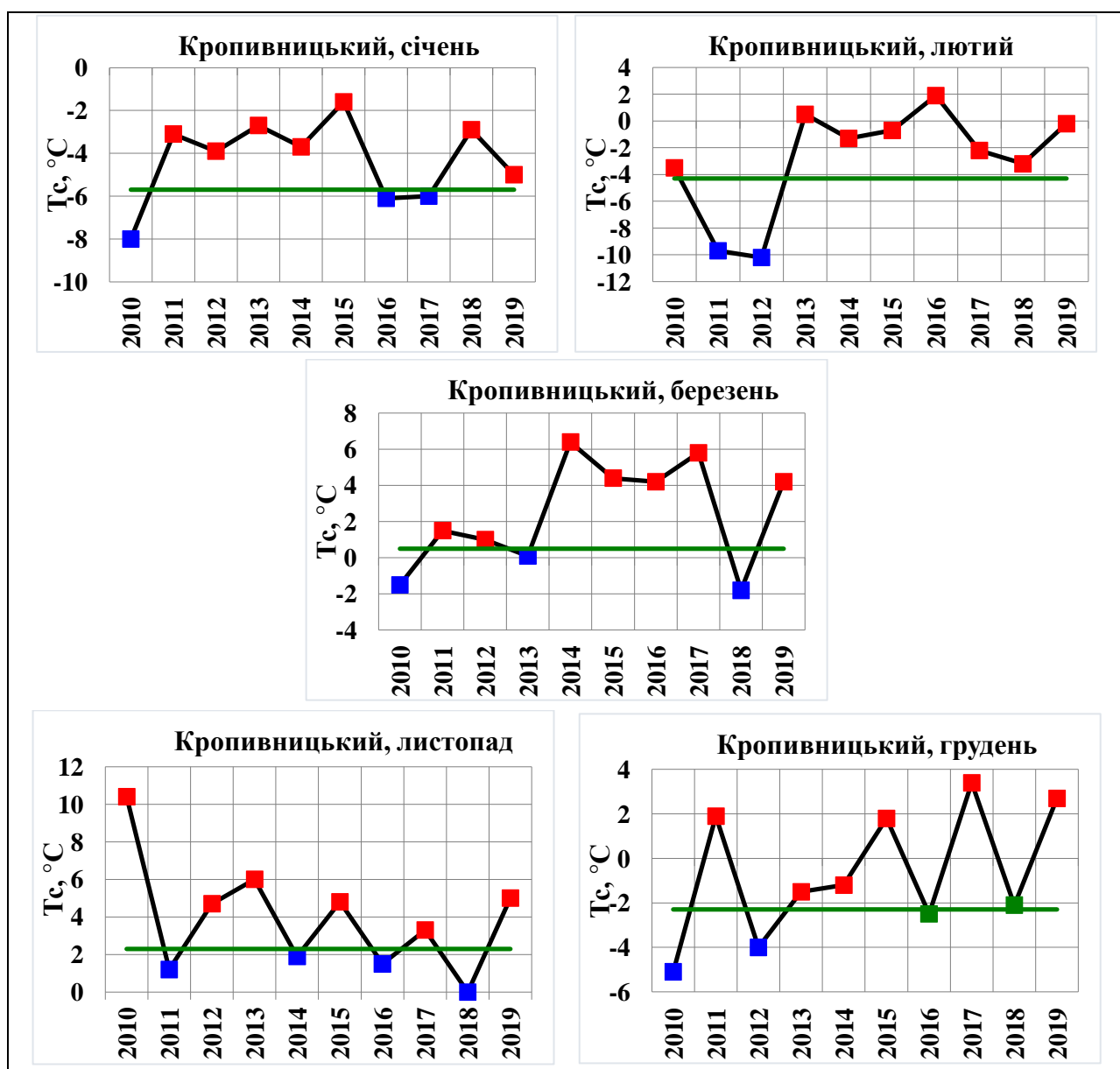


Рис. 4.5. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33711 Кропивницький

Зберігається тенденція серед розглянутих станцій області до відхилень температури повітря вище норми, у розподілі аномалій температури по роках також є аналогії - найвища додатна аномалія припадає на листопад 2010 р. (8,1°). У січні, березні та грудні 2010 р. аномалії Тс були від'ємні - $\Delta T=2,0...2,8^\circ$. У холодних періодах 2011-2012 рр. виділяється значна від'ємна аномалія температури повітря у лютому: 5,2 та 5,8° відповідно, а січень та березень, навпаки, теплі. Найвища додатна аномалія температури у 4,2° спостерігалася у грудні 2011 р.

В 2013 і 2014 рр. підвищений температурний фон відмічався у всі зимові місяці. Найбільші відхиленням від норми - березень 2014 р. в 5,9° та лютий 2013 р. в 4,9°. 2015 року у всі місяці Тс вище норми, виділяється грудень з найбільшою додатною аномалією у 4,1°C. У 2016 р. слабкі від'ємні аномалії у січні та грудні, а у лютому значне перевищення норми в 6,4°.

У 2017 р. найвища додатна аномалія відмічалася у березні та грудні – відповідно 5,3° та 5,7°, слабка від'ємна - лише у січні. У березні 2018 р. середньомісячна температура повітря була від'ємна, що виділило найбільшу від'ємну аномалію у 2,3°C, такий же показник припадає на листопад, а у січні Тс перевищувала норму на 2,7°. 2019 року весь холодний період мав підвищений температурний режим, найбільші додатні аномалії припадають на лютий та грудень – відповідно 4,2° та 5,0°.

На ст. Новомиргород у загальному зберігається однотипний розподіл середньомісячних аномалій температури повітря відповідно до вище проаналізованих даних (додаток Б, табл.Б.6, рис.4.6). У грудні 2016 і 2018 рр. та січні 2017 рр. Тс була близька до кліматичної норми, а у 34 місяцях – вище норми. Так, 2010 року найбільша аномалія температури відмічалася у листопаді – це перевищення норми на 8,3°; грудень мав недобір тепла з відхиленням до 3,4°. У 2011 р. тотожні показники відхилення температури повітря від норми в 4,2°, але різного знаку, належать лютому та грудню – недобір тепла у лютому і перевищення норми у грудні; також січнева температура була значно вище норми - $\Delta T=4,0^\circ$. Наступного року значне відхилення від норми припадає на лютий – від'ємна аномалія у 5,9°. У січні, лютому та грудні 2013 і 2014 рр. середньомісячна температура була вищою норми, найбільша аномалія - березень 2014 р. (6,0°). Мінімальні зниження середньомісячної температури повітря відмічалися у березні 2013 р. та листопаді 2014 р. У 2015 та 2019 рр. в холодні періоди реєструвалося лише перевищення норми Тс: січень-березень та грудень 2015 р., а також лютий-березень та грудень 2019 р., виявилися дуже теплими - $\Delta T=2,9...4,8^\circ$.

У лютому 2016 р. реєструвалася найвища додатна аномалія в $6,7^{\circ}$; у 2017 р. відзначалося істотне перевищення норми в $5,7^{\circ}\text{C}$ у березні та $5,1^{\circ}$ у грудні. 2018 року середньомісячна температура березня та листопада була нижче норми на $2,1-2,2^{\circ}$, додатна аномалія припала на січень ($2,3^{\circ}$).

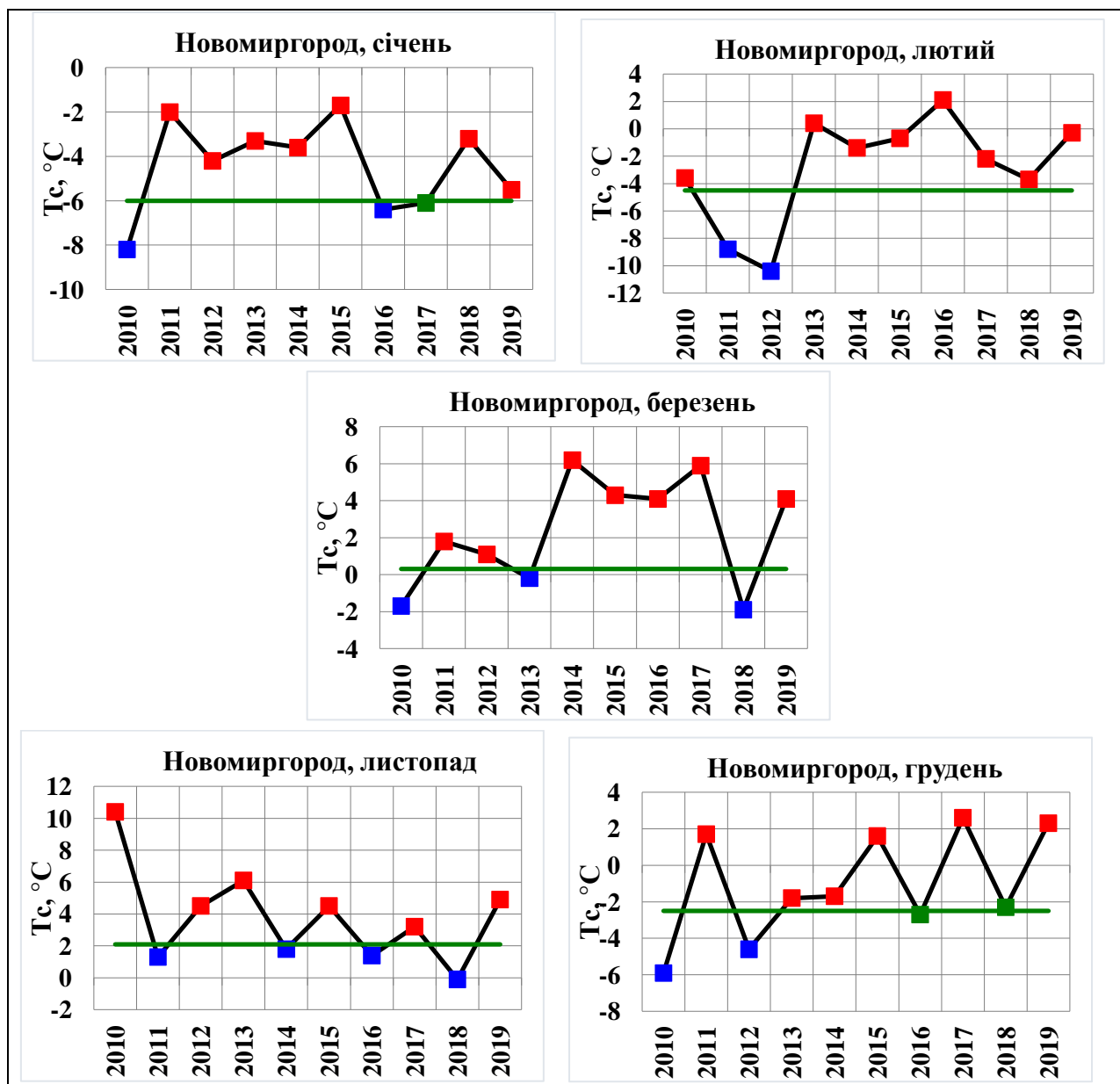


Рис. 4.6. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33598 Новомиргород

Наступна станція – Помічна (додаток Б, табл. Б.7, рис. 3.7). Спостерігається 14 місяців з від'ємною аномалією середньомісячної температури повітря, двічі показники були близькі до кліматичної норми.

