МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Особливості формування температурного режиму в м.Чернігів в умовах змін клімату

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М з/ф
спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Ткач Анна Василівна

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

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

Одеса 2019

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
В.о. зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

"28" жовтня 2019 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Ткач Анні Василівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Особливості формування температурного режиму в м. Чернігів в умовах змін клімату*

керівник роботи *Боровська Галина Олександрівна к. геогр. н., доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти *№235-С від 18 жовтня 2019 р.*

2. Строк подання студентом роботи *6 грудня 2019 року*

3. Вихідні дані до роботи *1. Дані про середньорічну, середньомісячну та середньодобову температури за 2008–2017 рр. на метеостанції Чернігів. 2. Синоптичні карти з архіву АРМСін – приземні карти погоди та дані температурно-вітрового зондування – карти поверхонь АТ-850, АТ-700, АТ500, ВТ500/1000..*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *1. Огляд літературних джерел за темою дослідження та аналіз багаторічного температурного режиму в м. Чернігів. 2. Характеристика значень температури повітря протягом 2008-2017 рр. та їх відхилення від кліматичної норми.3. Розрахунок аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова на станції Чернігів. 4. Розрахунок кількості днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря на станції Чернігів. 5. Виявлення синоптичних умов виникнення екстремальних температурних аномалій в теплий та холодний періоди року. 6. Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в Чернігові в період 2021-2100 рр.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) *Рис. 1.1–1.4 – ілюстрації глобальних змін клімату з літературних джерел. Рис. 4.1 – Відхилення середньомісячної температури повітря від норми на станції Чернігів протягом 2008–2017рр., Рис. 4.2 – Графіки розподілу аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова (К) на ст. Чернігів., Рис. 4.3 –4.4 Гістограми повторюваності Р (к. в.) екстремальних високих та низьких середньодобових температур повітря на станції Чернігів протягом 2008–2017 рр., Рис. 4.5-4.22 Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів, Рис. 4.23–Розподіл температури повітря (°С) протягом періодів дослідження для*

сценаріїв змін клімату Рис. Б.1-Б.10 – Критерій (К) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2008-2017 рр.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	*Вивчення літературних джерел за темою дослідження*	28 жовтня 2019 р.		
2.	*Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження*	листопад 2019 р.		
3.	*Аналіз значень температури повітря протягом 2008-2017 рр. та їх відхилення від кліматичної норми.*	листопад 2019 р.		
4.	*Розрахунок аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова на станції Чернігів.*	листопад 2019 р.		
5.	*Розрахунок кількості днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря на станції Чернігів та огляд синоптичних умов в ці дні.*	листопад 2019 р.		
6.	*Рубіжна атестація*	18 –23.11.2019		
7.	*Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в Чернігові в період 2021-2100 рр.*	грудень 2019 р.		
8.	*Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку*	5 грудня 2019 р.		
9.	*Оформлення магістерської роботи.*	10 грудня 2019 р.		
10.	*Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.*	грудень 2019		
11.	*Перевірка на плагіат, підписання авторського договору*	6-9.12.2019		
12.	*Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.*	грудень 2019		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			

Студент _____ *Ткач А.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Боровська Г.О.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студентки Ткач А. В. на тему «Особливості формування температурного режиму в м.Чернігів в умах змін клімату».

Актуальність теми. Температура повітря, як одна з основних метеорологічних величин, визначає характер та режим погоди, впливає на різнобічну життєдіяльність людини. Температура повітря та різні її характеристики, зокрема максимальна та мінімальна, часто є головними причинами виникнення небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ погоди. Посуха, заморозок, відлига та інші небезпечні явища часто є результатом саме зміни температурного режиму. Також безпосередній вплив цієї метеорологічної характеристики відчувають споживачі авіаційних прогнозів погоди, оскільки температура впливає й на зліт та посадку літаків.

Мета і задачі дослідження. Дослідження часової мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах. Аналіз значень температури повітря протягом 2008-2017 рр. та їх відхилення від кліматичної норми. Розрахунок кількості днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря на станції Чернігів та огляд синоптичних умов в ці дні. Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в Чернігові в період 2021-2100 рр.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є температурний режим у Чернігові протягом 2008–2017 рр. Предметом – умови формування температури повітря в місті Чернігові обумовлені сучасними змінами регіонального та глобального клімату.

Методи дослідження. Просторово-часове узагальнення даних, кліматичний та фізико-статистичний аналіз.

Результати, їх новизна. Узагальнення даних дало змогу отримати відомості щодо відхилення середньомісячної температури повітря в м. Чернігів від норми протягом 2008–2017рр., розрахувати повторюваність екстремальних високих та низьких середньодобових температур повітря на станції Чернігів протягом періоду дослідження.

Теоретичне та практичне значення. Отримані результати можуть бути використані в оперативній діяльності Чернігівського обласного центру з гідрометеорології.

Структура і обсяг роботи:
кількість сторінок –95;
кількість рисунків –27;
кількість таблиць – 7;
кількість літературних джерел –26 .

КЛЮЧОВІ СЛОВА: температурний режим, зміни клімату, мінливість температури, температурні аномалії, синоптична ситуація, сценарії змін клімату, тепловий стрес.

SUMMARY

Master's qualification work of student Tkach A. V. on the topic "Peculiarities of the Temperature Regime in Chernihiv under the Climate Change Conditions".

Actuality of theme. Air temperature, as one of the major meteorological values, determines the nature and mode of weather, affects the versatile life of a person. Air temperature and its various characteristics, including maximum and minimum, are often the main causes of hazardous and natural weather events. Drought, freezing, thawing and other dangerous phenomena are often the result of a change in temperature. Also, the direct impact of this meteorological characteristic is felt by consumers of aviation weather forecasts, since temperature also affects the take-off and landing of aircraft.

The purpose and objectives of the study. Investigation of the temporal variability of air temperature in modern climatic conditions. Analysis of air temperature values during 2008-2017 and their deviation from the climatic norm. Calculation of the number of days with extreme average daily air temperature at Chernihiv station and an overview of weather conditions these days. Estimation of the expected distribution of air temperature in Chernihiv in the period 2021-2100.

Object and subject of research. The object of the study is the temperature regime in Chernihiv during 2008–2017. The subject is the conditions of formation of air temperature in the city of Chernihiv due to modern changes of regional and global climate.

Method of research. Spatial-time generalization of data, climatic and physical-statistical analysis.

Results and their novelty. Summarizing the data allowed to obtain information on the deviation of the average monthly air temperature in Chernihiv from the norm during 2008–2017, to calculate the recurrence of extreme high and low average daily air temperatures at the Chernihiv station during the study period.

Theoretical and practical value. The results obtained can be used in the operational activities of the Chernihiv Regional Center for Hydrometeorology.

Structure and scope of work:

number of pages-95;

number of pictures- 27;

number of tables - 7;

number of literary sources -26.

KEYWORDS: temperature, climate change, temperature variability, temperature anomalies, synoptic situation, climate change scenarios, heat stress.

ЗМІСТ

ВСТУП 6
1 ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ 9
1.1 Кліматичні зміни, що вже відбулися 9
1.2 Зміни клімату, очікувані в майбутньому 13
2 ОСОБЛИВОСТІ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ НАД СХІДНОЮ ЄВРОПОЮ 18
3 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ 22
3.1 Фізико-географічний опис регіону 22
3.2 Кліматична характеристика області 24
4 АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В М. ЧЕРНІГІВ ПРОТЯГОМ 2008–2017 РР. 26
4.1 Характеристика мінливості температури повітря протягом періоду дослідження 26
4.2 Синоптичні умови виникнення екстремальних температурних аномалій 38
4.2.1 Циркуляційні процеси при формуванні температурних аномалій в теплий період року 38
4.2.2 Дослідження особливостей формування екстремального режиму температури в холодний період року 50
4.3 Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в Чернігові в період 2046-2100 рр. 61
5 ВРАЗЛИВІСТЬ МІСТА ЧЕРНІГОВА ДО ЗМІН КЛІМАТУ 64
5.1 Чинники, що посилюють вразливість міст до змін клімату 64
5.2 Вразливість міста Чернігів до теплового стресу 65
ВИСНОВКИ 70
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 72
ДОДАТКИ 76

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з найважливіших проблем сучасності є дослідження умов змін клімату в глобальному та регіональному масштабах та розробка прогнозу майбутнього сценарію змін клімату.

В останні десятиріччя під впливом глобальних змін клімату температурний режим також зазнає значних змін. Сьогодні факт глобального потепління не викликає сумнівів і вважається експериментально доведеним: збільшення глобальної температури повітря та океанів, зменшення площі морського льоду, підвищення рівня Світового океану підтверджено довготривалими інструментальними спостереженнями.

Температура повітря, як одна з основних метеорологічних величин, визначає характер та режим погоди, впливає на різнобічну життєдіяльність людини. Температура повітря та різні її характеристики, зокрема максимальна та мінімальна, часто є головними причинами виникнення небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ погоди. Посуха, заморозок, відлига та інші небезпечні явища часто є результатом саме зміни температурного режиму. Також безпосередній вплив цієї метеорологічної характеристики відчувають споживачі авіаційних прогнозів погоди, оскільки температура впливає й на зліт та посадку літаків. Тому, **метою** роботи є дослідження часової мінливості температури повітря в сучасних кліматичних умовах.

Для реалізації поставленої мети вирішувались такі **завдання**:

- розглянути основні тенденції змін клімату, а саме зміни, які вже відбулися та які очікувані в майбутньому;
- провести аналіз особливостей циркуляції атмосфери над Східною Європою;
- створити базу даних середньорічних, середньомісячних та середньодобових значень температури повітря за 2008–2017 рр. у місті Чернігів;
- обчислити відхилення значень температури повітря від кліматичної норми та повторюваність днів з екстремальними значеннями середньодобової температури за період дослідження;
- виконати розрахунки прогностичних значень температури повітря згідно сценаріїв зміни клімату – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5;
- дослідити закономірності змін температурного режиму та його вплив на вразливість міста Чернігова.

Об’єктом дослідження є температурний режим у Чернігові протягом 2008–2017 рр..

Предметом дослідження є умови формування температури повітря в місті Чернігові обумовлені сучасними змінами регіонального та глобального клімату.

Постановка проблеми. Сучасні моделі загальної циркуляції атмосфери і океану дозволяють розглянути не тільки зміни глобального клімату, а й, певною мірою, оцінити його регіональні аспекти. Підвищення глобальних середніх температур, яке спостерігається з 1950-х років, здебільшого викликано підвищенням концентрацій антропогенних парникових газів. Вплив людини на кліматичну систему очевидний: антропогенні викиди парникових газів, викликані в основному економічним розвитком і збільшенням населення в порівнянні з доіндустріальною епохою, найбільші за всю історію.

Методи та матеріали дослідження. Методологічною основою дипломного проекту слугували положення, підходи та принципи класичної метеорології. Як вихідна інформація використовувались дані про середньорічну, середньомісячну та середньодобову температури за 2008–2017 рр. на метеостанції Чернігів, а також результати наземних метеорологічних спостережень – приземні карти погоди та дані температурно-вітрового зондування – карти поверхонь АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ 500/1000. На основі розрахунків було: побудовано діаграми відхилення середньомісячної температури повітря від кліматичної норми, графіки розподілу аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова, гістограми повторюваності екстремальних високих середньодобових температур повітря на станції Чернігів протягом 2008–2017рр, розраховано розподіл температури повітря протягом періодів дослідження за сценаріями змін клімату, з метою оцінки очікуваних змін клімату в Чернігові використовувались прогностичні значення температури повітря згідно сценаріїв зміни клімату – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5.

Коротка характеристика розділів. Робота складається з п’яти розділів. Розділи 1 – 3 формулюють теоретичні відомості про сучасні зміни клімату та циркуляцію атмосфери; загальні відомості про сценарії зміни клімату, які визначають майбутній розподіл температури повітря; фізико-географічну характеристику регіону дослідження.

Практична частина представлена у четвертому розділі. Проведені розрахунки показників відхилення значень температури від кліматичної норми та обчислені критерії аномальності. Детально розглянуті циркуляційні

процеси, що сприяли формуванню температурних аномалій в Чернігові в період дослідження. Також виконаний аналіз очікуваного розподілу температури в майбутньому.

У п’ятому розділі проведений аналіз вразливості міста Чернігова до теплового стресу.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 26 літературних джерел.

1 ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ

Науковці досягли глобального консенсусу в тому, що клімат змінився протягом останніх 150 років, переважно через життєдіяльність людини. Глобальна температура зростає, характер опадів стає все більш непередбачуваним, а рівень моря підвищується. Ці тенденції, як очікується, триватимуть протягом найближчих десятиліть. Для глобального потепління також характерні частіші та інтенсивніші стихійні лиха, пов’язані з кліматом, а також екстремальні погодні умови [1].

1.1 Кліматичні зміни, що вже відбулися

Майбутні зміни клімату є однією з найбільших проблем, що стоїть перед людством в новому столітті. Потреба в інформації про зміни клімату необхідна для того, щоб оцінити їх вплив на людину і природні системи з метою розвитку відповідних засобів адаптації і стратегії пом'якшення негативного впливу кліматичних змін на національному і навіть регіональному рівні.

Потепління кліматичної системи в XX сторіччі є безсумнівним, оскільки воно фіксується спостереженнями (прямими вимірами і дистанційним зондуванням, яке виконується зі супутників та інших платформ) за підвищенням середньорічних температур повітря та океану, поширеним таненням снігів та льодовиків.

Спостереження за температурою повітря в глобальному масштабі розпочалися в середині XIX сторіччя з початком ери інструментальних методів вимірювань. Відповідно до цих спостережень починаючи з 1850 р. кожне наступне десятиліття характеризується більш високою температурою біля поверхні Землі в порівнянні з будь-яким попереднім десятиліттям.

Згідно з результатами дослідження Міжурядової групи експертів по змінам клімату (МГЕЗК) [2], потепління кліматичної системи являється беззаперечним фактом, що доводять спостереження за підвищенням глобальної середньої температури повітря й океану. В середньому по всій земній кулі потепління в XX сторіччі відбувалося в двох фазах – у 1910–1940-их роках (0,35 ºС), і більш сильно, починаючи з кінця 1970-их до теперішнього часу (0,55 ºС). Ріст температури спостерігається по всій земній кулі, причому

він був більш значний у високих північних широтах. Райони суходолу нагрівалися швидше, ніж океани (рис. 1.1).

Глобально осереднені сукупні дані про температуру поверхні суші і океану, розраховані на основі лінійного тренду, свідчать про потепління на 0,85 [0,65-1,06] °С за період 1880–2012 рр. [3].

Протягом самого тривалого періоду, по якому розрахунок регіональних трендів є достатньо адекватним (1901–2012 рр.), потепління спостерігалось по всьому світу (рис. 1.2).

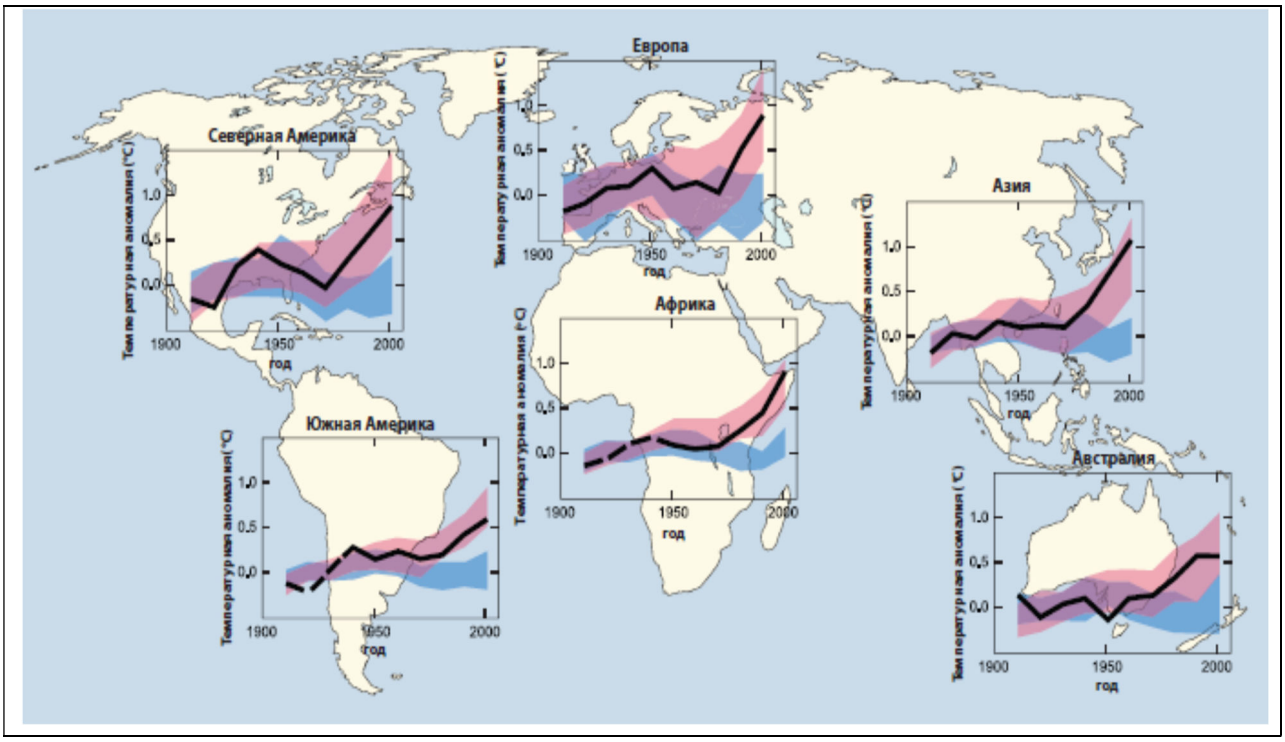


Рис. 1.1- Розподіл аномалії глобальної температури по всій земній кулі протягом 20 сторіччя [2]

Одинадцять з останніх дванадцяти років (1995–2006 рр.) були серед дванадцяти найжаркіших років за всю історію інструментальних спостережень за температурою поверхні землі (починаючи з 1850 року). Оновлений 100-літній (1906–2005 рр.) лінійний графік зміни клімату, що дорівнює 0,74 [0,56...0,92] °С є, таким чином, вищий, ніж відповідний графік за період 1901–2000 років. Загальне підвищення температури з 1850–1899 рр. до 2001–2005 рр. становить 0,76 [0,57...0,95] °С.