Найвищі додатні аномалії середньомісячної температури повітря відмічаються у листопаді 2010 р. ($8,2^{\circ}$), лютому 2016 р. ($6,5^{\circ}$), березні 2014 та 2017 рр. (відповідно $6,1^{\circ}$ і $5,3^{\circ}$), грудні 2017 р. ($5,0^{\circ}$). Суттєве перевищення норми $T_c (>3^{\circ})$ також простежується у січні 2011 та 2015 рр., лютому 2013, 2015, 2019 рр., березні 2015-2016, 2019 рр., листопаді 2013 та 2019 рр., грудні 2011 р., 2015, 2019 рр. Максимальна від'ємна аномалія спостерігається у лютому 2012 р. ($5,8^{\circ}$). Також недобір тепла зареєстрований у січні та грудні 2010 р. (відхилення T_c $2,2^{\circ}$ та $3,6^{\circ}$ відповідно), лютому 2011 р. ($3,1^{\circ}$), березні 2018 р. ($2,4^{\circ}$), грудні 2012 р. ($2,4^{\circ}$).

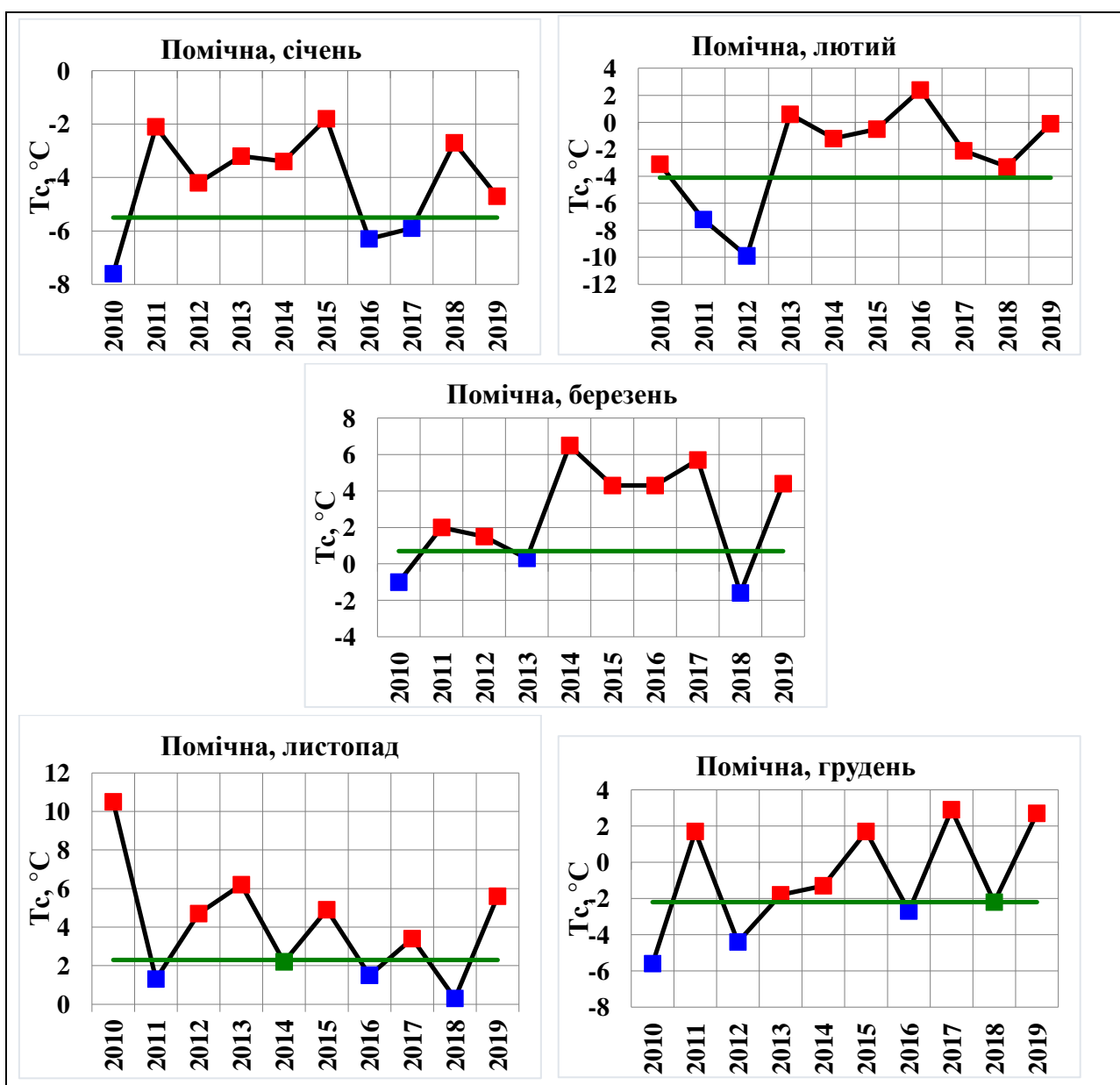


Рис. 4.7. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33705 Помічна

Визначимо середньомісячні показники температури у холодному періоді 2010-2019 рр. на станції Світловодськ – додаток Б, табл. Б.8, рис. 4.8.

У Світловодську у 15 місяцях відзначалася від’ємні відхилення з найбільш значимим у лютому 2012 р. в $5,4^{\circ}$, перевищення температурного фону фіксувалося у 34 місяцях з 50 досліджуваних (68%).

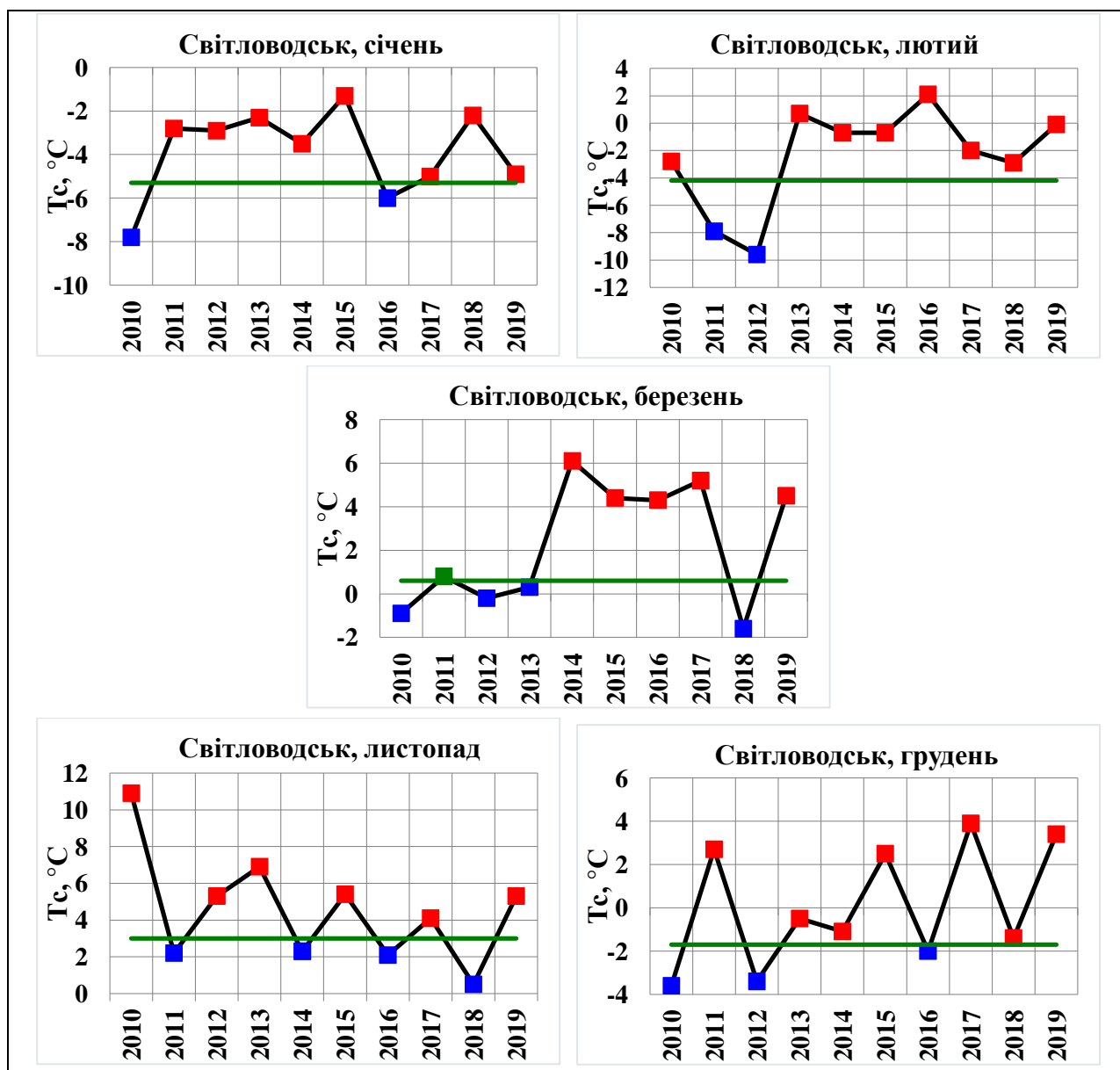


Рис. 4.8. Середньомісячна температура повітря у відношенні до кліматичної норми, ст.33614 Світловодськ

З десяти років обраного періоду лише двічі січень мав від’ємну аномалію Тс, з найвищим відхиленням у 2010 р. в $2,5^{\circ}$. Максимальна додатна аномалія Тс в $4,0^{\circ}$ відмічалася 2015 р., значні додатні відхилення у 2013 та 2018 рр. ($3,0$ - $3,1^{\circ}$). У лютому температура повітря була нижче норми також у

двох роках, це найбільші похолодання 2011-2012 рр., ΔT складає $3,8^\circ$ та $5,4^\circ$ відповідно. Дуже теплим виявився лютий 2013, 2016, 2019 рр., максимальне перевищення норми в $6,3^\circ$ при $T_c=2,1^\circ$ у лютому 2016 р.