Приповерхнева температура у кожному з останніх трьох десятиріч була вищою за всі попередні, починаючи з 1850 року, а перше десятиріччя XXI

століття було найтеплішим . У Північній півкулі період з 1983 по 2012 рік був найтеплішим 30-ти річним періодом за останні 1400 років.

Ґрунтуючись на численних незалежних аналізах даних, отриманих за допомогою радіозондів і супутникових даних, практично визначено, що в глобальному масштабі в період з середини XX століття відбулося потепління тропосфери та охолодження стратосфери. В глобальному масштабі кількість холодних днів і ночей знизилася, а теплих днів і ночей – збільшилась. Ймовірно, що зросла повторюваність хвиль тепла на значній частині території Європи, Азії та Австралії.

Також встановлено, що з 1971 р. по 2010 р. відбувалося потепління верхніх шарів океану до глибини 700 м, причому підвищення температури океану було найзначнішим поблизу поверхні, і температура у верхніх 75 м підвищувалася на 0,11°C за десятиріччя в період 1971–2010 рр. Підвищення температури океану є головним чинником, який сприяє збільшенню внутрішньої енергії, що міститься в кліматичній системі. Протягом останніх двох десятиріч льодовики Гренландії та Антарктики втрачають свою масу – вони продовжують танути майже по всьому світі – і морський крижаний покрив в Арктиці та сніговий покрив у Північній півкулі продовжують зменшуватися.

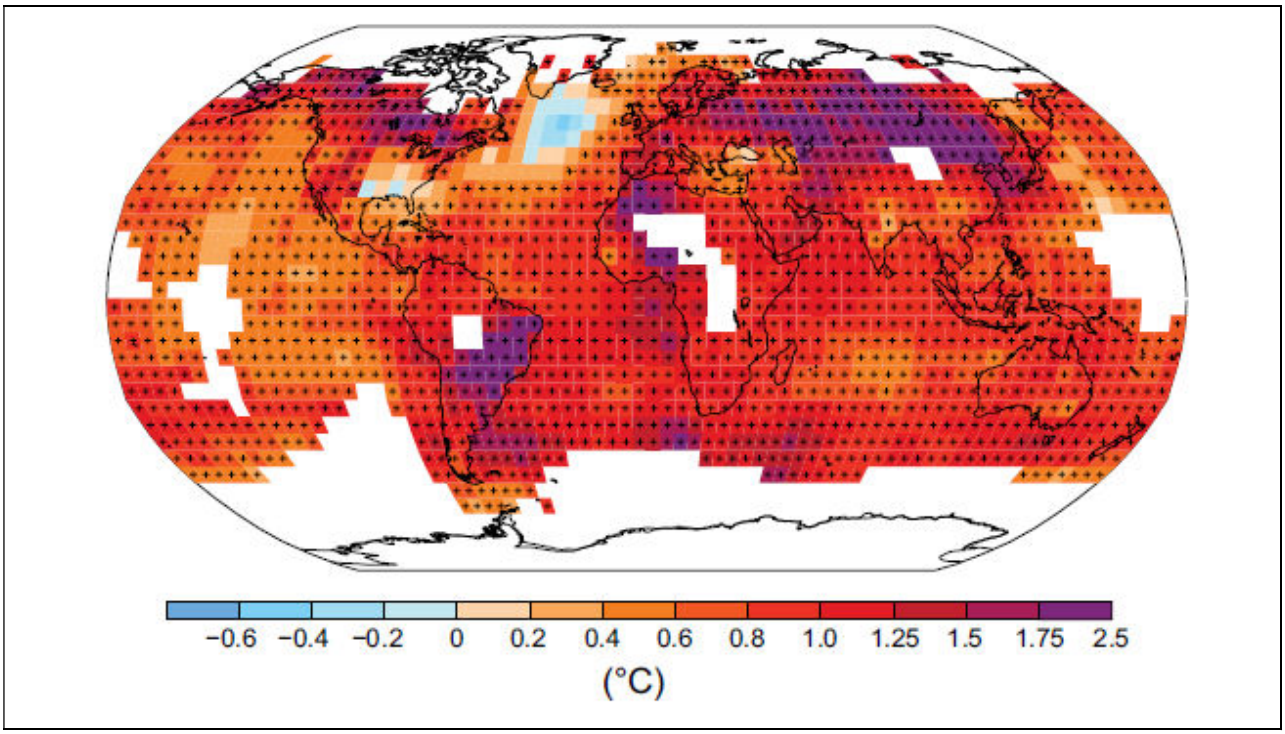


Рис. 1.2 - Зміни приземної температури повітря в період з 1901–2012 рр. [3]

Зменшення протяжності снігового і льодового покриву також узгоджується з потеплінням. Супутникові дані з 1978 року показують, що середньорічна площа арктичного морського льоду зменшувалася в середньому на 2,7 % (2,1 % - 3,3 %) за десятиліття, причому влітку процес проходив значно швидше – на 7,4 % (5,0 % - 9,8 %). Гірські льодовики і сніговий покрив зменшилися в середньому в обох півкулях.

Температура вічної мерзлоти підвищилася у більшості регіонів з початку 1980-х років. Зареєстроване потепління сягало 3°С у низці регіонів Північної Аляски (від початку 1980-х до середини 2000-х років) та до 2°С у північних 5 регіонах Європейської частини Росії (1971-2010 роки), де спостерігалося суттєве зменшення товщини та площі вічної мерзлоти протягом 1975-2005 років.

Дуже ймовірно, що за останні 50 років: холодні дні, холодні ночі і заморозки фіксувались рідше на більшій частині районів суші, а спекотні дні і спекотні ночі почали спостерігатись все частіше. Хвилі тепла стали більш частими для більшості районів суші, повторюваність явищ сильних опадів збільшилася практично в усіх регіонах, а з 1975 року кількість випадків екстремального високого рівня моря підвищилась по всьому світу [2].

Концентрація парникових газів – CO_2, CH4 та N_2O – в атмосфері підвищилася до рівнів, що є безпрецедентними за останні 800 000 років. Концентрація CO_2 в атмосфері підвищилася на 40% від доіндустріального рівня, головним чином, внаслідок спалювання викопного палива та зміни землекористування. Океан поглинув близько 30% антропогенних викидів оксиду вуглецю, що спричинило підвищення кислотності океану.

Дослідження клімату України [4,5] свідчать, що протягом останніх десятиліть температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усередненого значення за період 1961−1990 рр.). За даними В.О. Балабух [5] середньорічна температура повітря за останні двадцять років (1991-2010 рр.) зросла на 0,8°С відносно кліматичної норми. У П’ятому національному повідомленні з питань зміни клімату зазначено, що найбільше підвищення температури повітря відбулося у січні (приблизно на 2°С). На крайньому північному сході території України за кліматологічною стандартною нормою (1961–1990 рр.) середня за зиму приземна температура повітря становила – 6°С, тоді, як за період 1991-2010 рр. становила –4° [1]. У південному напрямі значення температури повітря стало вищим на 1°С; на заході– 2°С замість – 3°С, як було раніше; на сході – температура – 4°С замість –5°С. У Криму – там, де температура становила – 0°С, за період 1991-2010 рр.

+1°С. Зокрема у Чернігівській області середня за зиму приземна температура повітря зросла приблизно на 2°С відносно кліматичної норми. Отже, спостерігаємо чітке зростання температури повітря в Україні за період 1991–2010 рр. порівняно з 1961–1990 рр. [6]

У липні температура повітря підвищилася на всій території України на 1,0 – 1,5°С [1]. На заході та на півночі середня за літо приземна температура повітря становить 19°С замість 18°С; на півдні – 22°С, замість 21°С .

У зв'язку з глобальними змінами клімату, які впливають на трансформацію регіонального клімату та окремі метеорологічні величини, середня місячна температура повітря в Україні протягом останніх двох десятиліть зазнала значних змін порівняно з періодом 1961 –1990 рр. Температура повітря стала вищою у більшості місяців і загалом за рік, лише у вересні, листопаді та грудні вона набула дещо нижчих значень [5].

В.О. Балабух [5] відмічає, що останнім часом почастішали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті, може спричинити зростання повторюваності та інтенсивності посух.

1.2 Зміни клімату, очікувані в майбутньому

Явище глобального потепління, спричиненого людською діяльністю, наявність якого активно обговорювалася протягом останніх двох десятиріч, отримало чергове беззаперечне підтвердження в опублікованому у листопаді 2014 року П'ятому оціночному звіті Міжурядової групи експертів зі зміни клімату [7] (далі IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change), над яким протягом 6-ти років працювало понад 800 науковців з 70-ти країн світу. Нові докази зміни клімату та прогноз змін у майбутньому базуються на результатах незалежних наукових досліджень, що включають в себе спостереження кліматичної системи, вивчення палеокліматичних даних, теоретичних досліджень та моделювання кліматичних процесів. Використання всіх цих методів дало можливість отримати повну картину варіативних та довгострокових змін в атмосфері, океані, кріосфері та земній поверхні.

Зміна клімату відбувається внаслідок дисбалансу природних та антропогенних факторів, що спричиняють зміну енергетичної системи Землі.

Для розуміння та кількісного оцінювання таких факторів ключовим є поняття випромінювальної потужності (radiative forcing). В кліматології випромінювальна потужність (іноді використовується термін кліматична потужність) - це різниця енергії випромінювання, що Земля її отримує від Сонця, та енергії, випроміненої Землею у космос. Важливим чинником цього балансу є наявність в атмосфері парникових газів, зокрема CO_2. IPCC дає наступне визначення: «Випромінювальна потужність – це міра впливу певного фактору, що порушує баланс вхідної та вихідної енергії в системі Земля-атмосфера, та є показником важливості цього фактору, як потенційного механізму зміни клімату».

У П’ятому оціночному звіті використовуються значення випромінювальної потужності, що мали місце у 2011 році відносно доіндустріальних умов (до 1750 року), виражені в одиницях ват на квадратний метр Вт/м2 , які розраховуються в тропопаузі або на верхній межі атмосфери. Позитивне значення випромінювальної потужності свідчить про нагрівання, а негативне – про охолодження земної поверхні [7].

Прогнози зміни кліматичної системи здійснюються на основі низки кліматичних моделей різного ступеню складності, що імітують кліматичну систему, використовуючи певні сценарії зміни антропогенних факторів. IPCC використовує чотири сценарії, що називаються репрезентативними траєкторіями концентрацій (Representative Concentration Pathways – RCP). Ці сценарії описують чотири варіанти майбутнього, які відрізняються за кількістю парникових газів, що мають надійти до атмосфери в наступні роки та за динамікою, згідно з якою ці рівні буде досягнуто. Їхні скорочені назви – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5 – посилаються на рівні випромінювальної потужності, які буде досягнуто у 2100 році відносно доіндустріальної епохи (+2,6, +4,5, +6,0 та +8,5 Вт/м2 відповідно).

Сценарії враховують сукупність величезної кількості факторів, серед яких зокрема політика та законодавство, щодо обмеження техногенного впливу на клімат, зростання народонаселення, валового внутрішнього продукту, застосування новітніх технологій та матеріалів, структура енергобалансу, динаміка виснаження енергоресурсів та багато інших (деякі з цих чинників враховуються як глобально, так і за окремими регіонами Землі). Оскільки існуючі моделі охоплюють надзвичайно широке коло питань – від зміни структури харчування людей (з чим пов’язані відповідні процеси у сільському господарстві) до прогнозування економічної доцільності використання водню у якості пального для транспорту протягом наступного сторіччя.

В таблиці 1.1 наведено результати прогнозу зміни середньої глобальної температури приземного повітря для середини та кінця XXI сторіччя відносно до періоду 1986–2005 років за різними сценаріями RCP за даними IPPC [9].

Таблиця 1.1− Прогноз зміни середньої глобальної температури приземного повітря для середини та кінця XXI сторіччя відносно до періоду 1986–2005 років за різними сценаріями RCP

	Середня величина та вірогідний інтервал зміни температури, °C	
Сценарій	2046–2065 рр.	2081–2100 рр.
RCP2.6	1,0 (0,4-1,6)	1,0 (0,3-1,7)
RCP4.5	1,4 (0,9-2,0)	1,8 (1,1-2,6)
RCP6.0	1,3 (0,8-1,8)	2,2 (1,4-3,1)
RCP8.5	2,0 (1,4-2,6)	3,7 (2,6-4,8)

Підвищення середньої глобальної приземної температури до кінця XXI століття (2081-2100 рр.) в порівнянні з періодом 1986-2005 рр. складе, ймовірно, 0,3-1,7 °C за сценарієм RCP2.6; 1,1 -2,6°C за сценарієм RCP 4.5; 1,4 -3,1 ° C по сценарієм RCP 6.0 і 2,6-4,8 ° C за сценарієм RCP8.5 9.

Згідно перспективним оцінкам, приземна температура повітря зросте протягом XXI століття при всіх розглянутих сценаріях викидів. Досить імовірно, що хвилі тепла будуть наступати більш часто і будуть більш тривалими і що в багатьох регіонах екстремальні опади стануть більш інтенсивними і частими. Триватимуть процеси потепління і закислення океану та підвищення середнього глобального рівня моря.

Майбутній клімат буде визначатися неминучим потеплінням, викликаним попередніми антропогенними викидами, а також майбутніми викидами та природною мінливістю клімату. Зміна середньої глобальної приземної температури за період 2016-2035 рр. в порівнянні з 1986-2005 рр. однаково для чотирьох сценаріїв і буде, ймовірно, знаходитися в діапазоні 0,3-0,7°C (середня ступінь достовірності) [7]. Цей діапазон значень передбачає відсутність великих виверженьвулканів або змін інтенсивності деяких природних джерел (наприклад CH_4 і N_2O) або несподіваних змін сумарної сонячної радіації. До середини XXI століття значення зміни клімату, згідно перспективним оцінками, будуть значною мірою залежати від вибору сценарію викидів.

За оцінками, зміна глобальної приземної температури в кінці XXI століття (2081-2100 рр.) в порівнянні з періодом 1850-1900 рр. перевищить, ймовірно, 1,5°С за сценаріями RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5 (висока ступінь достовірності). Потепління перевищить, ймовірно, 2°С за сценаріями RCP 6.0 і RCP8.5 (висока ступінь достовірності); скоріше ніж ні, що воно перевищить 2°С за сценарієм RCP4.5 (середня ступінь достовірності); але малоймовірно, що воно перевищить 2°С за сценарієм RCP2.6 (середня ступінь достовірності).

Згідно з П'ятим оціночним звітом IPCC, основні висновки щодо майбутньої зміни клімату на глобальному та регіональному рівнях є:

1) збільшення кількості викидів парникових газів призведе до подальшого потепління клімату (рис. 1.3) та зміни усіх компонентів кліматичної системи;

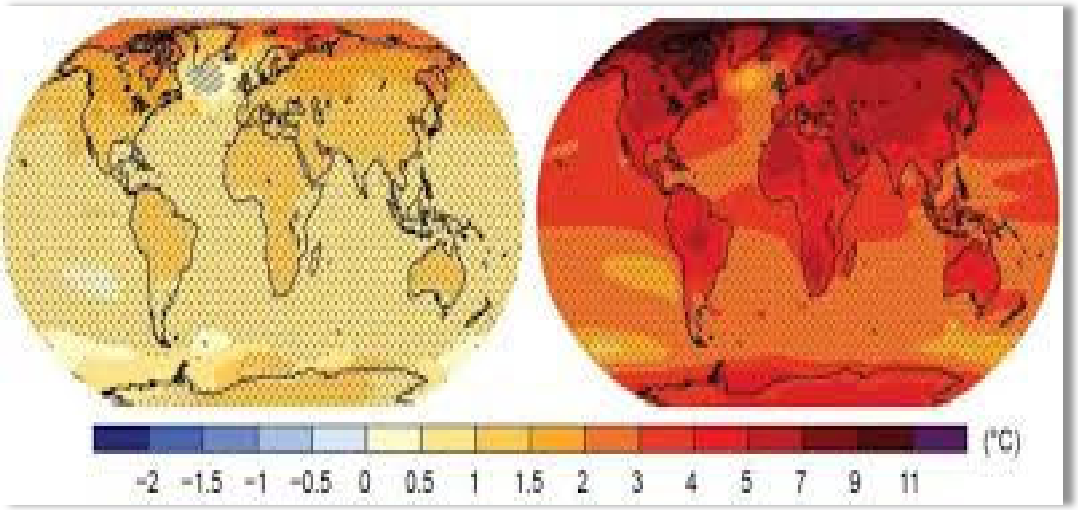


Рис. 1.3 - Прогноз зміни середньої приземної температури (1986-2005 рр. в порівнянні з 2081-2100 рр.)

2) зі зростанням середньої глобальної температури буде більше теплих, ніж холодних екстремальних температур, як у добовому, так і сезонному вимірах. Хвилі спеки відбуватимуться частіше і триватимуть довший час;
3) арктичний льодовиковий покрив продовжуватиме танути, а сніговий покрив Північної півкулі зменшиться зі зростанням глобальної середньої температури протягом XXI століття - прогнозується , що

площа багаторічної мерзлоти в при поверхневому шарі (верхні 3,5 м) зменшиться на величину від 37% (RCP 2.6) до 81% (RCP 8.5) в середньому по модельному ансамблю (середня ступінь достовірності);

4) сукупні викиди CO_2, головним чином, визначають підвищення глобальної середньої температури земної поверхні до кінця XXI століття. Навіть якщо антропогенні викиди CO_2 раптово припиняться, більшість компонентів кліматичної системи продовжить змінюватися упродовж століть;
5) значною мірою, антропогенна зміна клімату, вже спричинена викидами CO_2, є незворотною протягом подальших століть чи навіть тисячоліть (за винятком ситуації, якщо поглинання CO_2 буде більшим за його викиди протягом тривалого періоду часу). Навіть у разі повного припинення антропогенних викидів CO_2 температура земної поверхні залишиться на підвищеному рівні протягом багатьох століть. Враховуючи довготривалість передачі тепла з поверхні океану до його глибини, нагрівання океану продовжиться. За різними сценаріями від 15% до 40% вже здійснених викидів CO_2 залишиться в атмосфері більше ніж на 1000 років [7].