У березні 2014 р. реєструється найбільша додатна аномалія в $5,5^\circ$; значне перевищення норми також у 2017 та 2019 рр. ($4,6^\circ$ та $3,9^\circ$ відповідно).

Найвища додатна аномалія серед усіх років в $7,9^\circ$ виділяється у листопаді 2010 р.; у листопадах 4-х років відхилення T_c від норми були від'ємні, з найвищим 2018 р. в $2,5^\circ$.

Суттєве додатне відхилення від норми спостерігається у грудні 2011, 2015, 2017 та 2019 рр., максимум припадає на грудень 2017 р. ($\Delta T=5,5^\circ \text{C}$).

У непарних роках - 2015, 2017 та 2019 рр. в усіх місяцях відхилення T_c від кліматичної норми були додатні.

В результаті, за даними 8 станцій Кіровоградської області, у 34 місяцях (68%) відмічалися додатні аномалії середньомісячної температури повітря в останніх десяти роках холодного періоду. Суттєвим перевищенням кліматичної норми виділяються зимові місяці.

На другому етапі дослідження необхідно виділити найбільш теплий і найбільш холодний місяць за даними метеостанцій Кіровоградщини у холодних періодах 2010-2019 рр.

З цією метою побудовані комплексні графіки розподілу відхилень температури від норми для всіх станцій помісячно. Такий розподіл дозволить виділити, по-перше, збіг знаку аномалії температури повітря за даними різних станцій області, по-друге - визначити пікові значення додатних і від'ємних відхилень у порівнянні між станціями – рис.4.9-4.13.

Загалом, знаки аномалій по усіх станціях області у всі місяці холодного періоду 2010-2019 рр. збігаються, різниться лише амплітуда коливань, що наочно демонструють графіки – на рисунках отримуємо пучки кривих однакової конфігурації.

Проте, у січні та березні відхилення середньомісячної температури ΔT по станціях має більший розкид сімейства кривих, що особливо простежується з 2011 до 2013 р., амплітуда коливань має розкид: $1,0-3,5^\circ$. Наприклад, якщо у січні 2010 р. від'ємні відхилення температури були близькі за показниками на всіх станціях у межах $2,1...2,6^\circ$, то у січні 2011 р., хоча знак аномалії однаковий – додатний, показники змінюються по станціях від $1,4^\circ$ у Світловодську до $4,8^\circ$ у Гайвороні.

У 2013 р. виділяється ст.Гайворон, при найменшому додатному відхиленні в $1,5^\circ$ на фоні інших станцій, де ΔT змінювалося в межах $2,2-3,0^\circ$.

Також деякі відмінності є у січні 2016-2017 рр. – ст.Гайворон має додатну аномалію T_s , а інші станції – близькі до норми показники або слабкі від’ємні – рис.4.9.

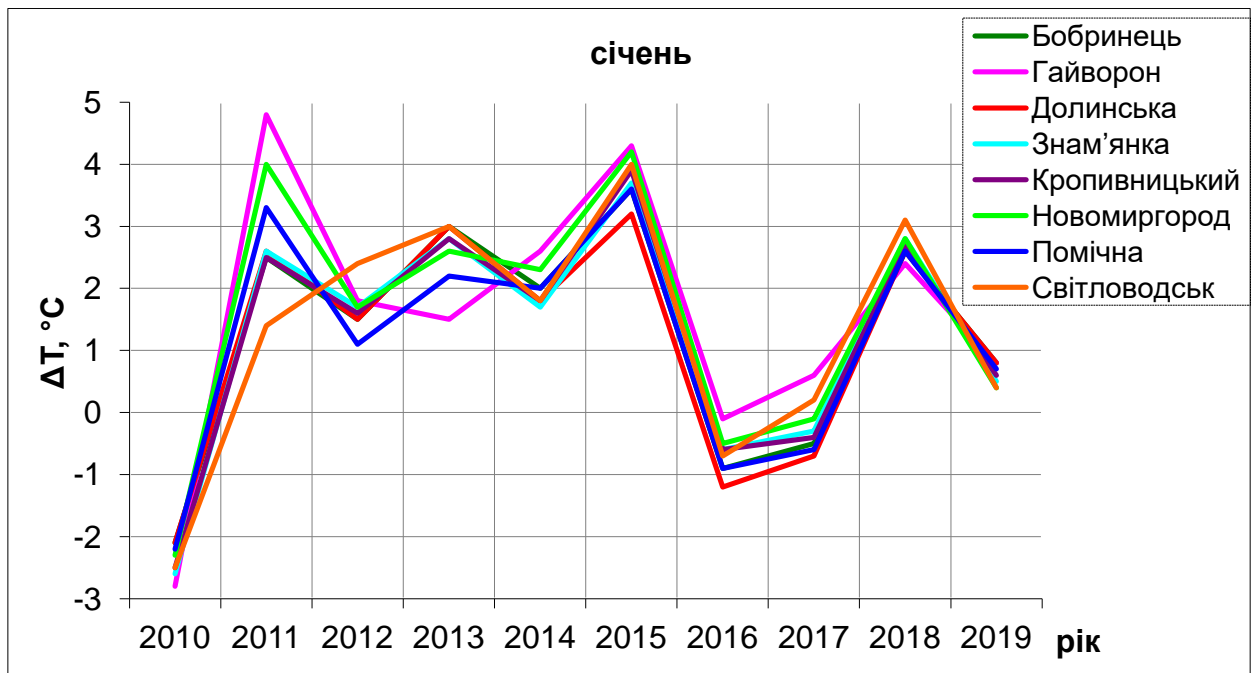


Рис. 4.9. Відхилення температури повітря від норми по території Кіровоградської області за січень 2010-2019 рр.

У лютому криві розподілу ΔT по станціях мають мінімальний розкид у 2011 р. за рахунок найнижчої від’ємної аномалії у Кропивницькому в $5,2^\circ$, та 2016-2017 рр. на ст. Долинська додатні аномалії дещо нижчі (на $1-2^\circ$) – рис.4.10. Цікавим є порівняльний розподіл знаку аномалії за січень та лютий – пікові значення – пучки кривих мають зворотну конфігурацію: у січні криві прогинаються 2010, 2016 та 2019 рр., а у лютому цих років, навпаки, криві мають екстремально додатні відхилення з вигином кривих.

У березні (рис.4.11), найбільший розкид кривих простежується у 2011-2012 рр. У 2011 р. – за рахунок показників Світловодська – при відмітках температури повітря близьких до норми (відхилення $+0,2^\circ$), а у 2012 р. – на ст.Світловодськ та ст.Долинська спостерігалися однозначні слабкі від’ємні відхилення в $0,8^\circ$, а у Гайвороні - найбільша додатна аномалія серед всіх станцій в $2,0^\circ$. У березні 2015-2017 рр. та 2019 р. чітко виділяється перевищення норми температурних показників і точний збіг при «провалі» кривих 2018 р. до від’ємних позначок середньомісячних температур повітря на всіх станціях. Від’ємні аномалії знаходилися в межах $\approx 2^\circ\text{C}$.

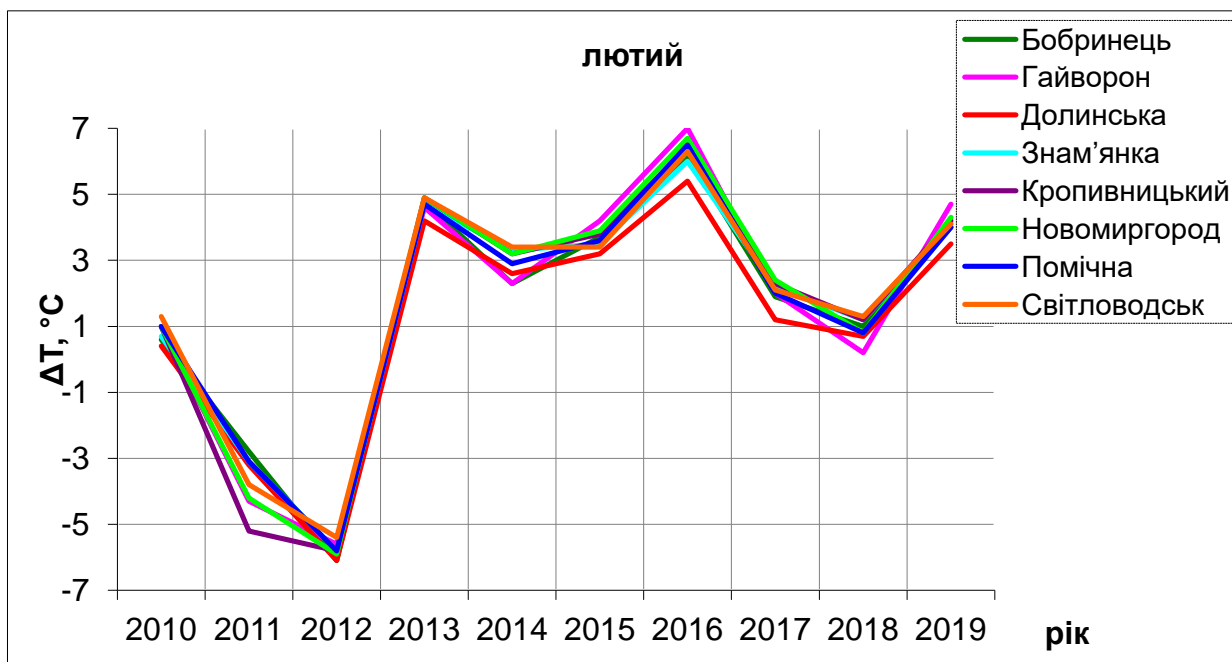


Рис. 4.10. Відхилення температури повітря від норми по території Кіровоградської області за лютий 2010-2019 рр.