У всіх сценаріях RCP атмосферна концентрація CO_2 є вищою за сьогоднішній рівень внаслідок зростання сукупних викидів CO_2 протягом XXI століття. На рис. 1.4 наведено зміну концентрації CO_2 в атмосфері за чотирма сценаріями. База даних сценаріїв RCP є доступною на вільному інтернет-ресурсі RCP Database [8].

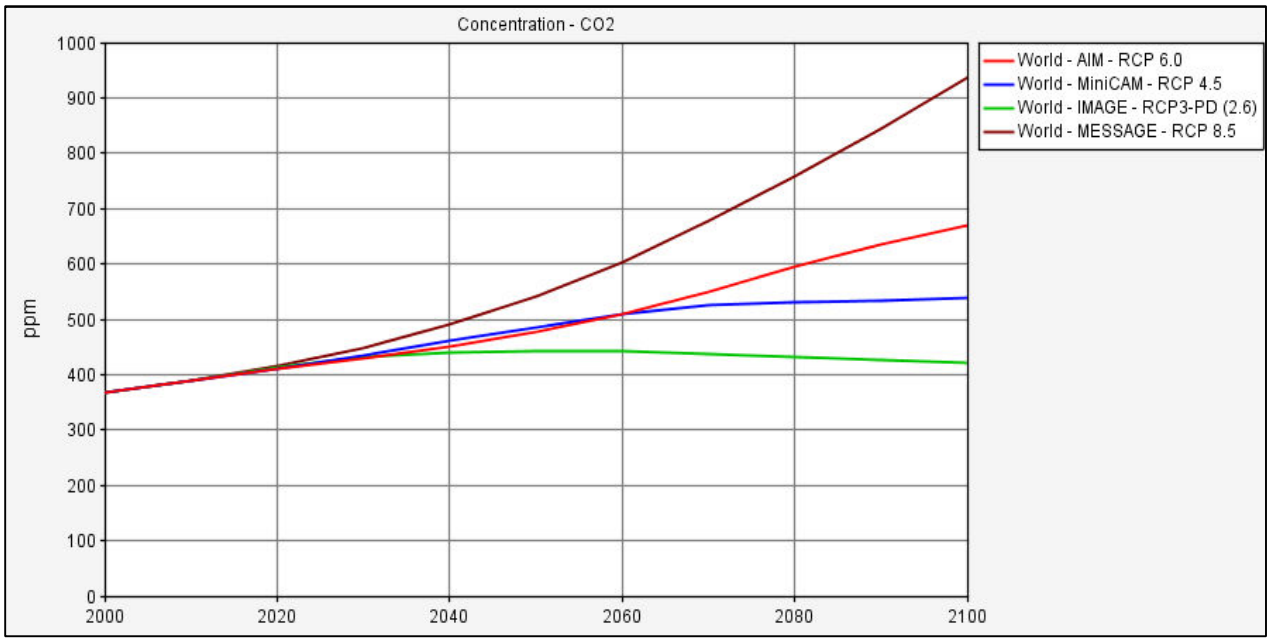


Рис. 1.4 - Зміна концентрації CO_2 протягом XXI сторіччя за різними сценаріями.

2 ОСОБЛИВОСТІ ЦИРКУЛЯЦІЇ АТМОСФЕРИ НАД СХІДНОЮ ЄВРОПОЮ

Режим температури повітря на Україні в значній мірі визначається змінами клімату. Клімат України чутливий до змін глобального клімату, що підтверджується одноманітністю багаторічного ходу аномалії глобальної та регіональної температури [13]. Це регіон зі складним характером атмосферних процесів і умов погоди, пов'язаних з його розташуванням на стику циркуляційних систем помірних і субтропічних широт.

Над територією України в середньому за рік антициклонічна циркуляція спостерігається приблизно в 2/3 загального числа днів. У це число входять як оформлені антициклони, так і гребені, ядра, розмиті поля і смуги підвищеного тиску. Тобто погодні умови на Україні формуються частіше за все під впливом антициклонічних утворень. У середньому за рік над територією України спостерігається 43 випадки антициклонів. Антициклони або переміщаються з інших районів, або утворюються безпосередньо над територією, що розглядається (місцевий антициклогенез). Рівнинний характер території і переважання антициклонічного режиму погоди сприяють інтенсивній трансформації повітряних мас над територією України. Особливо інтенсивна трансформація спостерігається в літній період при малохмарній антициклонічній погоді, нерідко така трансформація приводить до посух і суховіїв. Розвиток антициклонів взимку приносить стійку морозну погоду з радіаційними туманами [14].

На фоні загального потепління клімату на території країни виникає ймовірність катастрофічних змін кліматоекологічних процесів і явищ. Відмічається збільшення частоти процесів блокування. Також виявлений зсув на схід (до 20 °) “постійних центрів дії атмосфери” – азорського і сибірського максимумів, що супроводжується збільшенням імовірності формування позитивних аномалій температури повітря на досліджуваній території. При цьому істотну роль грають азорські і полярні антициклонічні вторгнення [15].

Кількість та інтенсивність стихійних явищ погоди залежить від термодинамічної індивідуальності баричних утворень, які їх зумовлюють, а вона, в свою чергу – від типу синоптичного процесу, району формування та траєкторії, по якій переміщується дане баричне утворення. Зміна цих факторів зумовлює зміну інтенсивності та локалізації явищ погоди, створює регіональні особливості їх розподілу.

Результати останніх досліджень, що містяться в [16] показують, що у глобальному масштабі відмічається послаблення зональної циркуляції і зростання меридіональної південної складової в усі сезони року, змінилися райони формування і траєкторії руху баричних утворень. Аналіз циркуляційних причин формування різких змін температури повітря на Україні показує: у випадку різкого потепління на Україні з висотою меридіональність атмосферних процесів слабшає, що свідчить про формування цього процесу у нижній і середній тропосфері і подальшому його розповсюдженню до нижньої стратосфери; при різких похолоданнях над територією України атмосферні процеси мають добре узгодження у тропосфері і нижньому шарі стратосфери, при цьому меридіональність атмосферної циркуляції з висотою посилюється, що вказує на формування такого процесу «зверху». У результаті відбуваються помітні зміни з ісландським мінімумом, північноатлантичним гребенем і європейською улоговиною. Місця розташування областей високого і низького тиску в результаті зсуву до сходу повертаються до положення початку XX ст. Такий розподіл баричного поля до кінця сторіччя формує теплі зимові погодні умови над територією Європи в цілому й України зокрема. До кінця XX ст. відбувається падіння тиску над північною півкулею, що позначилося в посиленні всіх кліматичних мінімумів тиску й ослабленні, скороченні території кліматичних максимумів тиску. Особливо відзначається поглиблення алеутської депресії і європейської улоговини, яка під впливом північноатлантичного гребеня зміщується до сходу. Звуження з двох сторін сибірського максимуму сусідніми центрами дії атмосфери перекрили доступ холодного повітря в Європу [16].

У теплий період року перебудова атмосферної циркуляції проявляється у розширенні на схід азорського антициклону, під впливом якого на кінець століття потрапила більша частина території України. У результаті погодні умови на території України взимку формуються під впливом атлантичних повітряних мас, тобто змінилися на більш теплі з опадами переважно у вигляді дощу і мокрого снігу, а влітку – відмічається значна несталість температури повітря і зростання частоти внутрішньомасових опадів і гроз. Для півдня східної Європи, в тому числі і України, найбільш характерні такі циркуляційні особливості:

1. Підвищена активність атмосферних процесів і різкі зміни погоди в холодному півріччі, що зумовлено інтенсивною циклонічною діяльністю на середземноморській гілці ПВФЗ, пов'язаної з потужним антициклогенезом над

західним Сибіром і південним сходом ЄТР (сибірський антициклон). Вплив внутрішніх морів і гірських систем Кавказу, Карпат і Малої Азії сприяє утворенню осередків локального цикло- і антициклогенезу.

2. У теплому півріччі відмічається помітне послаблення активності атмосферних процесів, пов'язане зі зміщенням на північ ПВФЗ і ослабленням циклонічної діяльності над південними морями.

3. Переважання антициклонічного характеру циркуляції. Хоч річна кількість циклонів над півднем східної Європи дещо більша, ніж антициклонів, циклонічні утворення, особливо в теплий період року, незначні за площею і інтенсивністю, в той час як антициклонічні звичайно добре розвинені. Антициклонічна циркуляція переважає і за часом: в середньому вона спостерігається 240 днів на рік.

У холодний період року посилюється антициклогенез на півночі та сході Атлантико-Європейського синоптичного регіону, а в теплий – збільшується кількість антициклонів з південного заходу, в основному з Балканського півострову. Восени та взимку значно зменшується частка місцевого антициклогенезу.

В останні роки істотно збільшилась кількість блокуючих процесів. Україна потрапляє в одну з областей найбільшої повторюваності блокуючих процесів, їм належить особливе місце при аналізі антициклонегезу над східною Європою.

З узагальнення визначень блокуючих антициклонів, даних різними дослідниками [17], витікає, що такі баричні утворення являють собою окремий випадок великих, малорухомих, високих і інтенсивних антициклонів, які розвиваються у середніх широтах (35 – 60 º півн ш.), порушують існуючий у помірних широтах західний перенос і є ланкою стійкого типу циркуляції, що зберігається протягом тривалого часу над великою територією (від тижня і більше).

Типові розміри блокуючих гребенів порівнянні з розмірами океанів по довготі в середніх широтах і складають близько 7 – 8 тис. км, що відповідає хвильовим числах 2 – 3. Блокуюча активність вище в осінньо-зимові місяці (жовтень-березень) і менш виражена влітку і навесні (квітень-вересень).

Існує декілька видів траєкторій зміщення центрів антициклонів при процесах блокування:

1) Траєкторії центрів квазістаціонарних антициклонів мають вид замкнутої кривої. Тривалість періоду стаціонування коливається від 4 до 7 днів і в середньому складає 5 днів. Основний район переміщення центрів

антициклонів розташовується між 48 - 59 ° півн.ш. і 22 - 59 ° сх.д. Траєкторії центрів антициклонів на рівні АТ-500 подібні приземним, оскільки всі антициклони є високими з квазівертикальними просторовими осями. Процес стаціонування антициклону часто полягає в безперервній регенерації, зумовленою приходом свіжих порцій арктичного повітря. На рівні АТ-500 над європейською територією чітко окреслюється теплий гребінь високого тиску, омегаподібної форми, направлений уздовж меридіана.

2) Траєкторії приземних центрів блокуючих антициклонів направлені із заходу на схід. Переміщення їх відбувається в зоні між 46 і 55° півн.ш. з швидкістю в середньому близько 20 км год$^{-1}$. Центри проходять по крайній півночі України або ще північніше. Посушливі явища формуються в центральній частині антициклонів і на їх південній і південно-західній периферіях. Порушення зонального потоку спостерігається над європейською територією Росії і сходом західної Європи. Меридіональна складова висотного потоку виникає на східній периферії гребеня азорського антициклону, а також при відділенні з його системи ядер, що перетворюються потім над європейською територією Росії в малорухливі антициклони. Посилення ядра спостерігається в зоні конвергенції західних і північно-західних висотних потоків, чому сприяють також гірські хребти Альп і Карпат. Посилюючись і розширюючись за площею, антициклон стає високим і малорухливим баричним утворенням.

3) Траєкторії антициклонів, які блокують зональний потік, мають напрям з півночі на південь. Антициклони переміщуються з швидкістю близько 20 – 22 км год$^{-1}$. У формуванні посушливих періодів на Україні беруть участь спочатку південні відроги антициклонів, а потім їх центральні частини. На збірно-кінематичних картах, де спостерігаються такі ситуації, чітко виражені подовжені меридіональні поля низького і високого тиску. Західна половина арктичного басейну, включаючи північну Канаду, Гренландію і район Північного полюса, зайнята областю високого тиску. Між нею і високим антициклоном над європейською територією Росії періодично виникає перемичка високого тиску. Посилення антициклону відбувається при входженні в його систему ядер або відрогів з півночі і північного сходу [18].

3 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНІГІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Фізико-географічний опис регіону

Чернігівська область розташована на півночі Лівобережної України, в басейні р. Десни. Площа області дорівнює 31,9 тис. км^2. Територія області лежить переважно в межах Придніпровської та Поліської низовин. На південному заході в межі області заходить Полтавська рівнина. Поверхня області дуже порізана ярами і балками, трапляється карст. З корисних копалин найважливіше значення мають поклади нафти і природного газу в південно-східних районах. Є торф, вапняки, гіпси, піски, глини, мергелі.

За географічними координатами Чернігівська область знаходиться між 50º04′ і 52º22′ північної широти та 30º30′ і 33º30′східної довготи. Протяжність території із заходу на схід становить 180 км, з півночі на південь – 220 км.

На півночі Чернігівська область межує з Російською Федерацією (Брянська область), на північному заході – з Республікою Білорусь (Гомельська область), на сході – із Сумською, півдні – з Полтавською, на південному заході й сході – з Київською областю.

Річки області належать до басейну р. Дніпра, що протікає вздовж західної межі області. Головна річка області р. Десна, що має притоки р. Убідь, р. Мена, р. Снов, р. Сейм, р. Доч, р. Остер. На півдні протікають р. Удай і р. Сула.

На півночі області переважають дерново-підзолисті ґрунти, на півдні – чорноземи опідзолені. Трапляються ясно-сірі лісові, темно-сірі та інші ґрунти.

Болота та заболочені землі поширені на першій надзаплавній терасі р. Дніпра, другій – р. Десни і заплавах р. Остер і р. Трубіж.

Панівні форми рельєфу: заплава і I надзаплавна тераса р. Дніпра; II тераса відома лише на межиріччі р. Сож – р. Немильна та у долині р. Замглаю. Величина вертикального розчленування рівнини близько 34 м.

Деснянська терасова рівнини займає південь Чернігівського Полісся у центрі Чернігівської області. Панівними (близько 85% території) формами рельєфу тут є Деснянська заплава і II надзаплавна тераса. Залишки I надзаплавної тераси простежуються у вигляді окремих островів, а III надзаплавна тераса не розмита лише вище гирла річок Снов і Сейм.

Сновсько-Тур'їнська терасова рівнина знаходиться на півночі Чернігівщини. У межах рівнини виділяються заплави та надзаплавні тераси трьох рівнів. Поверхня рівнини нахилена до головної дрени території – р. Снов і вниз її долиною. Величина вертикального розчленування рівнини 32 м.

Холмська моренно-зандрова рівнина розташована у північно-східній частині області. Річкові долини добре виражені у рельєфі. Перевищення вододілів над місцевими базисами ерозії сягає 30-40 м.

Новгород-Сіверська еродована височина на крейдовій основі займає крайню північно-східну частину Чернігівщини. У межах височини виділяють моренно-зандрову та лесову рівнини, II і III надзаплавної тераси Десни. Поверхня височини ускладнена яружно-балковою мережею. Величина вертикального розчленування, за правило, в середньому 70-90 м. Іноді більше 100 м.

Роменско-Миргородська лесова слаборозчленована рівнина займає південно-східну частину області. Поверхня рівнини сильно еродована, має загальний нахил на південний захід. Її абсолютні відмітки змінюються від 130 до 160-190 м. Перевищення вододілів над заплавами становить 50-70 м, а крутизна схилів досягає 30-40º.

По території Чернігівської області протікає 1570 річок, в тому числі дві великі (р. Дніпро, р. Десна), вісім середніх (р. Сож, р. Трубіж, р. Супой, р. Удай, р. Судость, р. Сейм, р. Снов, р. Остер) та 1560 малих річок, з яких 1400 (89%) дуже малих, довжиною менше 10 км. Загальна довжина річкової мережі складає 8336 км, в тому числі великих річок – 596 км, середніх – 723 км, малих – 7017 км. Сумарна довжина дуже малих річок – 3304 км, тобто середня довжина такого водотоку – 2,36 км; малих річок, що мають довжину більше 10 км, налічується 160, а їх загальна довжина складає 3713 км. Щільність річкової мережі області – 0,26-260 м·км². Усі річки області належать до рівнинного типу зі швидкістю течії 0,1-0,3 м·с$^{-1}$. Живляться переважно сніговими (60%), дощовими та підземними водами.

В області нараховується 23 водосховища, сумарна площа водного дзеркала становить 2406,3 га, сумарний об'єм – 48,49 млн.м³; 828 руслових ставків загальною площею 4252,4 га; 35 наливних ставків площею 355,8 га; 1034 ставки копані загальною площею водного дзеркала близько 3430,0 га.

Всього в області нараховується 1334 озера загальною площею водного дзеркала 6561,3 га. З них 26 великих озер загальною площею 9,16 га, в тому числі 9 озер площею понад 0,5 км² кожне, 9 озер – понад 0,2 км² кожне, інші – менше 0,2 км². Переважна більшість їх розташована в заплаві річки Десна.

3.2 Кліматична характеристика області

Клімат Чернігівської області помірно – континентальний, м'який, достатньо вологий. Зима малосніжна, у більшості років стійка, порівняно тепла, літо тепле і помірно вологе.

Середня температура повітря за рік по області становить 6,7-7,8°С. Середня температура січня (найхолоднішого місяця) становить − 3,7…5,0°С, середня температура липня (найтеплішого місяця) досягає 19,1-20,3°С.

Абсолютний мінімум температури повітря по області зафіксований у січні 1987 року і становив −37,0°С морозу (м. Остер), абсолютний максимум зафіксований у серпні 2010 року і становив 39,8°С тепла (м. Семенівка).

Зимовий період на Чернігівщині триває 95-114 днів – з 19-25 листопада до 28 лютого-13 березня, коли відбувається стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0°С у бік потепління та починається весна.

Вегетаційний період (із середніми добовими температурами повітря 5°С і вище) триває 198-212 днів, починається в середньому по області 1-8 квітня і закінчується 23-30 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 5°С за цей період змінюється від 2775°С на півночі області до 3080°С на півдні.

Період активної вегетації сільськогосподарських культур (із середніми добовими температурами повітря 10°С і вище) триває 157-166 днів, змінюючись в окремі роки від 145 до 183 днів, починається він 20-25 квітня і закінчується 29 вересня – 3 жовтня. Сума позитивних температур повітря вище 10°С за цей період змінюється від 2380°С на півночі області до 2660°С на півдні.

Літній період (із середніми добовими температурами повітря 15°С і вище) триває в області 96-110 днів з 20-31 травня до 4-7 вересня.

Середня кількість опадів по області становить 656 мм, змінюючись по території від 607 до 704 мм. Кількість опадів по роках змінюється від 464 до 881 мм. Близько 66-70% від річної кількості опадів випадає в теплий період року.

Режим зволоження території області створює в цілому позитивний баланс вологи в ґрунті. Проте через високу водопроникність легких за механічних складом порід, що залягають у районах Полісся та у зв'язку з особливостями яружно-балкового рельєфу в району Лісостепу, значну повторюваність мають ґрунтові посухи, які негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур.

Відносна вологість повітря в теплий період року (квітень-жовтень) по області коливається від 64% весною до 83% восени, а кількість днів із відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить від 5 до 18.

Сніговий покрив утворюється у другій половині листопада, а руйнується в кінці березня та на початку квітня. Загальна тривалість залягання снігового покриву за зиму становить 85-111 днів, середня висота снігового покриву – 8-16 см, тоді як максимальна висота – 43-59 см. В окремі роки сталий сніговий покрив не утворюється.

Середня глибина промерзання ґрунту по області за зиму коливається від 40 см до 86 см. Максимальне промерзання – 150 см у північних районах спостерігалось у 1986 р.

Узимку зазвичай спостерігаються відлиги, кількість днів з якими за період грудень-лютий по області у середньому коливається від 37 до 48. У 1989-1990 рр. кількість днів з відлигами була максимальною – 58-73. Відлиги, які тривають більше ніж 5 днів поспіль, зумовлюють порушення зимового спокою озимини, що призводить до зниження морозостійкості рослин. Після тривалих відлиг за наявністю снігового покриву існує значна ймовірність його руйнування, що сприяє утворення льодяної кірки на полях.

4 АНАЛІЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ В М. ЧЕРНІГІВ ПРОТЯГОМ 2008–2017 РР.

Для аналізу зміни температурного режиму в Чернігові був обраний період 2008–2017 рр. В даній роботі з метою дослідження величини мінливості температури повітря для порівняння використовувались багаторічні кліматичні дані середньомісячної температури повітря з Кліматичного кадастру України [19], який є офіційним нормативним документом Держгідрометслужби України. Представлені у Кадастрі осереднені кліматичні характеристики розраховано за період 1961–1990 рр., який Всесвітня Метеорологічна Організація визначила як стандартний [20].

4.1 Характеристика мінливості температури повітря протягом періоду дослідження

На першому етапі роботи обчислені значення середньомісячної температури повітря та їх відхилення від норми в Чернігові протягом періоду дослідження.

В таблиці 4.1 приведено фактичне значення середньомісячної температури повітря, що спостерігалось ($t_ф$), та її відхилення від кліматичної норми (Δt) на станції Чернігів за період 2008–2017 рр. Встановлено, що за період дослідження фіксується вагоме підвищення температури повітря в порівнянні з нормою.

Найбільше відхилення від кліматичної норми відзначається в лютому 2016 р., зафіксоване на рівні 6,8 °С вище норми. При цьому найбільш холодним лютим за останні 10 років виявився лютий 2012 р. з показником середньомісячної температури −11,6 °С, що нижче за норму на -6,0 °С. Найбільше відхилення нижче норми для січня спостерігалось в 2010 р. і склало −3,9 °С, а вище норми в 2015 р. (Δt = 5,7 °С).

Для літніх температур встановлено, що літо 2010 року мало найбільш виражене відхилення від кліматичної норми, яке було вище норми в червні на 3,5 °С, в липні – 5,6 °С, серпні – 5,7 °С. Загалом, практично для всіх літніх місяців середньомісячна температура перевищувала кліматичну норму. Єдине виключення становить червень 2014 р., коли температура повітря становила 17,4 °С, що практично відповідає багаторічним значенням.

Перехідні сезони року також відзначились переважно екстремальним температурним розподілом. Для весняних періодів 2008–2017 рр. найбільш теплим виявився березень-травень 2014 р. При цьому абсолютний максимум додатного відхилення зафіксований в березні 2014 р. (Δt = 6,4 °С). Найбільше від'ємне відхилення, що становить −2,4 °С, зареєстроване в березні 2013 р. при середньомісячній температурі повітря в цей період −3,0 °С.

Також достатньо високі температурні показники протягом 2008–2017 рр. спостерігались й для осінніх місяців. Проте відзначаються й місяці з середньомісячною температурою нижче норми. Так, встановлено, що найбільш відносно холодним виявився жовтень 2015 р. з від'ємним відхиленням −1,5 °С. Найбільш теплим осіннім місяцем став листопад 2013 р. з додатнім відхиленням 4,6°С. Загалом найбільш екстремальні теплі осінні періоди протягом останніх 10 років зареєстровані в 2009 р. та 2012 р.

Таким чином, можна відзначити, що за досліджуваний період в Чернігові спостерігається вагоме перевищення середньомісячної температури в порівнянні з кліматичною нормою.

За середньорічними показниками найбільше відхилення від кліматичної норми відзначається в 2015 р., зафіксоване на рівні 2,6 °С вище норми, найменше – в 2012 р., і склало 1,2 °С. Проаналізувавши всі середньорічні показники стає зрозуміло, що останні 10 років спостерігається тільки збільшення температури повітря в порівнянні з кліматичною нормою.

За даними таблиці 4.1 побудовані діаграми для візуального виявлення повторюваності різних градацій відхилення середньомісячної температури повітря від кліматичної норми (рис. 4.1).

Таким чином, можна відзначити, що в холодний період року для більшості місяців величина відхилення середньомісячної температури повітря коливалась в межах 0…2 °С. Найтеплішим протягом холодного періоду виявився лютий, оскільки саме для цього місяця відхилення досягало показників -2,2…6,8 °С. Наступним місяцем з максимальною повторюваністю відхилення від норми є грудень. Показники з найбільшою градацією відзначались в січні від -3,9°С до 5,7°С .

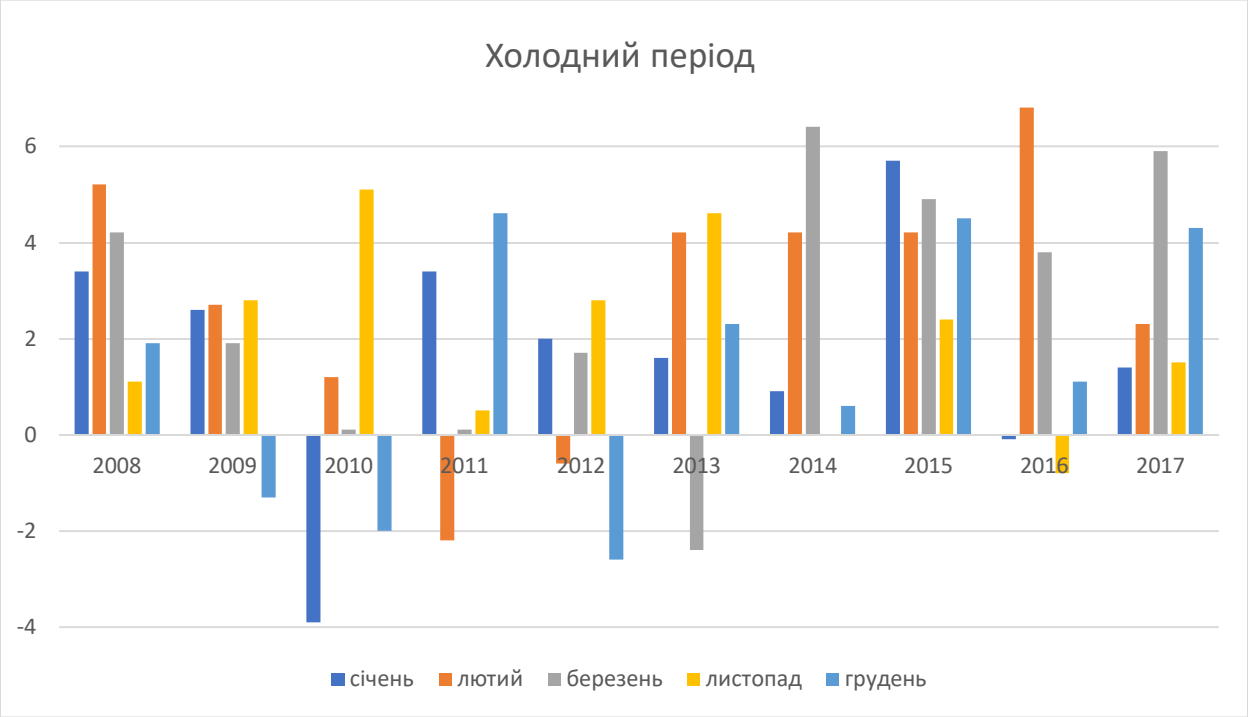
Протягом теплого періоду року найбільша повторюваність відхилення середньомісячної температури повітря від норми відзначена для градації 0…3 °С. Найбільша повторюваність відхилення реєструвалась в травні. В той час, протягом 2008–2017 рр. в Чернігові жовтень місяць виявився відносно холодним, оскільки середньомісячна температура повітря була нижче за норму в середньому на −2…0 °С.

Загалом, порівняльний аналіз фактичного розподілу температури повітря з кліматичною нормою показав, що за всі роки спостережень майже завжди середньомісячні значення температури перевищували кліматичну норму в період з березня по вересень місяць, і лише в пізні осінні і зимові місяці інколи спостерігається відхилення нижче від кліматичної норми. За кожен рік реєструвалось в середньому лише два-три місяці з температурою нижчою від багаторічної норми.

Таблиця 4.1 – Значення температури повітря та їх відхилення від кліматичної норми на станції Чернігів

Рік		Місяць												Середньорічна
		Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	
2008	$t_ф$,°C	-3,7	-0,4	3,6	10,2	13,6	17,8	20,2	20,4	12,8	9,5	2,3	-1,4	8,7
	Δt,°C	3,4	5,2	4,2	2,4	-0,9	0,2	1,5	2,7	0,0	2,7	1,1	1,9	2,0
2009	$t_ф$,°C	-4,5	-2,9	1,3	9,6	14,1	19,2	20,6	17,8	16,2	7,8	4,0	-4,6	8,2
	Δt,°C	2,6	2,7	1,9	1,8	-0,4	1,6	1,9	0,1	3,4	1,0	2,8	-1,3	1,5
2010	$t_ф$,°C	-11,0	-4,4	-0,5	9,4	17,1	21,1	24,3	23,4	13,9	5,4	6,3	-5,3	8,4
	Δt,°C	-3,9	1,2	0,1	1,6	2,6	3,5	5,6	5,7	1,1	-1,4	5,1	-2,0	1,7
2011	$t_ф$,°C	-3,7	-7,8	-0,5	9,0	15,8	20,2	21,4	18,5	14,0	6,6	1,7	1,3	8,1
	Δt,°C	3,4	-2,2	0,1	1,2	1,3	2,6	2,7	0,8	1,2	-0,2	0,5	4,6	1,4
2012	$t_ф$,°C	-5,1	-11,6	1,1	10,7	17,4	18,5	22,2	19,2	14,7	8,9	4,0	-5,9	7,9
	Δt,°C	2,0	-6,0	1,7	2,9	2,9	0,9	3,5	1,5	1,9	2,1	2,8	-2,6	1,2
2013	$t_ф$,°C	-5,5	-1,4	-3,0	9,1	18,4	21,1	19,8	18,9	12,4	8,6	5,8	-1,0	8,6
	Δt,°C	1,6	4,2	-2,4	1,3	3,9	3,5	1,1	1,2	-0,4	1,8	4,6	2,3	1,9
2014	$t_ф$,°C	-6,2	-1,4	5,8	9,6	16,7	17,4	21,5	19,8	13,6	5,5	1,2	-2,7	8,5
	Δt,°C	0,9	4,2	6,4	1,8	2,2	-0,2	2,8	2,1	0,8	-1,3	0,0	0,6	1,8
2015	$t_ф$,°C	-1,4	-1,4	4,3	8,5	15,1	19,1	19,8	20,5	16,4	5,3	3,6	1,2	9,3
	Δt,°C	5,7	4,2	4,9	0,7	0,6	1,5	1,1	2,8	3,6	-1,5	2,4	4,5	2,6
2016	$t_ф$,°C	-7,2	1,2	3,2	11,1	14,8	19,5	21,5	19,7	13,9	6,2	0,4	-2,2	8,5
	Δt,°C	-0,1	6,8	3,8	3,3	0,3	1,9	2,8	2,0	1,1	-0,6	-0,8	1,1	1,8
2017	$t_ф$,°C	-5,7	-3,3	5,3	9,2	13,9	18,2	19,0	20,6	15,0	7,3	2,7	1,0	8,6
	Δt,°C	1,4	2,3	5,9	1,4	-0,6	0,6	0,3	2,9	2,2	0,5	1,5	4,3	1,9

а)



б)

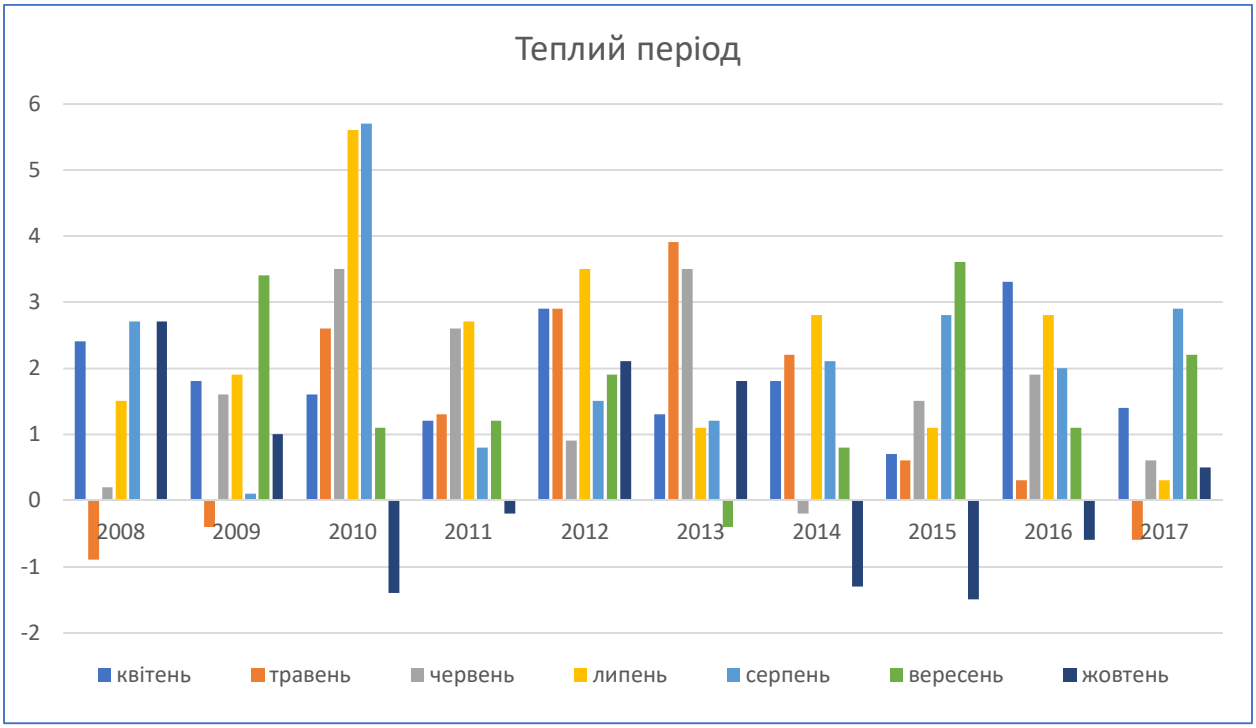


Рис. 4.1 - Відхилення середньомісячної температури повітря від норми на станції Чернігів протягом 2008–2017рр.: а) в холодний період; б) в теплий період

З метою об'єктивного виявлення аномальності поля температури повітря розрахований критерій аномальності Н.А. Багрова:

$$K = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{\Delta T_i}{\sigma_i}\right)^2, \qquad (4.1)$$

де N – мережа станцій;

ΔT_i – аномалія температури на станції;

σ_i – середня багаторічна характеристика мінливості температури відповідного календарного місяця для кожної станції.

Критерій використовується при виділенні екстремальних і значних аномалій температури повітря і атмосферних опадів. Критерій K дозволяє просто і об'єктивно виявляти типові й екстремальні випадки, давати кількісну оцінку предиктора або предиктанта. Згідно Зверева М.І., аномалія відноситься до великої, якщо на площі > 50% території, що розглядається, коефіцієнт аномальності Багрова $K > 1$ [21].

В таблиці 4.2 приведений розрахунок аномальності температури повітря за критерієм Багрова на станції Чернігів за період 2008–2017 рр., і за отриманими даними побудовані графіки розподілу аномальності температури повітря за критерієм Багрова, який продемонстровано на рис. 4.2. В додатку Б (рис. Б.1–Б.10) представлено графік розподілу аномальності температури повітря згідно даного критерію для кожного року окремо.

Результати обчислення показали, що найбільша аномалія температури повітря на станції зафіксована влітку 2010 року, коли критерій аномальності становив 26,9.