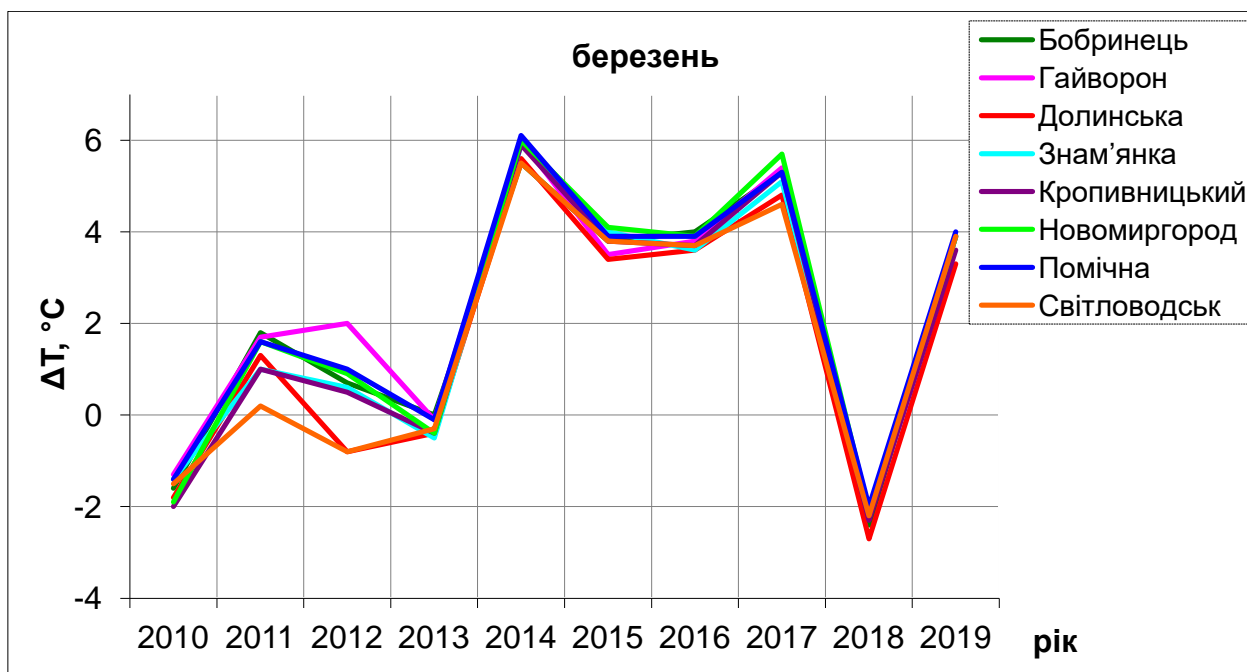


Рис. 4.11. Відхилення температури повітря від норми по території Кіровоградської області за березень 2010-2019 рр.

У листопаді та грудні також можна виділити схожі характеристики розподілу відхилень середньомісячної температури від норми, а саме, пікові додатні аномалії на непарних роках – 2015, 2017, 2019 рр. (рис.4.12-4.13). Лише у 2015 та 2019 рр. додатні аномалії були дещо вищі.

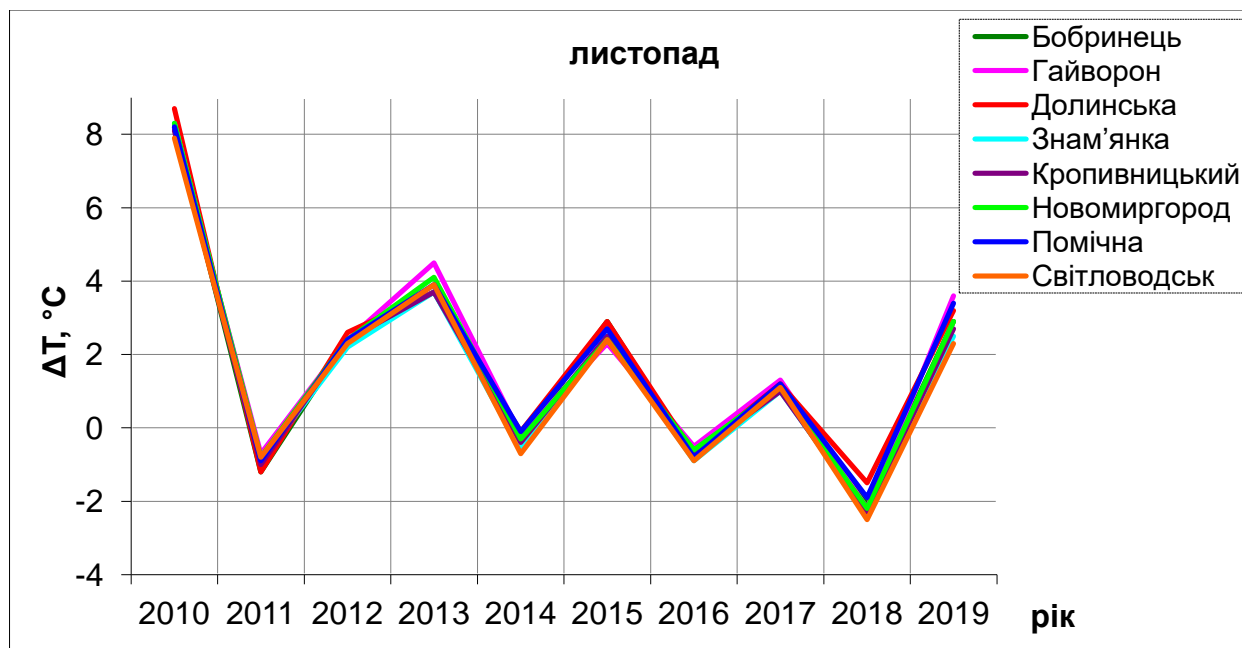


Рис. 4.12. Відхилення температури повітря від норми по території Кіровоградської області за листопад 2010-2019 рр.

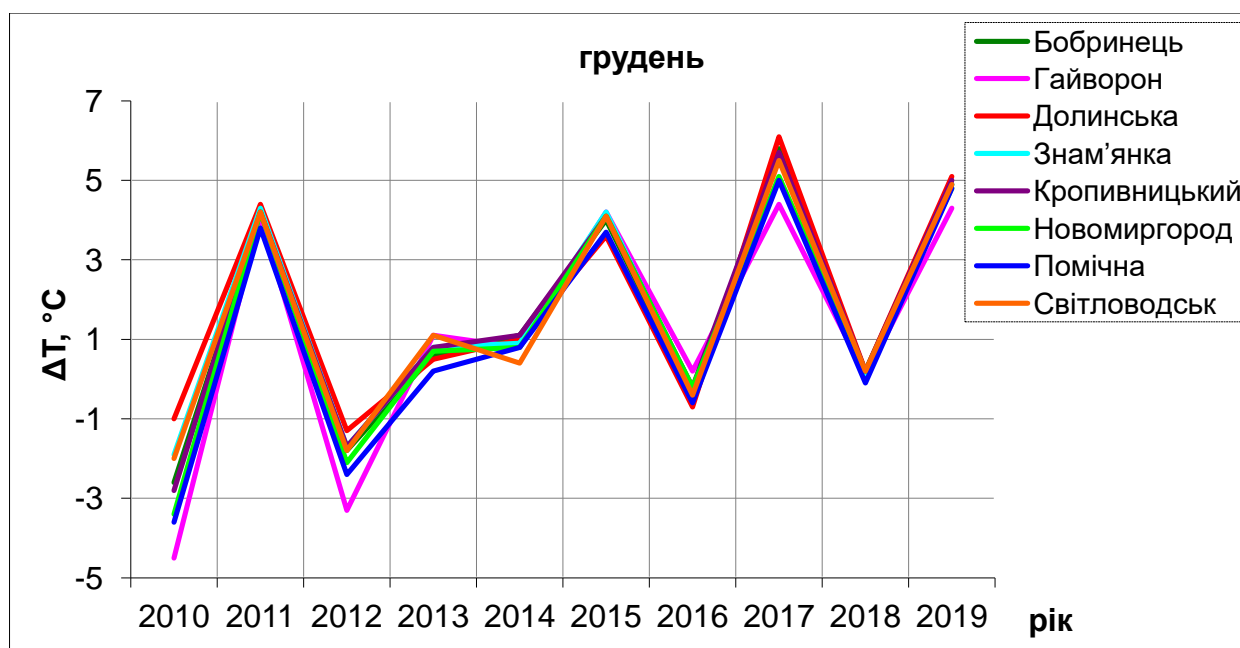


Рис. 4.13. Відхилення температури повітря від норми по території Кіровоградської області за грудень 2010-2019 рр.

У грудні розподіл відхилень ΔT збігається за знаком аномалії в усіх роках (від'ємна), проте часом – 2010 та 2012 рр. амплітуда відхилень збільшується. У 2010 р. це розкид кривих за рахунок мінімальних відхилень на ст. Долинська ($1,0^\circ$) до найбільшої аномалії в Гайвороні ($4,5^\circ$). У 2012 р. також від'ємні аномалії на всіх станціях змінювалися від $1,7^\circ$ до $3,3^\circ$, що простежується у деякому «розсіянні» кривих ходу ΔT .

4.2 Зміни температурного режиму в Олександрії

Аеродром «Олександрія» розташований в 5-ти км на схід від м.Олександрія, що має найбільш східне положення серед станцій області. За показниками кліматичні норми середньомісячної температури повітря наближені до ст. Світловодськ (розміщена на північному сході).

Дослідженню підлягали середньомісячні показники температури за холодні періоди 2011-2019 рр. - табл.4.1. Для наочності побудовані графіки розподілу середньомісячної температури повітря (T_c) та кліматологічні норми кожного місяця (горизонтальні пунктирні лінії відповідного кольору певного місяця) - рис.4.14.