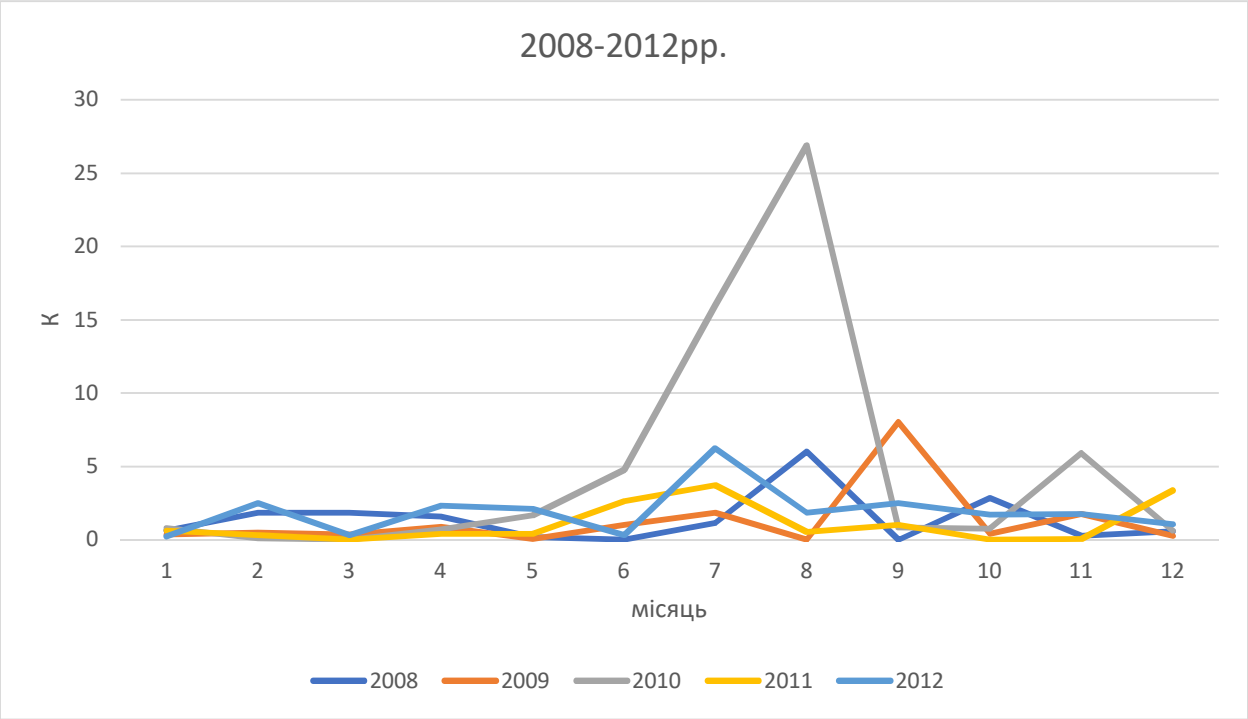
В 2008 р. аномальний режим температури відзначався в лютому, березні, квітні, липні, серпні та жовтні місяці; в 2009 р. – липні, вересні та листопаді місяці; в 2010 р. – травні, червні, липні, серпні та листопаді місяці; в 2011 р. – червні, липні та грудні місяці; в 2012 році значна температурна аномалія спостерігалась у всі місяці, крім січня, березня та червня; в 2013 році аномальний режим температури відзначався в лютому, травні, червні, серпні, жовтні та листопаді місяці; в 2014 – лютому, березні, травні, липні та серпні місяці; в 2015 – січні, лютому, березні, серпні, вересні, листопаді та грудні місяці; в 2016 – лютому, березні, квітні, червні, липні та серпні; в 2017 - березні, серпні, вересні та грудні.

Отже, дослідження часового розподілу аномалії температури повітря в останні десять років показало, що найчастіше значна аномалія температури повітря спостерігається в літні місяці.

Таблиця 4.2 – Розрахунок аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова на станції Чернігів

			Місяць											
			Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
σ_i			4,3	3,8	3,1	1,9	2,0	1,6	1,4	1,1	1,2	1,6	2,1	2,5
Рік	**2008**	$\Delta t,^{\circ}C$	3,4	5,2	4,2	2,4	-0,9	0,2	1,5	2,7	0,0	2,7	1,1	1,9
		K	0,63	1,87	1,84	1,6	0,2	0,02	1,15	6,02	0,0	2,85	0,27	0,58
	2009	$\Delta t,^{\circ}C$	2,6	2,7	1,9	1,8	-0,4	1,6	1,9	0,1	3,4	1,0	2,8	-1,3
		K	0,37	0,5	0,38	0,9	0,04	1,0	1,84	0,01	8,03	0,39	1,78	0,27
	2010	$\Delta t,^{\circ}C$	-3,9	1,2	0,1	1,6	2,6	3,5	5,6	5,7	1,1	-1,4	5,1	-2,0
		K	0,82	0,1	0,01	0,71	1,69	4,79	16,0	26,9	0,84	0,77	5,9	0,64
	2011	$\Delta t,^{\circ}C$	3,4	-2,2	0,1	1,2	1,3	2,6	2,7	0,8	1,2	-0,2	0,5	4,6
		K	0,63	0,34	0,01	0,4	0,42	2,64	3,72	0,53	1,0	0,02	0,06	3,39
	2012	$\Delta t,^{\circ}C$	2,0	-6,0	1,7	2,9	2,9	0,9	3,5	1,5	1,9	2,1	2,8	-2,6
		K	0,22	2,49	0,3	2,33	2,1	0,32	6,25	1,86	2,51	1,72	1,78	1,08
	2013	$\Delta t,^{\circ}C$	1,6	4,2	-2,4	1,3	3,9	3,5	1,1	1,2	-0,4	1,8	4,6	2,3
		K	0,14	1,22	0,6	0,47	3,8	4,79	0,62	1,19	0,11	1,27	4,8	0,85
	2014	$\Delta t,^{\circ}C$	0,9	4,2	6,4	1,8	2,2	-0,2	2,8	2,1	0,8	-1,3	0,0	0,6
		K	0,04	1,22	4,27	0,94	1,19	0,02	4,06	3,58	0,46	0,67	0,0	0,05
	2015	$\Delta t,^{\circ}C$	5,7	4,2	4,9	0,7	0,6	1,5	1,1	2,8	3,6	-1,5	2,4	4,5
		K	1,76	1,22	2,5	0,14	0,09	0,88	0,62	6,48	9,0	0,88	1,31	3,24
	2016	$\Delta t,^{\circ}C$	-0,1	6,8	3,8	3,3	0,3	1,9	2,8	2,0	1,1	-0,6	-0,8	1,1
		K	0,01	3,2	1,5	3,02	0,02	1,19	4,0	3,31	0,84	0,14	0,15	0,19
	2017	$\Delta t,^{\circ}C$	1,4	2,3	5,9	1,4	-0,6	0,6	0,3	2,9	2,2	0,5	1,5	4,3
		K	0,11	0,37	3,62	0,54	0,09	0,14	0,05	6,95	3,36	0,1	0,51	2,96

а)



б)

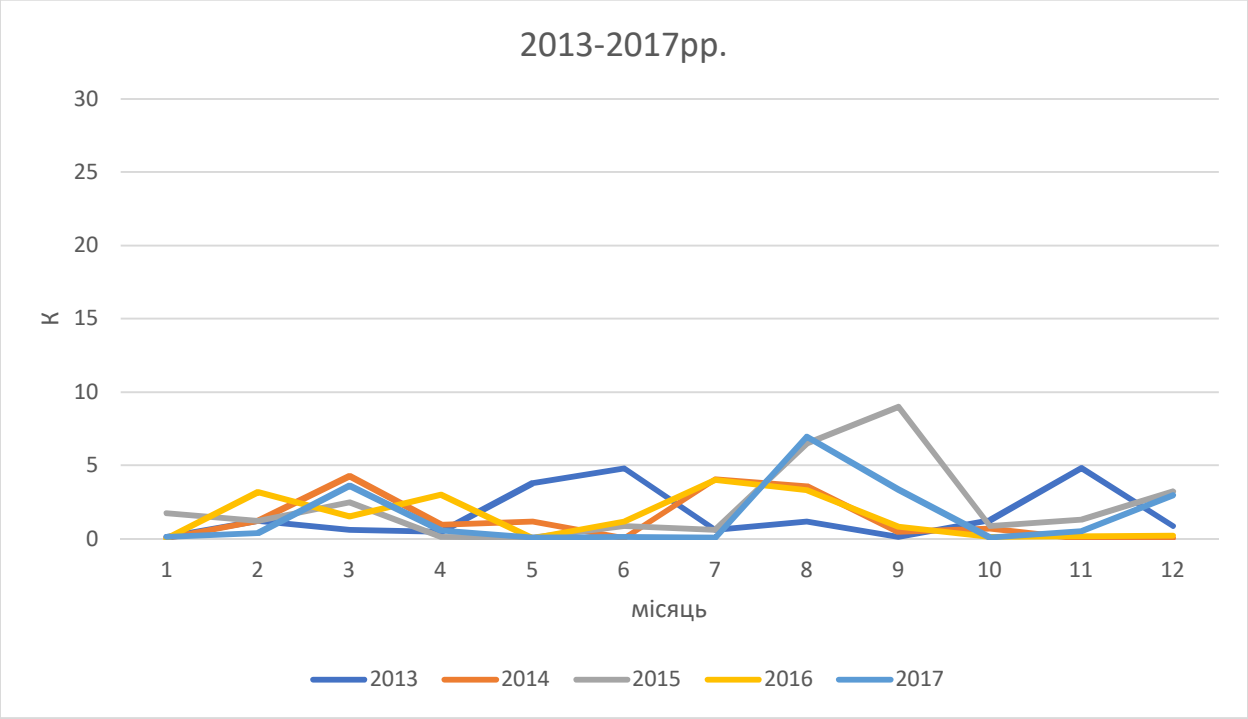


Рис. 4.2 - Графіки розподілу аномальності поля температури повітря за критерієм Багрова (*K*) на станції Чернігів: а) за період з 2008 р. по 2012 р.; б) за період з 2013 р. по 2017 р.

Далі для більш детального аналізу режиму температури повітря протягом періоду дослідження обчислена повторюваність днів з екстремальними значеннями середньодобової температури повітря різних градацій. Зокрема, розрахована кількість днів з середньодобовою температурою ≥20°С, ≥25 °С, ≤−15 °С, ≤−20°С (табл. 4.3).

Відповідно до даних, представлених в таблиці 4.3, побудовані гістограми повторюваності екстремальної середньодобової температури повітря різних градацій на станції Чернігів протягом періоду дослідження, які представлені на рис. 4.3 та рис 4.4.

Проаналізувавши дані, приведені в таблиці стає зрозуміло, що екстремальні високі середньодобові температури повторюються набагато частіше екстремально низьких.

За отриманими даними можна зауважити, найбільша кількість днів з екстремальною середньодобовою температурою зареєстрована в 2010 році, а саме в літні місяці (в липні кількість днів з середньодобовою температурою ≥ 25°С досягла 12 днів, а в серпні – 17 днів.

Серед інших років значне число днів з високими показниками середньодобової температури повітря також зафіксовано в липні 2012 р. (6 випадків). Щодо кількості днів з середньодобовою температурою повітря ≥ 20 °С можна лише відзначити, що найбільша повторюваність їх відзначається в липні місяці. Так, в період з 2010 р. по 2014 р. загальна кількість днів цієї градації протягом вказаного місяця перевищувала 20. Також значна кількість аномально теплих днів відзначалась у весняні місяці. Найбільш теплим виявився травень 2013 р. Екстремальним теплим місяцем також виявився вересень 2015 р. з повторюваністю даної градації 10 випадків за місяць.

Достатньо цікаві результати отримані при вивченні мінімальних значень середньодобової температури повітря. Встановлено, що протягом останніх десяти років найбільш холодним виявився 2012 р., а саме лютий місяць – 12 випадків з середньодобовою температурою ≤−15°С. В тому ж місяці спостерігалося і найбільше випадків з екстремальною середньодобовою температурою ≤−20°С – 5 випадків. Також екстремальним холодним виявився січень 2010 р. – 2 випадки.

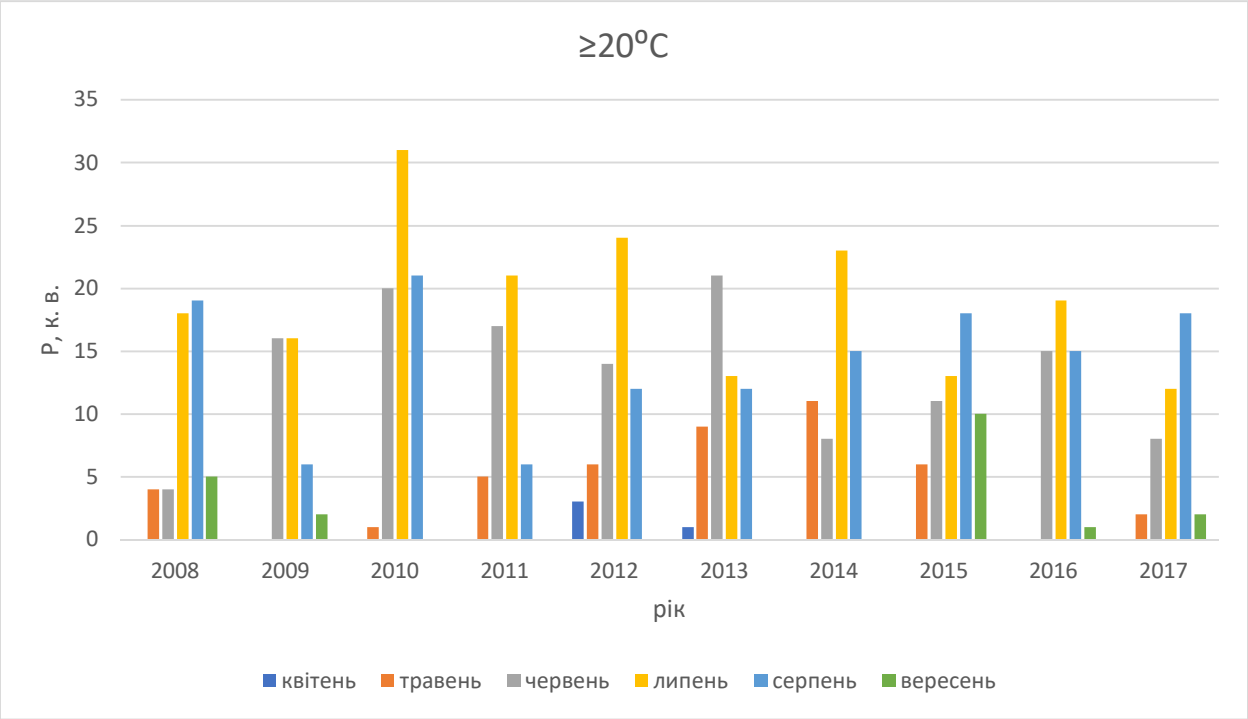
Таблиця 4.3 – Кількість днів з екстремальною середньодобовою температурою повітря на станції Чернігів

Рік	Місяць	Кількість днів з екстремальною температурою			
		≥20 ºС	≥25 ºС	≤-15 ºС	≤-20 ºС
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
2008	Травень	4	-	-	-
	Червень	4	-	-	-
	Липень	18	3	-	-
	Серпень	19	4	-	-
	Вересень	5	-	-	-
2009	Січень	-	-	2	-
	Червень	16	1	-	-
	Липень	16	4	-	-
	Серпень	6	-	-	-
	Вересень	2	-	-	-
	Грудень	-	-	2	1
2010	Січень	-	-	9	2
	Лютий	-	-	1	-
	Травень	1	-	-	-
	Червень	20	2	-	-
	Липень	31	12	-	-
	Серпень	21	17	-	-
	Грудень	-	-	2	-
2011	Лютий	-	-	2	-
	Травень	5	-	-	-
	Червень	17	-	-	-
	Липень	21	2	-	-
	Серпень	6	-	-	-
2012	Січень	-	-	4	-
	Лютий	-	-	12	5
	Квітень	3	-	-	-
	Травень	6	-	-	-
	Червень	14	-	-	-
	Липень	24	6	-	-
	Серпень	12	3	-	-
	Грудень	-	-	4	-

Продовження таблиці 4.3

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
2013	Квітень	1	-	-	-
	Травень	9	-	-	-
	Червень	21	-	-	-
	Липень	13	-	-	-
	Серпень	12	-	-	-
2014	Січень	-	-	8	1
	Лютий	-	-	1	-
	Травень	11	-	-	-
	Червень	8	-	-	-
	Липень	23	-	-	-
	Серпень	15	3	-	-
2015	Січень	-	-	1	-
	Травень	6	-	-	-
	Червень	11	-	-	-
	Липень	13	1	-	-
	Серпень	18	3	-	-
	Вересень	10	1	-	-
2016	Січень	-	-	5	1
	Червень	15	1	-	-
	Липень	19	3	-	-
	Серпень	15	2	-	-
	Вересень	1	-	-	-
2017	Січень	-	-	2	-
	Травень	2	-	-	-
	Червень	8	-	-	-
	Липень	12	-	-	-
	Серпень	18	5	-	-
	Вересень	2	-	-	-

а)



б)