Таблиця 4.1 – Середньомісячна температура повітря за холодний період 2011-2019 рр., Олександрія

Рік	Температура повітря, $^\circ\text{C}$				
	січень	лютий	березень	листопад	грудень
2011	-4,9	-6,7	1,1	1,0	1,8
2012	-4,2	-10,4	0,1	4,5	-4,0
2013	-2,7	0,2	0,2	5,9	-1,6
2014	-4,6	-1,5	6,1	1,5	-2,1
2015	-1,8	-2,1	4,3	4,8	0,9
2016	-6,2	1,3	4,2	1,5	-2,7
2017	-6,4	-3,2	5,3	3,3	3,4
2018	-2,8	-2,6	-1,7	0,0	-2,3
2019	-5,0	-0,2	4,1	4,8	2,4

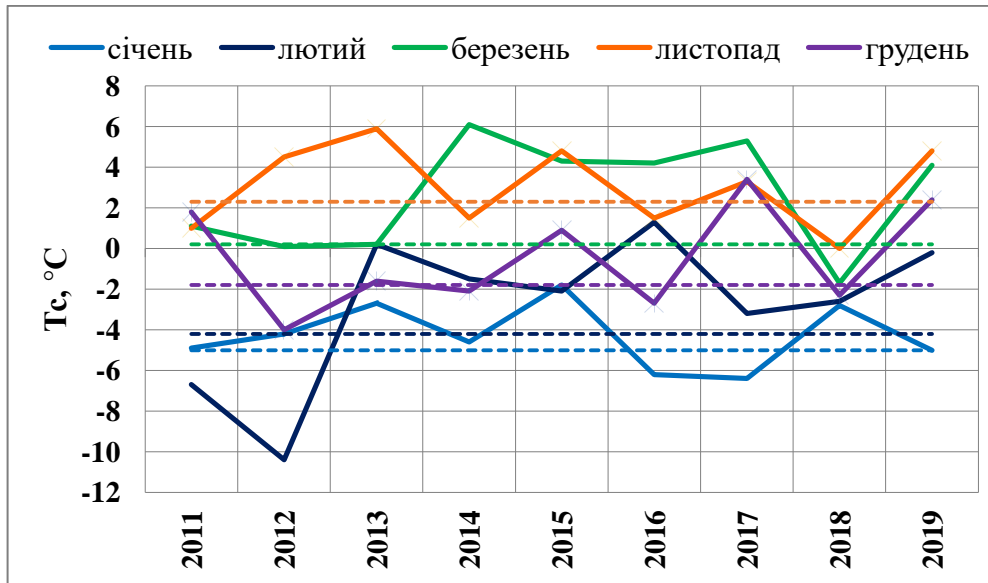


Рис. 4.14. Середньомісячна температура повітря по відношенню до кліматичної норми, Олександрія

Загальні характеристики термічного режиму збігаються з даними метеостанцій області. Так, січень, при кліматичній нормі $-5,0^{\circ}$, характеризувався від'ємною аномалією лише у 2016-2017 рр. ($\Delta T=1,2\dots 1,4^{\circ}$), в інші місяці T_c або близька до норми, або має додатну аномалію, яка найвища у 2015 р. ($3,2^{\circ}$). Лютий, аналогічно станціям області, має високу від'ємну аномалію T_c у 2012 р. - $\Delta T=6,2^{\circ}$; за період 2013-2019 рр. всі лютневі показники температури перевищують норму, при цьому у 2013 та 2016 рр. середньомісячна температура лютого була додатна, таким чином найбільша додатна аномалія в $5,5^{\circ}$ належить лютому 2016 р. У березні відмічалася від'ємна аномалія лише у 2018 р., при $T_c=-1,7^{\circ}$; двічі T_c близька до норми (2012-2013 рр.), а березні 2014-2017 та 2019 рр. були аномально теплі, максимальне додатне відхилення – 2014 р. ($\Delta T=4,9^{\circ}$). Листопад виділявся неоднорідними показниками з року в рік, у 4-х роках – незначні від'ємні аномалії T_c , найбільша додатна – 2013 р. ($\Delta T=3,2^{\circ}$). Представляє інтерес термічний режим грудня – у 4-х роках середньомісячна температура була додатна, найвища - 2017 р. ($3,4^{\circ}$), що склало додатну аномалію у $5,2^{\circ}$; від'ємні аномалії не перевищували $2,2^{\circ}$.

Розглядаючи детально показники максимальної та мінімальної температури повітря за 9 років, зазначимо суттєву неоднорідність термічного режиму. Так, найвищі температури січня часом сягали $\geq 6-7^{\circ}$, з максимумом 31 січня 2015 р. в $9,2^{\circ}$. При цьому T_{min} опускалася часом до критичних

позначок нижче 20° , абсолютний мінімум за період дослідження склав - $25,0^{\circ}$ 31 січня 2014 р., практично кожного року у січні T_{\min} знижувалося до $\leq -20^{\circ}$. У лютому мінімальна температура рідко знижувалася до таких відміток, проте саме у лютому 2012 р., який визначений раніше, як найбільш холодний місяць, встановлено екстремум 2 числа у $-28,6^{\circ}$ (при середній мінімальній температурі повітря $-7,4^{\circ}$). Поряд з цим, часом лютневі показники T_{\max} сягали $7-8^{\circ}$, найвища відмітка – 16 лютого 2016 р. в $12,0^{\circ}$.

У березні також присутні аномалії у розподілі T_{\max} та T_{\min} : найвища температура відмічалася 26 березня 2014 р. – $T_{\max}=21,4^{\circ}$ (T_{\max} сер.= $4,0^{\circ}$), а аномальне похолодання на початку березня 2018 р. визначило $T_{\min} = -23,7^{\circ}$ (02.03.2018). В листопаді T_{\max} не опускалася нижче $-13,5^{\circ}$ (25.11.2011); аномально висока температура спостерігалася 6 листопада 2011 р. ($20,0^{\circ}$) та 5 листопада 2019 р. ($19,2^{\circ}$). У грудні практично всіх досліджуваних років (виключення 2018) відмічалися екстремуми T_{\max} : 5-6 грудня 2011 р. $11,4^{\circ}$, 1 грудня 2012 р. $12,6^{\circ}$, 16 грудня 2017 та 23 грудня 2019 рр. максимум склав $11,7^{\circ}$. Мінімальна температура повітря в окремі роки визначала екстремальні відмітки при сильних морозах: 24 грудня 2012 р. $-20,0^{\circ}$, 31 грудня 2015 р. - $19,5^{\circ}$, поряд з цим у грудні 2011, 2017, 2019 рр. T_{\min} не опускалася $< -6,8^{\circ}$.

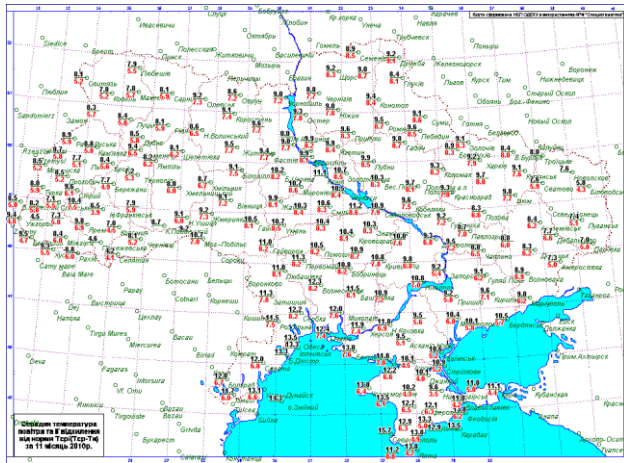
4.3 Циркуляційні умови формування екстремальних температур

Відповідно проведеного аналізу аномалій середньомісячної температури повітря, виокремлено два місяці з найбільшою додатною аномалією температури повітря – листопад 2010 р. та лютий 2016 р. та найбільшою від'ємною аномалією – лютий 2012 р.

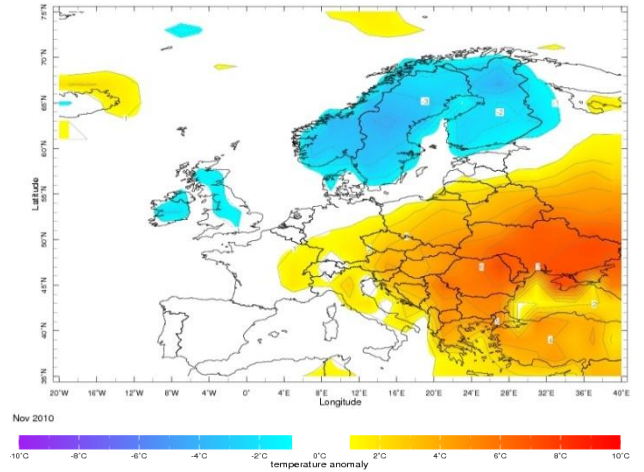
Наведемо основні циркуляційні особливості формування цих аномалій.

Листопад 2010 р. на території України був аномально теплий по всій Україні – рис.4.15 (1)-(5). Карти розподілу середньомісячної температури повітря на території атлантико-європейському сектору демонструють найбільші відхилення температури у помірних широтах східної Європи, а, саме, над Україною до $6-7^{\circ}\text{C}$.

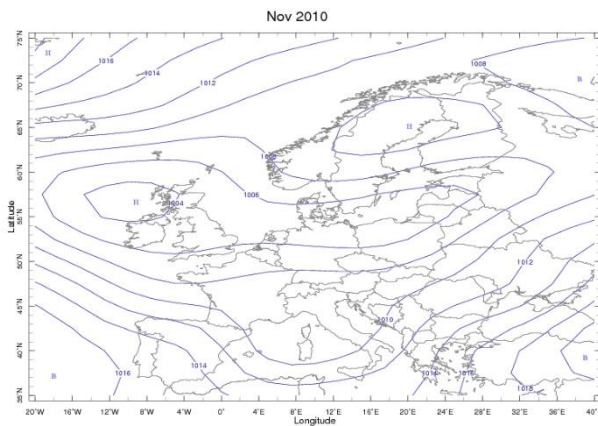
Характеристика температурного поля окремо по території України виділяє додатні відхилення до $5-8^{\circ}\text{C}$ на всьому просторі, екстремальні показники перевищення температурного фону – у центрі та на півночі країни - Сумська область виділяє максимум додатної аномалії на ст. Дружба в $9,1^{\circ}$.