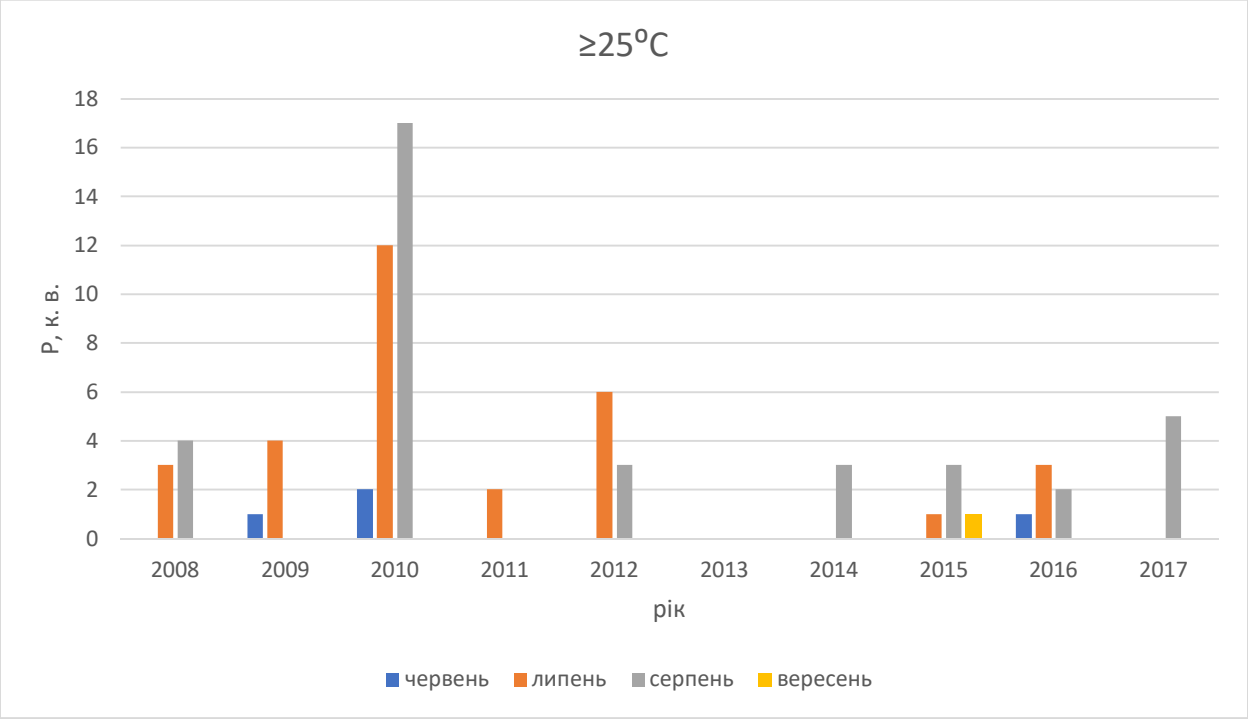
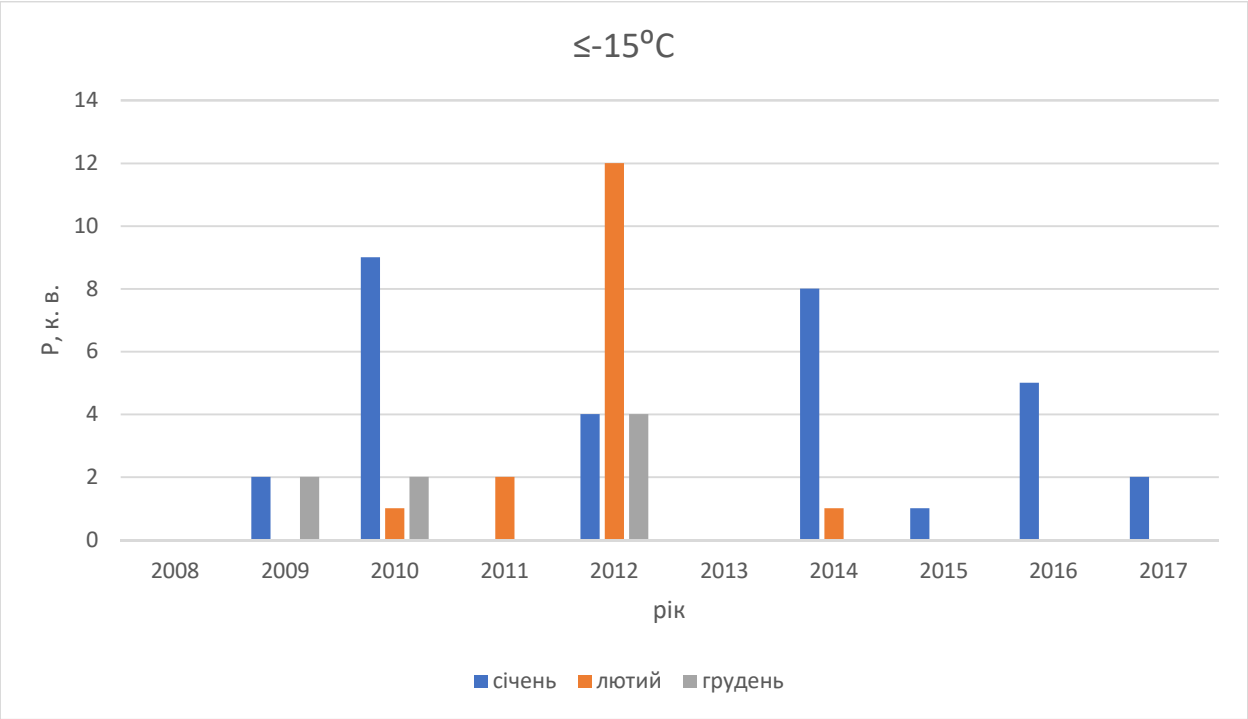


Рис. 4.3 - Гістограми повторюваності Р (к. в.) екстремальних високих середньодобових температур повітря на станції Чернігів протягом 2008–2017 рр.: а) ≥20 °С; б) ≥25 °С

а)



б)

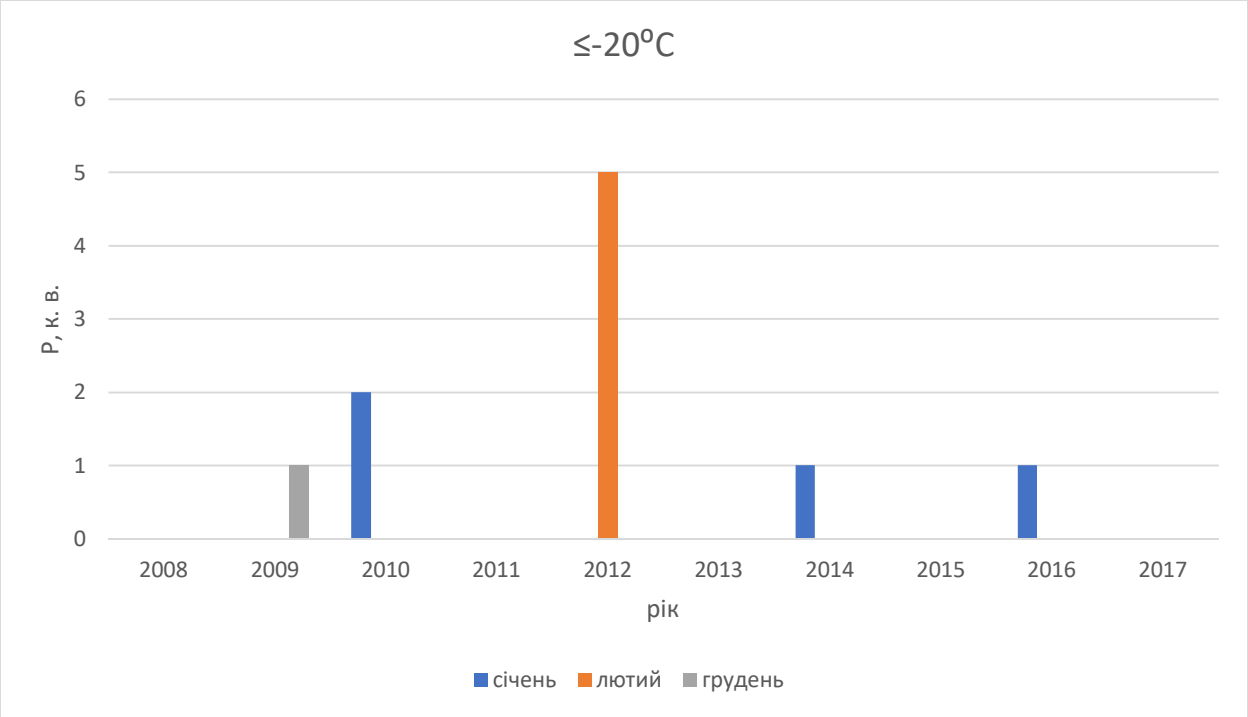


Рис. 4.4 - Гістограми повторюваності Р (к. в.) екстремальних низьких середньодобових температур повітря на станції Чернігів протягом 2008–2017 рр.: а) ≤–15 °С; б) ≤–20 °С

4.2 Синоптичні умови виникнення екстремальних температурних аномалій

Вихідними даними для дослідження синоптичних умов формування періодів з аномальним режимом температури послужили результати наземних метеорологічних спостережень – приземні карти погоди та дані температурно-вітрового зондування – карти поверхонь АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ 500/1000 (додаток В, рис. В.1–В.36).

Однією з особливостей загальноциркуляційних умов в Україні є переважання антициклонічного характеру циркуляції. Загальні характеристики циркуляції атмосфери свідчать, що важливу роль для території України грають не тільки замкнені антициклонічні утворення, але й відроги і гребені. У глобальному масштабі відмічається послаблення зональної циркуляції і зростання меридіональної складової в усі сезони року, змінилися райони формування і траєкторії руху баричних утворень. Рівнинний характер території і переважання антициклонічного режиму погоди сприяють інтенсивній трансформації повітряних мас над територією України. Особливо інтенсивна трансформація спостерігається в літній період при малохмарній антициклонічній погоді.

Для загальної характеристики особливостей синоптичних процесів в періоди формування екстремального режиму температури повітря в Чернігові протягом 2008–2017 рр. для кожного року вибраний місяць з найбільшою кількістю аномально теплих та аномально холодних днів, що дозволяє виявити типові синоптичні умови, які впливають на формування температурного розподілу в м. Чернігів.

4.2.1 Циркуляційні процеси при формуванні температурних аномалій в теплий період року

В 2008 р., як показали попередні результати дослідження, найбільшими показниками аномалії температури повітря відзначився серпень (рис. 4.5). На початку періоду погодні умови області визначав антициклон, центр якого з районів Білорусії перемістився на Україну. Надалі йому на зміну прийшов теплий сектор північно-західного циклону з фронтом оклюзії. Наприкінці

першої та на початку другої п’ятиденки область перебувала під впливом улоговини активного приземного циклону, який утворився на хвилі атмосферного фронту над Балтійським морем. Циклон через Білорусь переміщувався на центральні райони ЄТР та Верхню Волгу. Таким чином, через територію області спочатку пройшов холодний атмосферний фронт, а потім в тиловій частині циклону вторинні холодні атмосферні фронти. Наприкінці декади на центральні райони України із Західної Європи перемістився антициклон. Перебуваючи спочатку на його північно-східній периферії та завдяки надходженню холодного повітря з північного заходу Європи, температура повітря по області знижувалася. В міру того як антициклон рухався на схід, на територію області почало надходити повітря із Середземного моря. В цей період спостерігалося підвищення температури.

Більшу частину другої декади зберігався антициклональний характер погоди. Опадів не відмічалося, лише 19 серпня при проходженні атмосферного фронту, пов’язаного з північним циклоном подекуди пройшли дощі. На початку і в кінці періоду температура повітря знижувалася вночі до 12…17 °С, а вдень прогрівалася до 24…29 °С. В решту часу декади за рахунок надходження жаркого тропічного повітря із Африки температура підвищилася вночі до 15…20 °С, вдень до 32…37 °С.

На початку третьої декади переважав антициклональний характер погоди завдяки гребеню Азорського антициклону із Західної Європи та встановленню центру антициклону над центральними та північними областями України. В цей період переважала суха жарка погода з максимальними денними температурами 28…33 °С. В кінці першої та на початку другої п’ятиденки погодні умови області визначала улоговина циклону з центром над Балтійським морем. В період 24-25 серпня в результаті проходження через територію області холодного атмосферного фронту температури повітря знизилися. В середині другої п’ятиденки на погоду області починає впливати периферія антициклону із Західної Європи, центр якого перемістився на південно-західні області України. Наприкінці декади на територію області поширилася улоговина циклону з центром над Фінською затокою. На хвилі холодного атмосферного фронту над північно-східними областями Білорусії утворився новий приземний циклонічний центр, який обумовив дощову та вітряну погоду.

Максимальна середньодобова температура місяця – 26,9 °С, яка була сформована під впливом антициклону із Західної Європи за рахунок надходження жаркого тропічного повітря із Африки, спостерігалась 15 серпня (рис. 4.5).

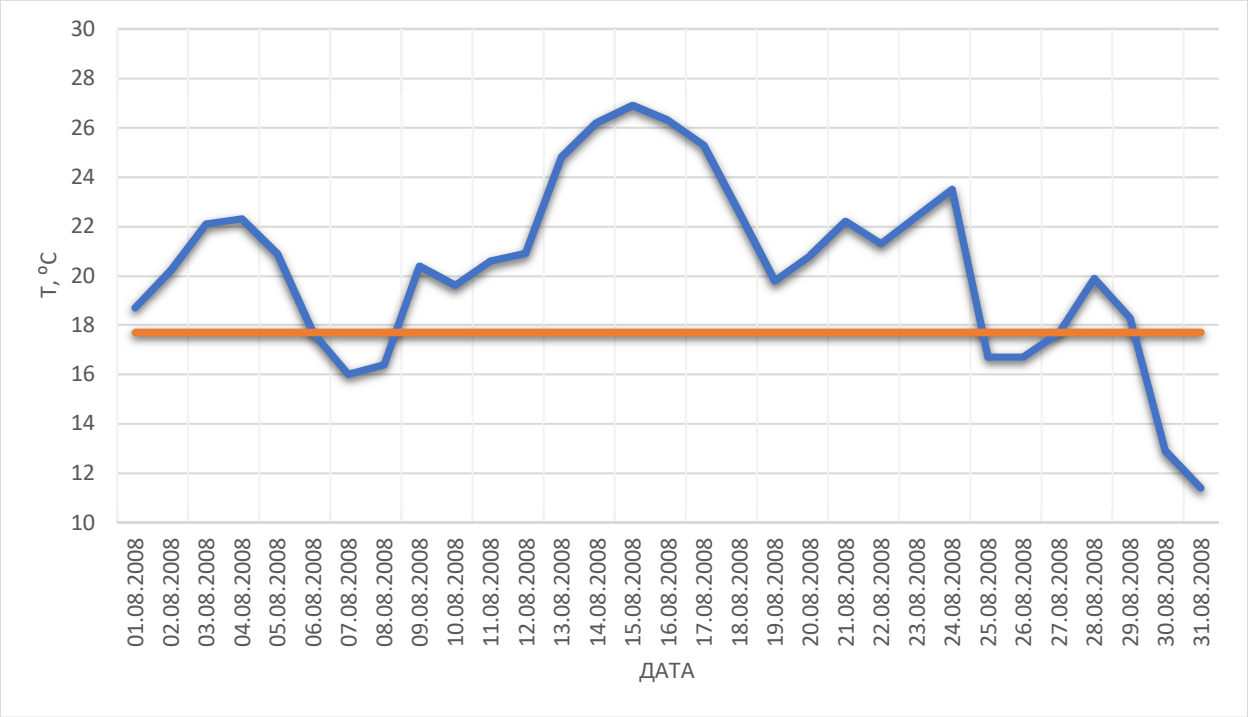


Рис. 4.5 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом серпня 2008 р.

Наступним періодом дослідження став липень 2009 р. Перша декада липня характеризувалась нестійким характером погоди. 1-2, 7 та 10 липня область перебувала під впливом антициклонів з півночі та заходу Європи. Решту часу погоду формували: 3-6 липня – улоговина циклону з сходу та північного сходу, а 8-9 липня – улоговина циклону з північного заходу Європи. При проходженні атмосферних фронтів пройшли невеликі та помірні дощі.

Друга декада липня, як і перша, характеризувалась нестійким характером погоди. 11 та 15-19 липня область перебувала в полі підвищеного тиску, пов’язаного з антициклонами із Західної Європи. З 1 по 14 липня погоду області формувала улоговина циклону з південного сходу, а в останній день декади – улоговина циклону з північного заходу Європи.

В першій половині третьої декади на область впливав Азорський антициклон, що поширювався з районів Західної Європи. Далі погоду області визначали північні циклони. В кінці декади область потрапила під вплив антициклону із Західної Європи. Нічна температура поступово підвищилася до 14…19 °С, а денна досягала 30…34 °С.

19 липня спостерігалася найвища середньодобова температура місяця – 26,8 °С, яка була сформована під впливом Азорського антициклону, що переміщувався із Західної Європи (рис. 4.6).

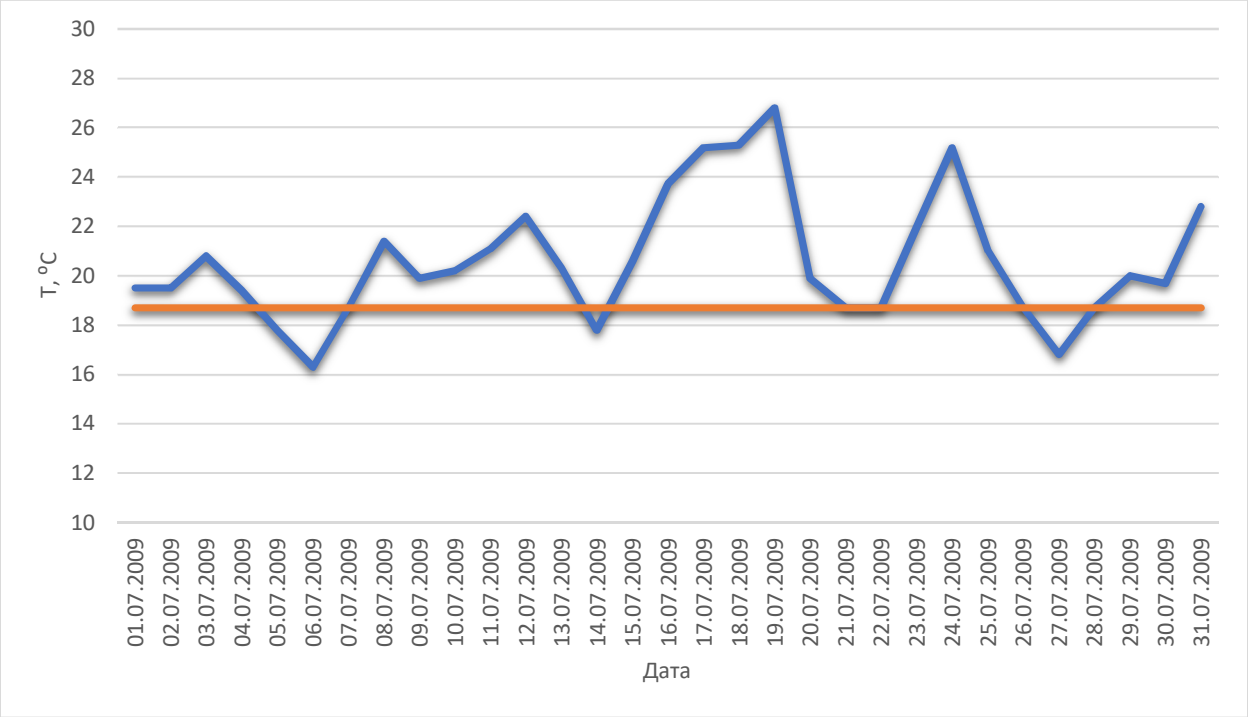


Рис. 4.6 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом липня 2009 р.

В серпні 2010 р. продовжувала зберігатися спекотна погода. Протягом першої декади на формування погоди в області впливали теплі сектори циклонів, які із Західної Європи через Балтійське море переміщувались на північні області Європейської території Росії. Середньодобові температури впродовж декади були на 6-10 °С вище багаторічних значень (рис. 4.7).