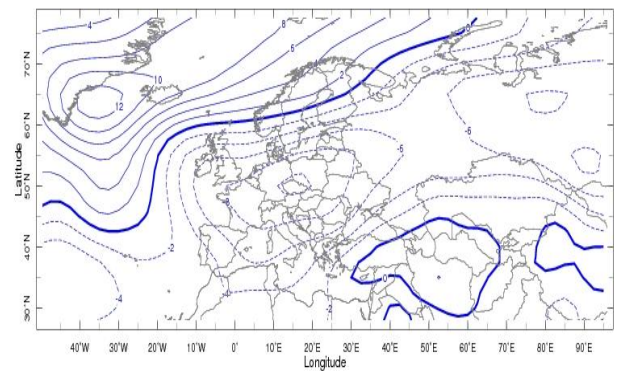
(1)



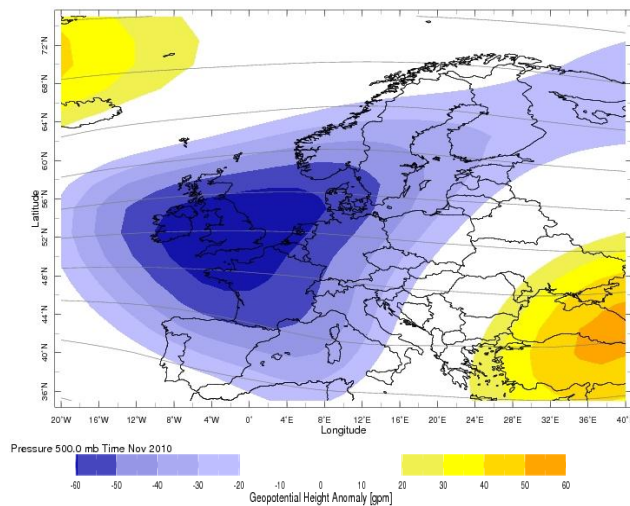
(2)



(3)



(4)



(5)

Рис. 4.15. Карти розподілу метеорологічних величин за листопад 2010 р.:

- (1) - середня температура повітря та її відхилення від норми, Україна;
- (2) - середньомісячна аномалія температури повітря;
- (3) - середньомісячний тиск на рівні моря;
- (4) - середньомісячна аномалія приземного тиску;
- (5) - середньомісячна аномалія поля H_{500}

Представляє інтерес визначити тип баричного поля, за якого сформувалася висока аномалія температури повітря.

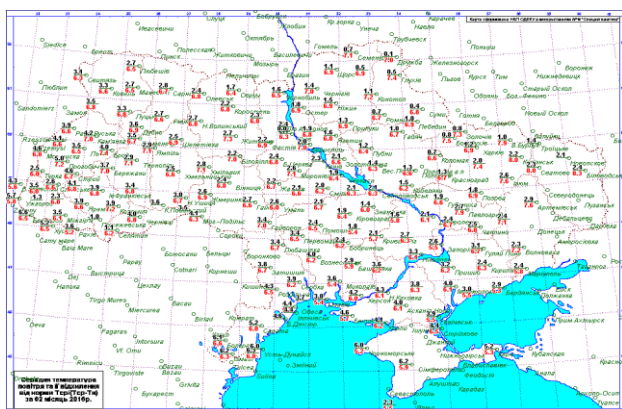
За кліматичним даними [18], досліджено аномалії приземного тиску та геопотенціалу H_{500} . Відмітимо, що за середніми кліматичними картами у Північній півкулі в холодний період року райони найбільш активного циклогенезу і найбільшої повторюваності позатропічних циклонів розташовані на півночі Атлантичного океану, при поглибленні ісландського мінімуму. В той же час, зі сходу над материком до листопада вже посилюється сибірський максимум, поступово поширюючись на захід до східноєвропейської рівнини. У даному випадку, приземне і висотне баричне поле листопада 2010 р. мало аномалії у розподілі кліматичних центрів дії атмосфери (ЦДА), що і зумовило високі додані аномалії температури повітря над Європою та ЄТР. Спостерігається від'ємна аномалія приземного тиску та H_{500} над переважною частиною Європи та Атлантики, Україна перебуває на південно-східній периферії високого поглибленого циклону у південно-західних потоках. Аномалія поля приземного тиску виділяє відсутність сибірського антициклону у районі його формування – увесь Сибір охоплений значною від'ємною аномалією тиску – до -6 гПа (рис.4.15 (4)). При цьому на Ісландію поширюється відріг зимового ЦДА – північноамериканського (канадського) максимуму, тиск підвищений.

Другий місяць з аномальним перевищенням температурного фону – лютий 2016 р. – рис.4.16 (1)–(5).

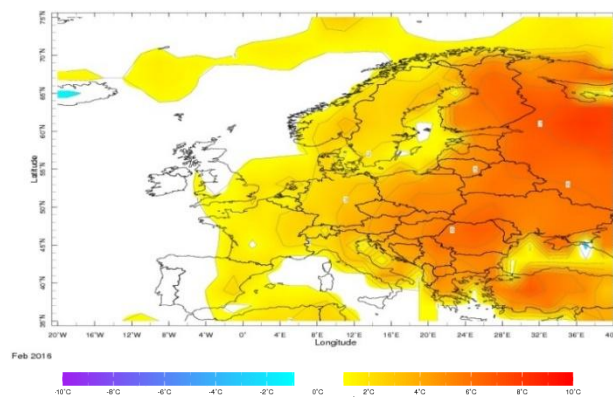
Аналіз карт середньомісячної аномалії температури повітря показує додатну аномалію по всьому європейському сектору, тобто вплив мали макромасштабні процеси, а не місцеві умови. Найвища додатна аномалія середньомісячної температури над східною Європою та ЄТР складала 5-7°. Для території України повсюдно відхилення T_c від норми становили 6-7°, з максимумом на сході – ст.Біловодськ Луганської області у 8,3°.

Осереднене приземне баричне поле виділяє переважання широтного перенесення, а саме, поглиблений ісландський мінімум, і по його південній периферії винесення теплого вологого повітря з Атлантики на європейський регіон – весь європейський сектор, ЄТР та західний Сибір охоплені від'ємною аномалією приземного тиску. Не відмічається типове положення сибірського максимуму, що є аномальним для лютого. Висотне баричне поле розподілу аномалії H_{500} виділяє додатні аномалії геопотенціалу при наявності гребеневої структури над Малою Азією та півднем України.

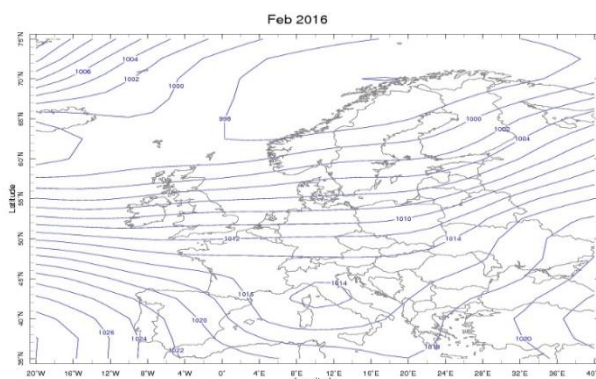
Зазначимо, що структура поля H_{500} для обох випадків формування значних додатних аномалій середньомісячної температури повітря однотипна.



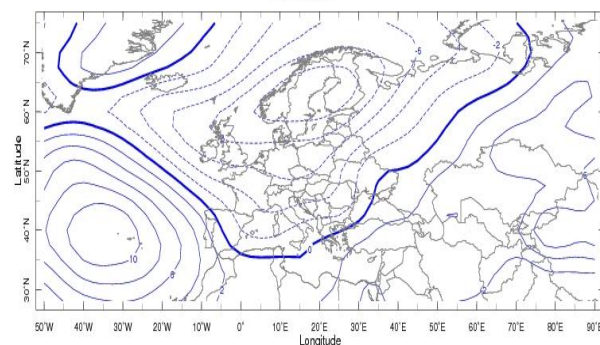
(1)



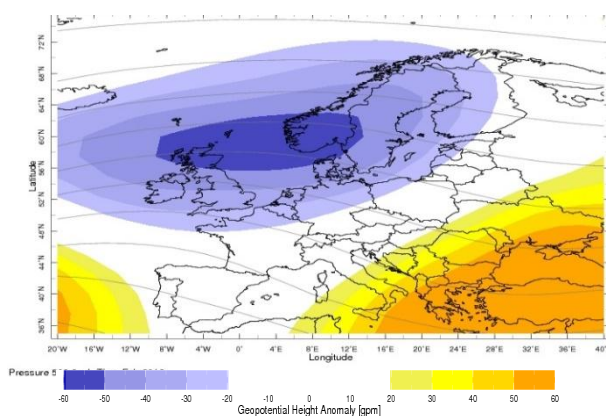
(2)



(3)



(4)

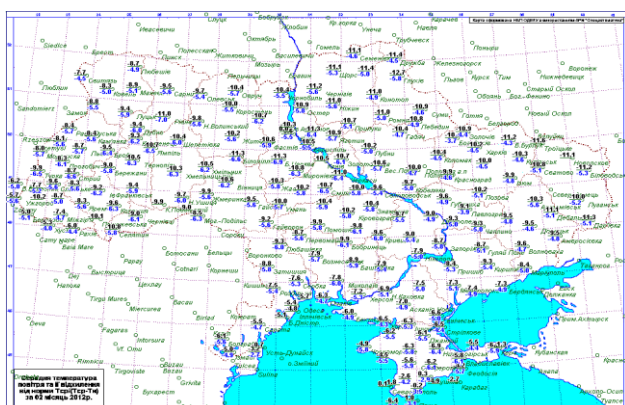


(5)

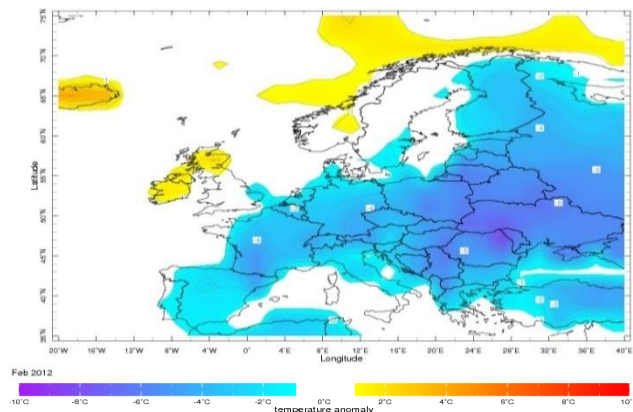
Рис. 4.16. Карти розподілу метеорологічних величин за лютий 2016 р.:

- (1) - середня температура повітря та її відхилення від норми, Україна;
- (2) - середньомісячна аномалія температури повітря;
- (3) - середньомісячний тиск на рівні моря;
- (4) - середньомісячна аномалія приземного тиску;
- (5) - середньомісячна аномалія поля H_{500}

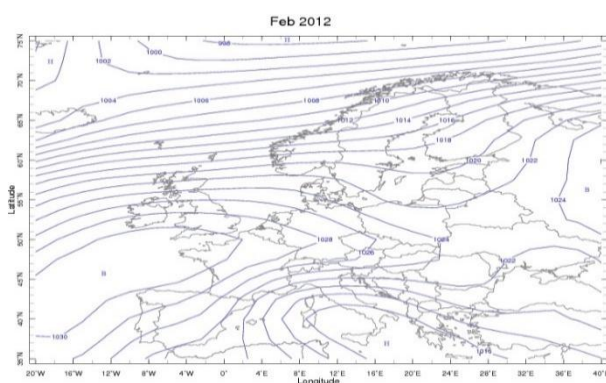
Найбільші від'ємні аномалії температури повітря на території України за 2010-2019 рр. припадають на лютий 2012 р. – рис.4.17 (1)–(5).



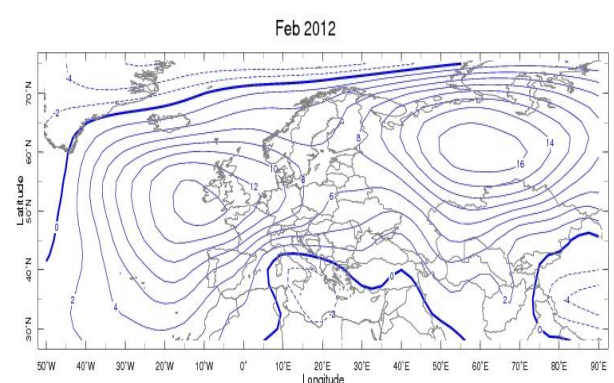
(1)



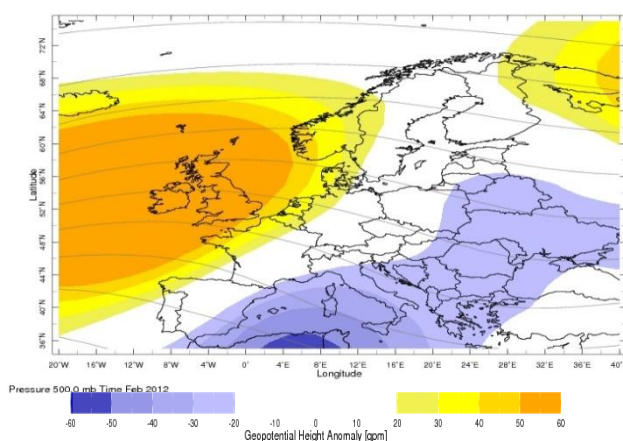
(2)



(3)



(4)



(5)

Рис. 4.17. Карти розподілу метеорологічних величин за лютий 2012 р.:

- (1) - середня температура повітря та її відхилення від норми, Україна;
- (2) - середньомісячна аномалія температури повітря;
- (3) - середньомісячний тиск на рівні моря;
- (4) - середньомісячна аномалія приземного тиску;
- (5) - середньомісячна аномалія поля H_{500}

Цей місяць виявився аномально холодним: середня місячна температура була на 4-6°C нижче за норму, місцями (Рівненська область) до 7°C. Найбільші відхилення від норми спостерігались в північному та північно-східному регіоні, на Закарпатті та в центрі країни. В АР Крим також зафіксовані екстремальні показники: від'ємна аномалія від 3,1 до 6,4°C - хвиля холоду охоплювала всю територію країни. Розподіл середньомісячної аномалії температури по Європі показує найбільші відхилення при недоборі тепла саме над Україною та Молдовою – до 6°.

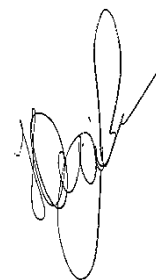
Особливість циркуляції виділяється на осередненому за лютий полі приземного тиску, яке демонструє над територією України баричну сідловину при послабленні градієнтів. Висотне баричне поле тропосфери за місяць характеризується слабкою від'ємною аномалією H_{500} над Середземномор'ям, Балканами та Україною - циркуляційні процеси місяця характеризувалися взаємодією потужного атлантичного антициклону у помірних широтах, що поширювався у широтному напрямку до Європи, Сибірського максимуму, який насувався зі сходу до ЄТР, та періодичним зміщенням північних циклонів з акваторій Норвезького та Баренцового морів.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження можна зробити наступні основні висновки:

1. За холодні періоди 2010-2019 рр. на 8-ми станціях Кіровоградської області переважали додатні середньомісячні аномалії температури повітря, рівнозначно у 34 місяцях з 50 розглянутих (68%). В середньому, за 10 років на кожній станції у 2-4-х місяцях температура була близькою до кліматичної норми.
2. У 2015 та 2019 рр. по всіх станціях області відхилення середньомісячної температури від норми були додатними, з найвищими аномаліями у зимові місяці.
3. У 7-8 роках з 10 січень був тепліший норми, в середньому по станціях на $\approx 2,5^\circ$, найтеплішим виявився січень 2011 та 2015 рр., максимальна додатна аномалія в $4,8^\circ$ (2011 р., Гайворон). Лютий у 8-ми роках характеризувався додатною аномалією з максимальними відхиленнями 2016 р. до $7,0^\circ$ (Гайворон). Температурні показники березня мали найбільші відхилення у бік перевищення норми у 2014 р. ($5,5 \dots 6,1^\circ$), загалом 6-8 років з додатною аномалією. Листопад у 6-ти роках відмітився додатною аномалією температури; аномально теплий - листопад 2010 р. ($\Delta T = 7,9 \dots 8,7^\circ$). Аномально теплим був грудень 2011, 2015, 2017, 2019 рр., відхилення від норми складали $3,6 \dots 6,1^\circ$.
4. Найбільш холодні місяці: січень та грудень 2010 р. (грудень $\Delta T = 4,5^\circ$ на ст. Гайворон); лютий 2011-2012 рр. з аномаліями температури $\sim 4-5^\circ$; березень та листопад 2018 р. $\Delta T = 1,5 \dots 2,5^\circ$.
5. Найвища від'ємна аномалія середньомісячної температури повітря склала $6,1^\circ$ на ст. Бобринець та ст. Долинська у лютому 2012 р. Найбільша додатна аномалія температури повітря зареєстрована на ст. Долинська у листопаді 2010 р. ($8,7^\circ$).
6. По території області на станціях знаки аномалій температури повітря збігаються у всіх роках по всіх місяцях з деякими відмінностями показників за амплітудою у січні та березні.
7. Дані температурного поля на а-мі Олександрія збігаються з показниками аномального розподілу середньомісячної температури повітря на метеостанціях області, як за знаком, так і за амплітудою.

8. Виділені місяці з найвищою додатною аномалією середньомісячної температури – листопад 2010 р. та лютий 2016 р. і від’ємною аномалією – лютий 2012 р. Досліджено циркуляційні умови встановлення аномального температурного режиму - значні відхилення температури повітря від норми були зумовлені нетиповою для сезону структурою осереднених приземних і висотних баричних полів, та аномаліями положення ЦДА. Листопад 2010 р. та лютий 2016 р. – це від’ємна аномалія приземного тиску на території Європи - поглиблений ісландський мінімум, по його південній периферії відбувалося винесення теплого вологого повітря з Атлантики на європейський регіон, в обох місяцях відсутній сибірський максимум у районі свого кліматичного розміщення. У лютому 2012 р. сильні морози над Європою виникли у смузі високого тиску, сформованій потужними антициклонами – над Європою та сибірського максимуму, яка переривалася вторгненням пірнаючих циклонів.



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агрокліматичний довідник по Кіровоградській області (1986-2005 рр.) / Міністерство надзвичайних ситуацій України. Кіровоградський ЦГМ. За ред. О.І. Юрченко, Т.І. Адаменко. Одеса: Астропринт, 2011. 212 с.
2. Базалєєва Ю.О., Балабух В.О. Повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С.44-51.
3. Барабаш М.Б., Татарчук О.Г., Гребенюк Н.П., Корж Т.В. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні // Фізична географія та геоморфологія. К.: ВГЛ «Обрії», 2009. Вип.57. С.28–36.
4. Клімат України / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ. Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
5. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. К., 2006.
6. Клок С.В., Красюкова Я.В. Просторово-часові зміни мінімальної температури повітря на території України на сучасному етапі // Наукові праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С.51-57.
7. Кульбіда М.І., Єлістратова Л.О., Барабаш М.Б. Сучасний стан клімату України. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С.118-130.
8. Логинов В.Ф. Сезонные особенности многолетних изменений глобального климата и их причины // Український географічний журнал. 2013, №2. С.23-29.
9. Логинов В.Ф. Тренды, «скачки» и паузы в изменении глобального и регионального климата и их возможные причины // Український географічний журнал. 2015, №1. С.12-19.
10. Лялько В.І., Єлістратова Л.О., Кульбіда М.І., Апостолов О.А., Барабаш М.Б. Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки // Український журнал дистанційного зондування Землі. 2015. Вип.6. С.33-63.
11. Мартазінова В.Ф., Іванова Е.К. Синоптические процессы, определяющие современный климат Украины // Фізична географія та геоморфологія. 2009. Вип. 57. С.18–22.
12. Мартазінова В.Ф., Остапчук В.В. Взаимосвязь процессов циркуляции в тропосфере и стратосфере при кратковременных и длительных

- потепленнях и похолоданнях в Україні // Наукові праці УкрНДГМІ. 2004. Вып. 253. С.28-36.
13. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату // Український географічний журнал. 2013, №4. С.32-39.
 14. Слизька К.П. Підходи до вивчення високих температур повітря на території України. Фізична географія та геоморфологія. К.: ВГЛ «Обрії», 2013. Вып. 4 (72). С.136-142.
 15. Цапюк С.К., Петленко В. П. Олександрія вчора, сьогодні, завтра. Олександрія, 2004. 119 с.
 16. Щеглов О.А. Зимові синоптичні процеси, що формують значні за площею осередки з аномально високою температурою повітря в Східній Європі. Науковий вісник Херсонського держ. ун-ту. Серія: Географічні науки. 2018. Вып. 9. С.194-200.
 17. Щеглов О.А. Зимові синоптичні процеси, що формують значні за площею осередки з аномально-низькою температурою повітря у Східній Європі. Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, серія: «Геологія. Географія. Екологія». 2018. № 49. С.169-176.
 18. http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Atm_Temp/Anomaly.html
 19. http://rp5.ua/Погода_в_мире
 20. <https://geomap.com.ua/uk-gr/501.html>
 21. <https://www.sites.google.com/site/nucenlib/Home/scenariie/-ekologicnij-portret-kirovogradskoie-oblasti-den-informaciie>

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
до магістерської кваліфікаційної роботи
маг. гр. МНЗ-2М Поліщук Юлії Олександрівни

на тему

«Зміни температурного режиму холодного періоду 2010-2019 рр.
у Кіровоградській області»

Виконання магістерської кваліфікаційної роботи проведене в рамках бюджетної кафедральної тематики «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною», № 0120U100487. Результати, отримані в магістерській кваліфікаційній роботі, можуть бути використані у розділах звіту з науково-дослідної роботи кафедральної теми.