В другій декаді серпня переважала суха спекотна погода зі зливовими дощами та грозами в окремі дні. На початку декади область знаходилась під впливом теплого сектору циклону, що переміщувався із Фінляндії на Північний Урал. Надалі погодні умови формував гребінь північного антициклону. По області зберігалась суха жарка погода. Наприкінці декади, на зміну північному антициклону, на територію області поширилася улоговина північно-західного циклону. Відбулось значне зниження температури повітря на 8-12 °С. В кінці декади погоду області визначала тилова частина хвильового циклону, який швидко переміщувався на центральні райони Європейської території Росії. По області пройшли невеликі дощі, подекуди відмічались тумани. Середньодобові температури повітря виявилися на 1-3 °С нижче середніх багаторічних значень.

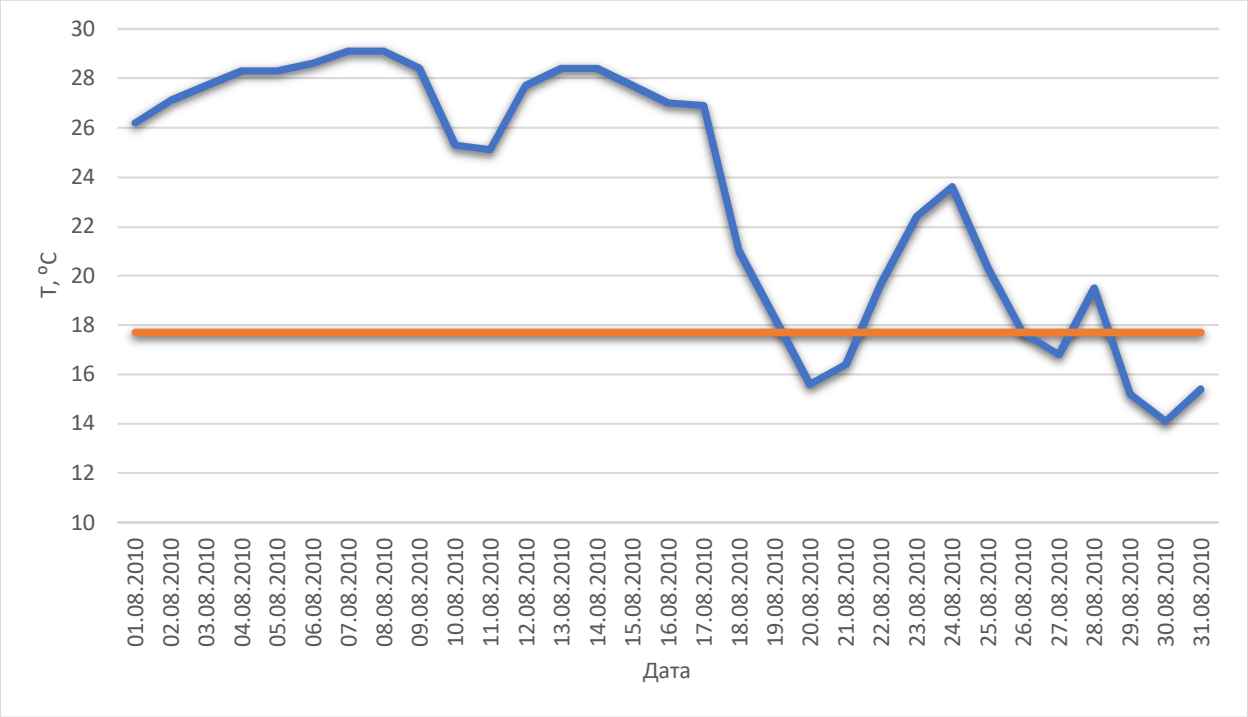


Рис. 4.7 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом серпня 2010 р.

В останній декаді серпня переважала тепла погода часом зі зливовими дощами. У першій п’ятиденці погодні умови області визначав виступ антициклону із Західної Європи та антициклон із центром над Карпатами. На зміну йому наприкінці п’ятиденки на територію області поширилась улоговина активного циклону над північно-західними районами Європи. Вдень 25 серпня пройшов холодний атмосферний фронт. На початку другої п’ятиденки погодні умови визначала улоговина циклону, який з території Нідерландів швидко рухався на центральні області Європейської території Росії через Білорусь. Наприкінці декади погоду обумовлював гребінь антициклону із Західної Європи, а в останній день декади – улоговина циклону над Балканами. З 29 серпня почалось зниження температурного режиму.

Таким чином, 07-08 серпня спостерігалася найвища середньодобова температура місяця – 29,1 °С, яка була сформована під впливом гребеня Азорського антициклону, що перемістився із Західної Європи.

В першій половині першої декади липня 2011 р. погоду Чернігівської області визначав циклон, який утворився над південним сходом України і переміщався на Білорусь, Польщу, Нижню Волгу. В другій п’ятиденці на область впливав циклон, який сформувався над південним сходом України і повторив шлях переміщення попереднього циклону. Вночі температура

знижувалася до 10…15 °С, вдень повітря прогрівалося до 19…24 °С. В кінці декади в результаті адвекції тепла температура підвищилася на 3…5 °С.

Більшу частину другої декади липня область знаходилася в теплих секторах північних циклонів і в полі підвищеного тиску. На висотах зберігався термічний гребінь. Вночі температура повітря була 16…19 °С, вдень 27…32 °С.

Остання декада липня характеризувалась чергуванням теплих секторів циклонів із Західної Європи (21-23 липня), поля зниженого тиску – 27 липня, антициклонами зі сходу (24-26 липня) та із Західної України (29-30 липня), та улоговини циклону зі сходу – 31 липня.

Найвища середньодобова температура місяця – 26,2 °С спостерігалась 21 липня і була сформована під впливом теплого сектору циклону із Західної Європи (рис. 4.8).

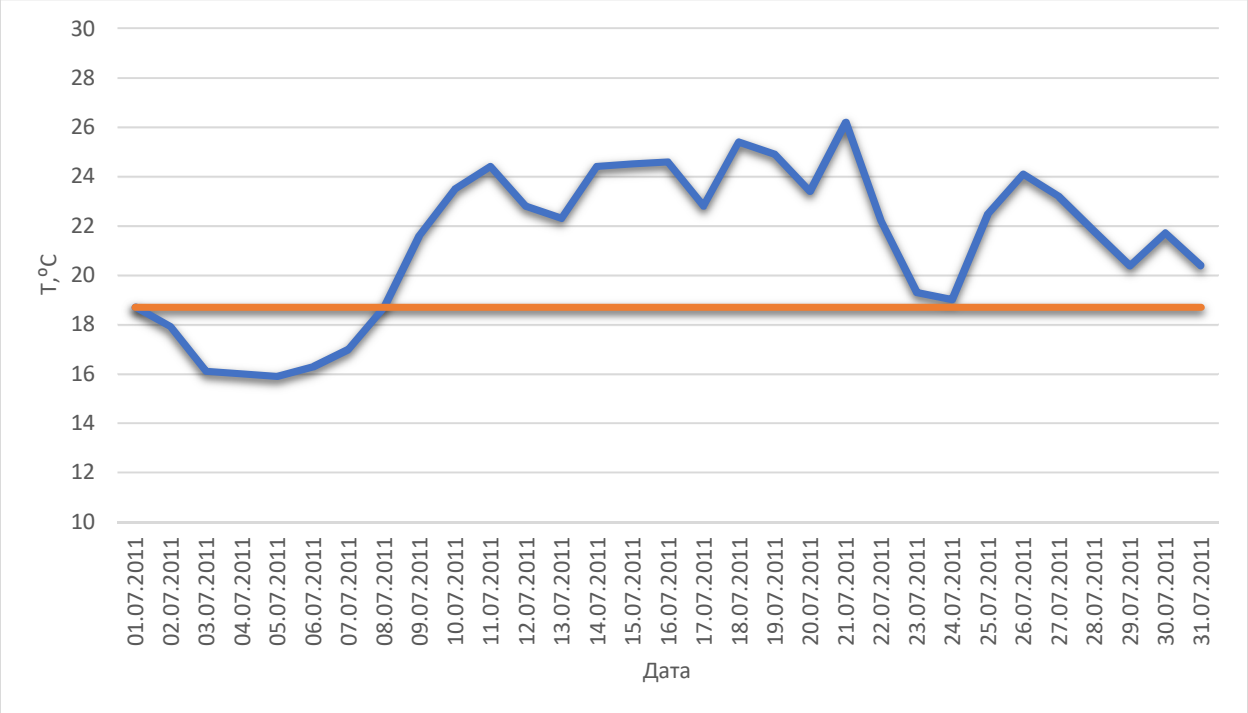


Рис. 4.8 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом липня 2011 р.

Для теплого періоду 2012 р. найбільш екстремальним виявився також липень місяць (рис. 4.9). В першій декаді липня переважав антициклональний характер погоди та підвищений температурний режим. Погодні умови області в першій п’ятиденці визначала периферія антициклону, який із північного заходу Європи переміщувався на східні області України. Одночасно область перебувала в теплому секторі циклону з центром над Північною Атлантикою

з впливом атмосферних фронтів. Початок другої половини декади ознаменувався сухою спекотною погодою. Максимальні температури вдень впродовж 05-10 липня складали 22-35 °С.

Більшу частину другої декади липня на погоду області впливали північні циклони. Лише 17-19 липня область знаходилася на периферії Азорського антициклону із Західної Європи.

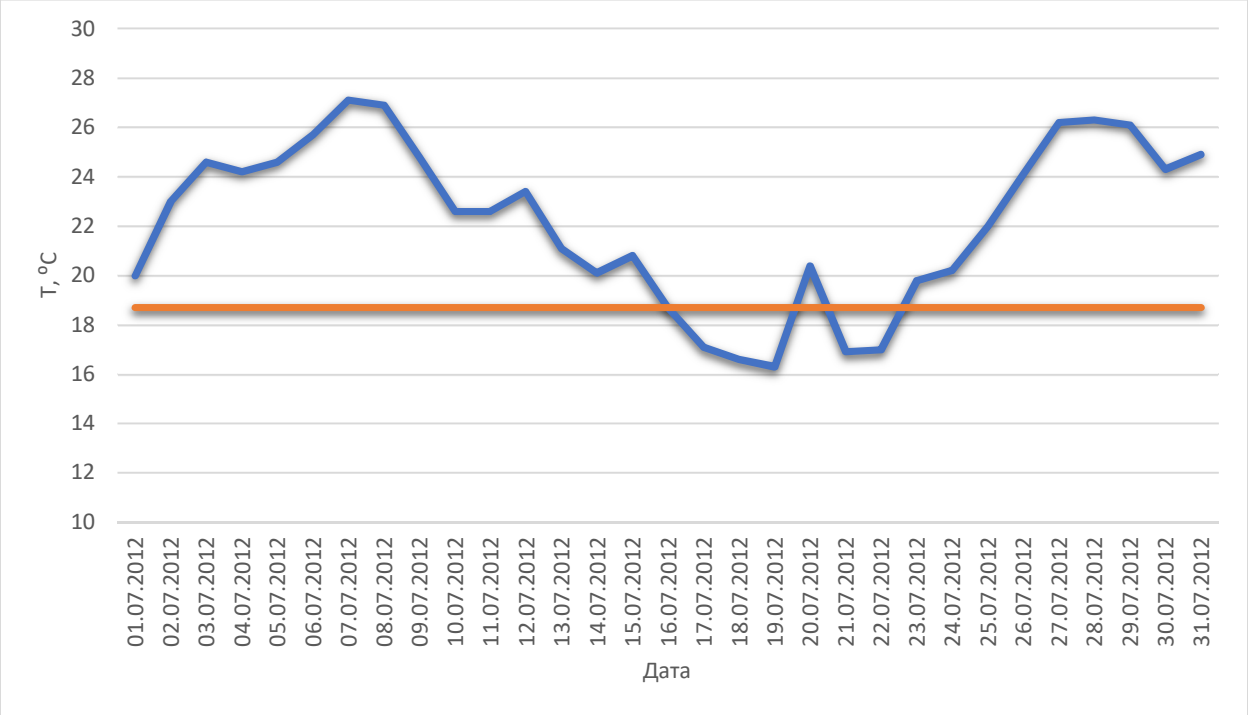


Рис. 4.9 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом липня 2012 р.

В останній декаді липня погоду області визначали переважно гребені антициклонів та пов'язаних з ними полів підвищеного тиску: 22-26 липня – із районів Західної Європи, який з Польщі переміщувався на Білорусь, 27-31 липня – з північного сходу ЄТР з одночасним впливом теплого сектору циклону з північного заходу.

Максимальна середньодобова температура місяця, яка спостерігалась 07 липня, становила 27,1 °С і була сформована під впливом антициклону із північного заходу Європи.

За останні 10 років червень місяць виявився найбільш екстремальним лише в 2013 р. В перші три дні першої декади червня на погоду області впливав північний циклон, який повільно переміщувався із Польщі на південь Білорусі, де він і заповнився. В решту періоду область перебувала в полі зниженого тиску.

На початку другої декади погоду над територією області обумовили: поле зниженого тиску і улоговина північного циклону, з проходженням холодного фронту. 13-14 червня погоду області визначала периферія і гребінь антициклону, центр якого утворився над Європою і перемістився на західну територію Росії. 15-17 червня поле зниженого тиску (16 червня проходження фронтів оклюзії, 17 червня проходження розмитого холодного фронту). 18-20 червня антициклональний характер погоди: периферія і гребінь антициклону, центр якого утворився над Європою і перемістився в район північного заходу Росії.

Погоду третьої декади червня формували поля зниженого тиску, теплі сектори та улоговини циклонів із заходу та північного заходу Європи, а також наприкінці декади – улоговини із південного сходу. Лише в перший день декади область перебувала в гребні антициклону з північного сходу. Наприкінці декади за рахунок адвекції холоду температура повітря знизилася. 28 червня спостерігалася найвища середньодобова температура місяця – 24,4 °С, яка була сформована під впливом теплого сектору циклону із північного заходу Європи (рис. 4.10).

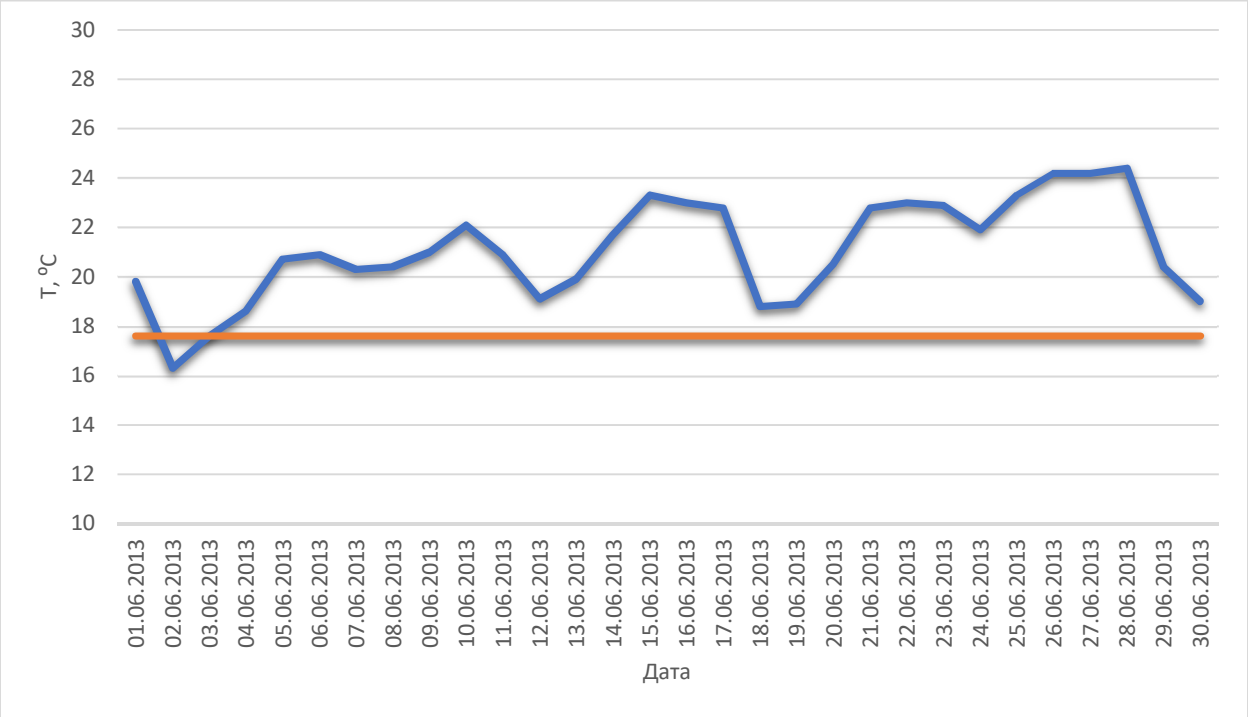


Рис. 4.10 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом червня 2013 р.

В 2014 р. найбільш аномально теплим виявився також серпень (рис. 4.11). Перша декада розпочалася спекотною сухою погодою з денними

температурами повітря 33…37 °С. Область перебувала на периферії північно-східного антициклону в тропічному повітрі. В кінці першої п’ятиденки антициклон почав руйнуватися. Погодні умови області почало визначати поле зниженого тиску, пов’язане із улоговиною циклону над Іраном. Температура повітря вдень дещо знизилась. До кінця періоду область перебувала в полі зниженого тиску, пов’язаного з улоговиною південно-східного циклону.

В другій декаді серпня переважав антициклональний характер погоди із підвищеним температурним режимом. На початку першої п’ятиденки погодні умови області визначав гребінь антициклону із південного заходу Європи, який змінився теплим сектором північно-західного циклону. Завдяки надходженню повітря із Середземномор’я, денна температура повітря підвищилася до 27…33 °С, а 14 серпня до – 35…36 °С. В другій п’ятиденці вплив гребеня Азорського антициклону. В середині декади проходження атмосферного фронту, пов’язаного із північно-західним циклоном і зниження температурного режиму.