Зав. кафедри

/Прокоф'єв О.М./

Додаток Б

Вихідні дані

Таблиця Б.1 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33717 Бобринець

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-7,3	-2,1	-3,2	0,6	-0,8	-1,6	10,8	8,2	-4,4	-2,6
2011	-2,7	2,5	-6,6	-2,8	2,6	1,8	1,4	-1,2	2,3	4,1
2012	-3,6	1,5	-9,9	-6,1	1,5	0,7	5,1	2,4	-3,6	-1,8
2013	-2,2	3,0	1,0	4,8	0,8	0,0	6,3	3,7	-1,2	0,6
2014	-3,1	2,0	-1,5	2,3	6,1	5,5	2,3	-0,3	-0,8	1,1
2015	-1,6	3,6	-0,1	3,7	4,6	3,8	5,5	2,9	2,1	4,0
2016	-6,1	-0,9	2,4	6,2	4,8	4,0	1,8	-0,8	-2,2	-0,4
2017	-5,6	-0,5	-1,9	1,9	6,1	5,3	3,7	1,1	3,9	5,8
2018	-2,5	2,6	-2,8	1,0	-1,6	-2,4	0,5	-2,1	-1,9	0,0
2019	-4,4	0,8	0,2	4,0	4,7	3,9	5,5	2,9	3,1	4,9

Таблиця Б.2 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33686 Гайворон

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-8,0	-2,8	-2,6	1,0	-0,2	-1,3	11,0	8,2	-6,1	-4,5
2011	-0,4	4,8	-7,9	-4,3	2,8	1,7	2,1	-0,7	2,4	4,1
2012	-3,3	1,8	-9,2	-5,6	3,1	2,0	5,2	2,4	-5,0	-3,3
2013	-3,6	1,5	1,0	4,6	0,9	-0,1	7,3	4,5	-0,6	1,1
2014	-2,5	2,6	-1,3	2,3	7,1	6,0	2,6	-0,2	-0,9	0,8
2015	-0,8	4,3	0,6	4,2	4,5	3,5	5,1	2,3	2,5	4,2
2016	-5,2	-0,1	3,4	7,0	4,9	3,8	2,4	-0,5	-1,5	0,2
2017	-4,6	0,6	-1,6	2,0	6,5	5,4	4,2	1,3	2,7	4,4
2018	-2,8	2,4	-3,4	0,2	-1,1	-2,1	0,7	-2,2	-1,5	0,1
2019	-4,4	0,8	1,1	4,7	5,0	3,9	6,4	3,6	2,6	4,3

Таблиця Б.3 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33719 Долинська

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-7,5	-2,1	-3,3	0,4	-0,9	-1,8	10,9	8,7	-3,3	-1,0
2011	-2,7	2,6	-6,8	-3,2	2,1	1,3	1,0	-1,2	2,1	4,4
2012	-3,8	1,5	-9,8	-6,1	0,0	-0,8	4,8	2,6	-3,6	-1,3
2013	-2,4	3,0	0,6	4,2	0,5	-0,1	5,9	3,7	-1,8	0,5
2014	-3,5	1,8	-1,0	2,6	6,4	5,6	2,0	-0,1	-1,3	1,0
2015	-2,1	3,2	-0,4	3,2	4,3	3,4	5,1	2,9	1,3	3,6
2016	-6,5	-1,2	1,8	5,4	4,4	3,6	1,5	-0,7	-3,0	-0,7
2017	-6,0	-0,7	-2,5	1,2	5,7	4,8	3,3	1,2	3,8	6,1
2018	-2,7	2,6	-3,0	0,7	-1,8	-2,7	0,7	-1,5	-2,1	0,2
2019	-4,6	0,8	-0,2	3,5	4,2	3,3	5,3	3,2	2,8	5,1

Таблиця Б.4 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33609 Знам'янка

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-8,4	-2,6	-3,9	0,7	-1,3	-1,4	10,3	8,3	-4,4	-1,9
2011	-3,1	2,6	-7,7	-3,1	1,2	1,0	1,1	-0,9	1,8	4,3
2012	-4,0	1,7	-10,4	-5,8	0,8	0,6	4,3	2,2	-4,2	-1,7
2013	-3,0	2,8	0,1	4,7	-0,3	-0,5	5,8	3,7	-1,7	0,8
2014	-4,1	1,7	-1,3	3,3	6,1	5,9	1,5	-0,6	-1,6	0,9
2015	-2,0	3,7	-1,1	3,5	4,2	4,0	4,6	2,5	1,7	4,2
2016	-6,4	-0,6	1,4	6,0	3,8	3,6	1,2	-0,9	-2,8	-0,3
2017	-6,1	-0,3	-2,4	2,2	5,3	5,1	3,1	1,0	3,1	5,6
2018	-3,0	2,8	-3,4	1,2	-2,0	-2,2	-0,3	-2,3	-2,4	0,1
2019	-5,2	0,5	-0,5	4,1	4,0	3,9	4,6	2,5	2,4	4,9

Таблиця Б.5 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33711 Кропивницький

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-8,0	-2,5	-3,5	1,0	-1,5	-2,0	10,4	8,1	-5,1	-2,8
2011	-3,1	2,5	-9,7	-5,2	1,5	1,0	1,2	-1,0	1,9	4,2
2012	-3,9	1,6	-10,2	-5,8	1,0	0,5	4,7	2,4	-4,0	-1,7
2013	-2,7	2,8	0,5	4,9	0,1	-0,4	6,0	3,7	-1,5	0,8
2014	-3,7	1,8	-1,3	3,2	6,4	5,9	1,9	-0,4	-1,2	1,1
2015	-1,6	3,9	-0,7	3,8	4,4	3,8	4,8	2,5	1,8	4,1
2016	-6,1	-0,6	1,9	6,4	4,2	3,7	1,5	-0,7	-2,5	-0,2
2017	-6,0	-0,4	-2,2	2,3	5,8	5,3	3,3	1,0	3,4	5,7
2018	-2,9	2,7	-3,2	1,2	-1,8	-2,3	0,0	-2,3	-2,1	0,2
2019	-5,0	0,6	-0,2	4,2	4,2	3,6	5,0	2,7	2,7	5,0

Таблиця Б.6 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33598 Новомиргород

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-8,2	-2,3	-3,6	1,0	-1,7	-1,9	10,4	8,3	-5,9	-3,4
2011	-2,0	4,0	-8,8	-4,2	1,8	1,6	1,3	-0,8	1,7	4,2
2012	-4,2	1,7	-10,4	-5,9	1,1	0,9	4,5	2,4	-4,6	-2,1
2013	-3,3	2,6	0,4	4,9	-0,2	-0,4	6,1	4,1	-1,8	0,7
2014	-3,6	2,3	-1,4	3,2	6,2	6,0	1,8	-0,3	-1,7	0,8
2015	-1,7	4,2	-0,7	3,9	4,3	4,1	4,5	2,4	1,6	4,1
2016	-6,4	-0,5	2,1	6,7	4,1	3,9	1,4	-0,6	-2,7	-0,2
2017	-6,1	-0,1	-2,2	2,4	5,9	5,7	3,2	1,1	2,6	5,1
2018	-3,2	2,8	-3,7	0,8	-1,9	-2,1	-0,1	-2,2	-2,3	0,2
2019	-5,5	0,4	-0,3	4,3	4,1	3,9	4,9	2,9	2,3	4,8

Таблиця Б.7 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33705 Помічна

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)	T_c , °C	ΔT , °C ($T_c - T_H$)
2010	-7,6	-2,2	-3,1	1,0	-1,0	-1,4	10,5	8,2	-5,6	-3,6
2011	-2,1	3,3	-7,2	-3,1	2,0	1,6	1,3	-0,9	1,7	3,8
2012	-4,2	1,1	-9,9	-5,8	1,5	1,0	4,7	2,4	-4,4	-2,4
2013	-3,2	2,2	0,6	4,7	0,3	-0,1	6,2	3,9	-1,8	0,2
2014	-3,4	2,0	-1,2	2,9	6,5	6,1	2,2	-0,1	-1,3	0,8
2015	-1,8	3,6	-0,5	3,6	4,3	3,9	4,9	2,7	1,7	3,7
2016	-6,3	-0,9	2,4	6,5	4,3	3,9	1,5	-0,8	-2,7	-0,6
2017	-5,9	-0,6	-2,1	2,0	5,7	5,3	3,4	1,2	2,9	5,0
2018	-2,7	2,6	-3,3	0,8	-1,6	-2,0	0,3	-1,9	-2,2	-0,1
2019	-4,7	0,7	-0,1	4,0	4,4	4,0	5,6	3,4	2,7	4,8

Таблиця Б.8 – Характеристики температури повітря за холодний період 2010-2014 рр., ст.33614 Світловодськ

Рік	Середньомісячна температура повітря									
	січень		лютий		березень		листопад		грудень	
	$T_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$ ($T_c - T_H$)	$T_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$ ($T_c - T_H$)	$T_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$ ($T_c - T_H$)	$T_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$ ($T_c - T_H$)	$T_c, ^\circ\text{C}$	$\Delta T, ^\circ\text{C}$ ($T_c - T_H$)
2010	-7,8	-2,5	-2,8	1,3	-0,9	-1,5	10,9	7,9	-3,6	-2,0
2011	-2,8	1,4	-7,9	-3,8	0,8	0,2	2,2	-0,8	2,7	4,2
2012	-2,9	2,4	-9,6	-5,4	-0,2	-0,8	5,3	2,3	-3,4	-1,8
2013	-2,3	3,0	0,7	4,9	0,3	-0,3	6,9	3,9	-0,5	1,1
2014	-3,5	1,8	-0,7	3,4	6,1	5,5	2,3	-0,7	-1,1	0,4
2015	-1,3	4,0	-0,7	3,4	4,4	3,8	5,4	2,4	2,5	4,1
2016	-6,0	-0,7	2,1	6,3	4,3	3,7	2,1	-0,9	-2,0	-0,4
2017	-5,0	0,2	-2,0	2,1	5,2	4,6	4,1	1,1	3,9	5,5
2018	-2,2	3,1	-2,9	1,3	-1,6	-2,2	0,5	-2,5	-1,4	0,2
2019	-4,9	0,4	-0,1	4,1	4,5	3,9	5,3	2,3	3,4	4,9