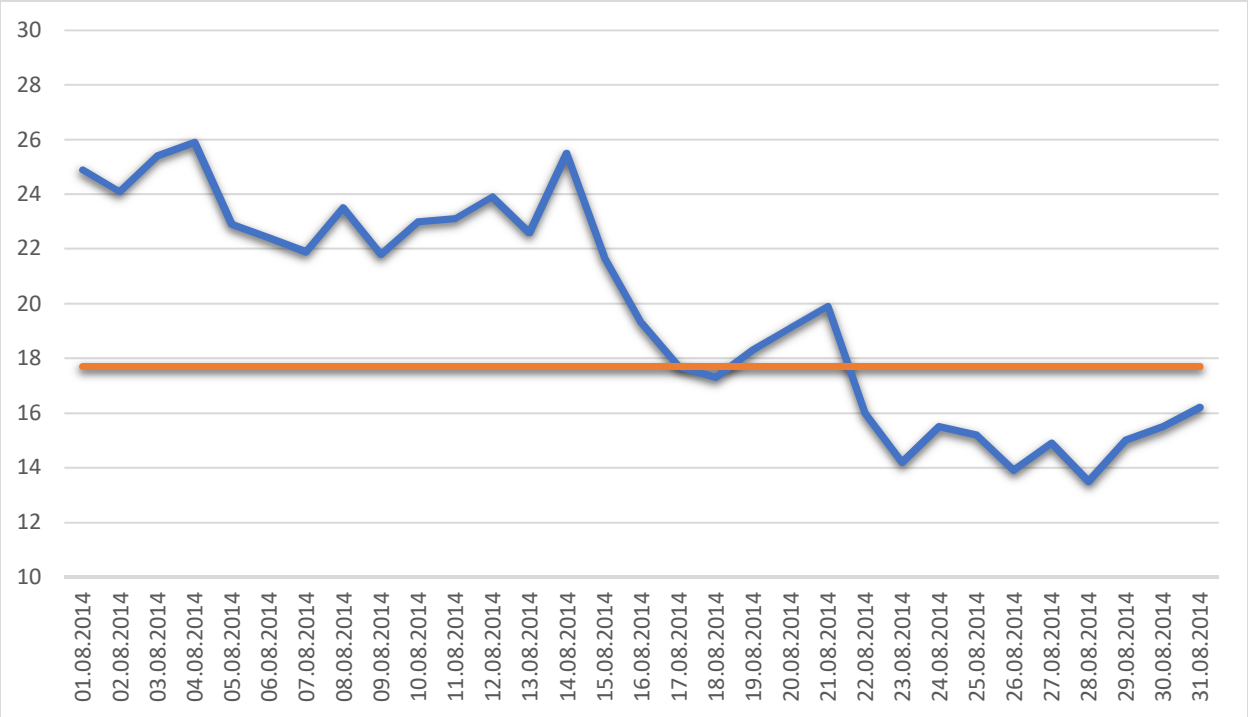


Рис. 4.11- Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом серпня 2014 р.

На початку третьої декади погоду області обумовлював антициклон, який із Західної Європи переміщувався на центральні райони ЄТР. 25-28 серпня на область впливав циклон, який утворився над півднем Польщі і через

Білорусь перемістився на райони Санкт-Петербургу. Решту періоду область перебувала на полі підвищеного тиску.

Найвища середньодобова температура місяця – 25,9 °С спостерігалася 04 серпня. Вона була сформована під впливом периферії північно-східного антициклону.

Для теплого періоду року періодом дослідження став серпень 2015 р. (рис. 4.12). На протязі першої декади серпня погоду області визначали антициклони – спочатку із Західної Європи, а потім з півночі та центру ЄТР.

В другій декаді серпня переважав антициклональний характер погоди. В першій п’ятиденці область перебувала на периферії антициклону, який із Арктики перемістився на Біле море. Надходження тепла із Ірану обумовило підвищення денної температури повітря до 35…36 °С. На початку другої п’ятиденки через територію області проходив малоактивний атмосферний фронт. В зафронтальну зону поширювався гребінь антициклону, який утворився в холодному арктичному повітрі. Завдяки цьому температура повітря знижувалася.

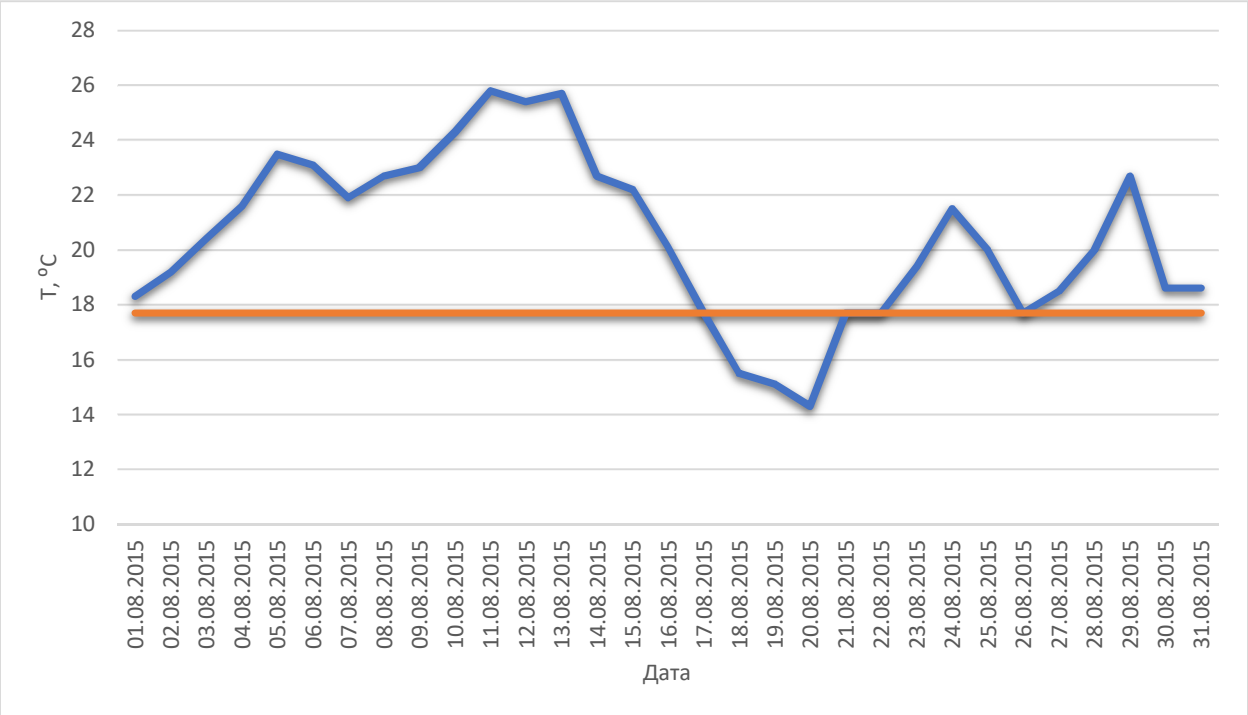


Рис. 4.12 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом серпня 2015 р.

В третій декаді серпня переважала антициклонічна погода із підвищеним температурним режимом. В першій половині періоду територія області знаходилася на периферії малорухомого антициклону з центром над

північним заходом Європи. Поступово руйнуючись, антициклон переміщувався через центр ЄТР на південні області Росії. В цей час переважала суха погода з денними температурами 26…30 °С. На початку другої п’ятиденки в полі підвищеного тиску пройшов розмитий атмосферний фронт, надалі в зафронтальну зону поширився антициклон над західними областями України, який переміщувався у південно-східному напрямку. В кінці декади погодні умови області визначала повітряна маса теплого сектору північно-західного циклону, що призвело до підвищення температури повітря. В теплій повітряній масі утворився антициклон над Західною Європою, східна периферія якого впливала на погоду області. Найвища середньодобова температура місяця (25,8 °С) зареєстрована 11 серпня і була сформована під впливом поля підвищеного тиску.

Для теплого періоду 2016 р. найбільш екстремальним виявився липень місяць (рис. 4.13). На початку періоду погодні умови області визначав антициклон, центр якого з районів Білорусії перемістився на Україну. Надалі йому на зміну прийшов холодний сектор північно-західного фронту з лінією конвергенції, яка проходили через всю Україну, в тому числі й над Чернігівською областю. Ця синоптична ситуація призвела до зниження температури повітря.

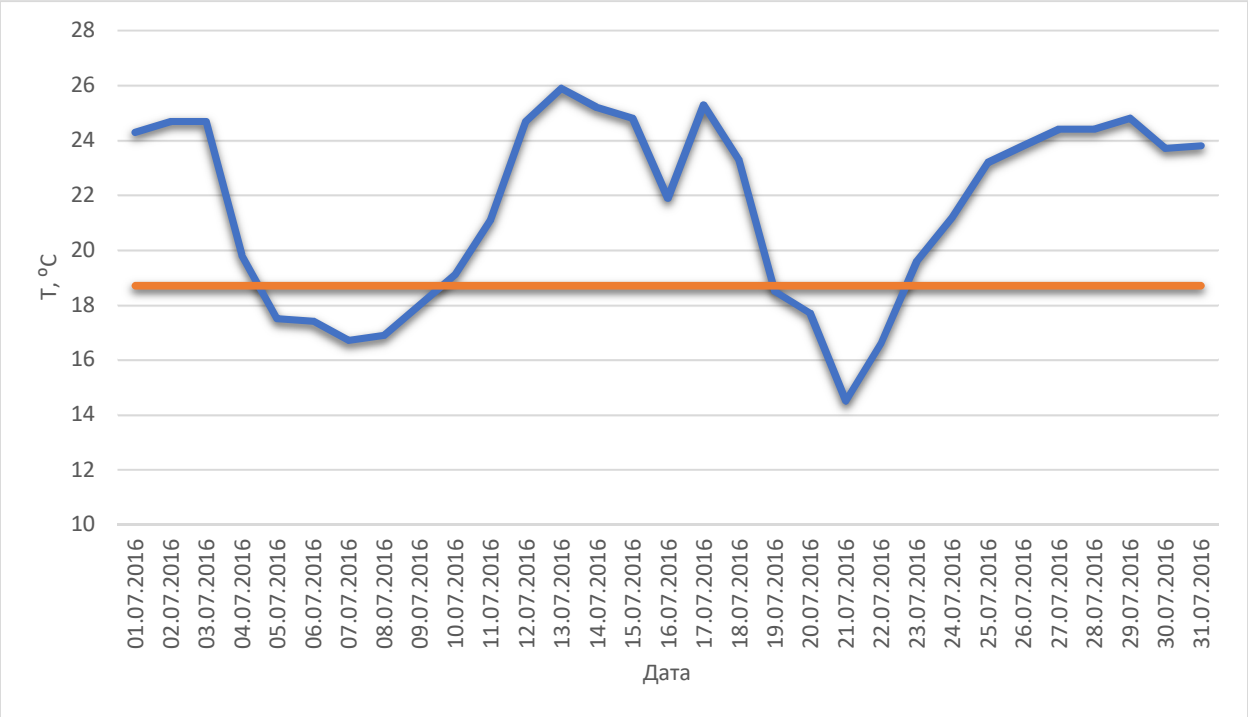


Рис. 4.13 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом липня 2016 р.

На початку другої декади місяця область знаходилась у полі підвищеного тиску, потім перебувала під впливом холодного атмосферного фронту перед яким утворилася лінія конвергенції, на хвилі цієї синоптичної ситуації з'явився глибокий циклон, по області пройшли значні зливи з грозою. Максимальні температури вдень впродовж 12-17 липня складали 24-26 °С.

Таким чином, через територію області спочатку пройшов холодний атмосферний фронт, а потім в тиловій частині циклону вторинні холодні атмосферні фронти. Температура повітря знизилась до 14,5°С.

Наприкінці місяця переважав антициклональний характер погоди завдяки гребню Азорського антициклону із Західної Європи та встановленню центру антициклону над центральними та північними областями України. В цей період спостерігались два випадки проходження атмосферного фронту з грозами, максимальними денними температурами 23…25 °С.

Максимальна середньодобова температура місяця – 25,9 °С, яка була сформована під впливом антициклону із Західної Європи за рахунок надходження жаркого тропічного повітря з Африки, спостерігалась 13 липня.

В 2017 р., як показали попередні результати дослідження, найбільшими показниками аномалії температури повітря відзначився серпень (рис. 4.14). На початку декади область знаходилася під впливом північного антициклону. Далі (03-05 серпня) погоду визначали антициклони із Західної Європи. 06-08 серпня над областю пройшов фронт оклюзії, погода відзначалась з дощем та грозами. Максимальна середньодобова температура першої декади – 25,8 °С (02 серпня) знизилась до позначки 17,6 °С (08 серпня).

Друга декада серпня визначалась чергуванням виступів антициклонів з заходу (11-12 серпня), з півночі атмосферний фронт (13-15 серпня), антициклони з південного заходу (16-19 серпня). Максимальна температура повітря вдень - 32°С (12-13 серпня).

Остання декада серпня охарактеризувалась нестійким характером погоди. Погодні умови області здебільшого формували поля зниженого тиску з проходженням атмосферних фронтів, на хвилях яких утворювалися циклони: 21-24 серпня – улоговина циклону, що утворився над Середземним морем, а 26-28 серпня – циклон який з північного заходу переміщався через Чернігівську область на північний захід ЄТР. Відмічалися значні дощі з грозами. Лише 25 серпня область знаходилася під впливом периферії антициклону з південного заходу, а 29-31 серпня – поля підвищеного тиску, пов'язаного з Азорським антициклоном.

Найвища середньодобова температура місяця – 25,8 °С спостерігалась 02 серпня і була сформована під впливом теплого сектору циклону із Західної Європи.

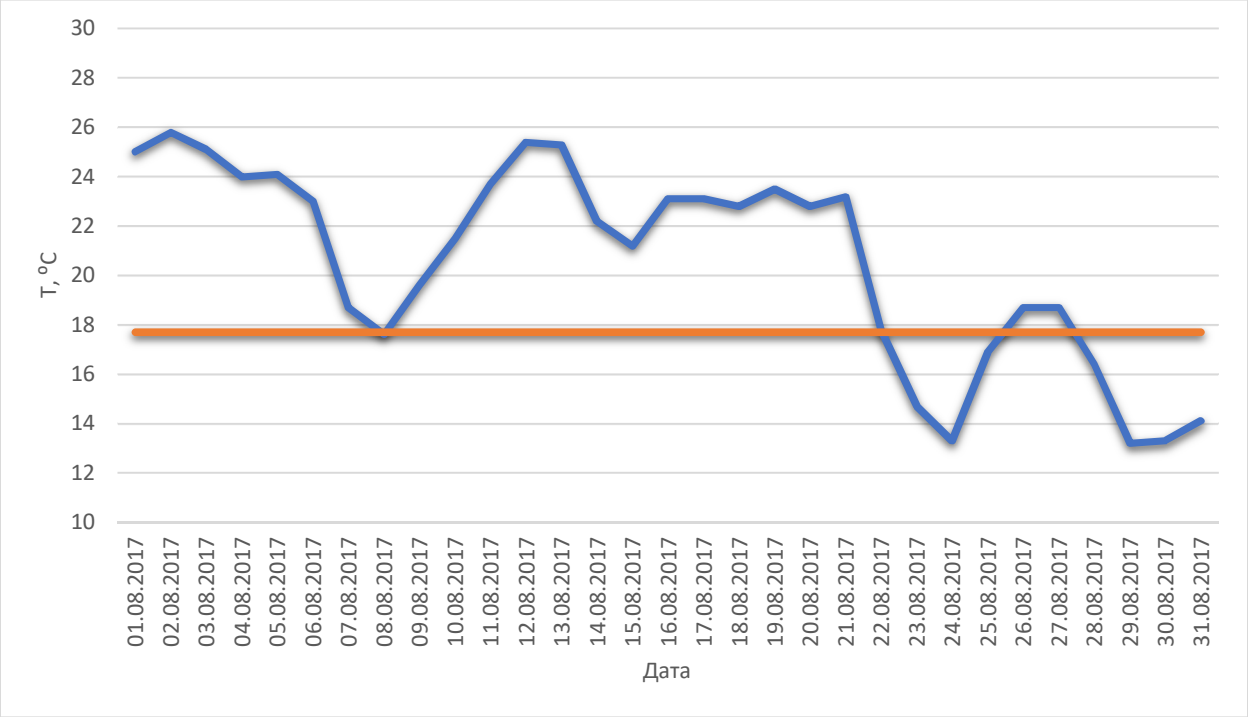


Рис. 4.14 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом серпня 2017 р.

Аналіз синоптичних процесів в періоди формування екстремально високого температурного режиму показав, що в основному аномалія температури виникає за рахунок антициклонічної діяльності з півночі, північного сходу та заходу Європи і лише інколи за рахунок теплих секторів циклонів із Західної Європи.

4.2.2 Дослідження особливостей формування екстремального режиму температури в холодний період року

З метою дослідження синоптичних процесів, які сприяють формуванню аномального режиму температури повітря в холодний період року, як і попередньому випадку, в кожному році вибрані місяці з максимальною повторюваність екстремальних холодних днів.

Холодний період 2008 року виявився відносно теплим, оскільки, випадків з екстремальною низькою середньодобовою температурою не відмічалося.

Єдиним роком, для якого найбільш холодним став грудень місяць, виявився 2009 р. (рис. 4.15). В першій половині декади область знаходилася в теплому секторі північного циклону. Більшу частину другої половини декади визначав антициклон, який переміщався із Карелії через басейн Волги на Казахстан. 10 грудня над північним сходом України пройшов атмосферний фронт приземного циклону, який утворився над Білорусією. В першій п’ятиденці зберігалася відносно тепла погода. В другій половині декади, після адвекції холоду температура дещо знизилася.

Друга декада грудня характеризувалася зниженим температурним режимом і переважала циклонічна діяльність. На початку декади погодні умови області визначала улоговина південного циклону з подальшим впливом виступу антициклону з північного заходу Європи. В цей період при проходженні атмосферного фронту випадав невеликий сніг та відмічалося поступове зниження температури повітря. В кінці першої п’ятиденки через територію області пройшов атмосферний фронт, пов'язаний із приземним циклоном на півдні ЄТР. Після його проходження погодні умови почав визначати холодний антициклон з північного сходу Росії, який обумовив різке зниження температури повітря. В цей період над півднем Європи активізувались атмосферні фронти, на яких почали утворюватися циклони. Вони переміщувалися на Чорне море, а їх улоговини поширювалися на всю територію України, досягаючи північних областей. Наприкінці другої п’ятиденки один із таких циклонів пройшов через територію України з півдня на її північно-східні області. Його атмосферні фронти обумовили випадіння сильного снігу.

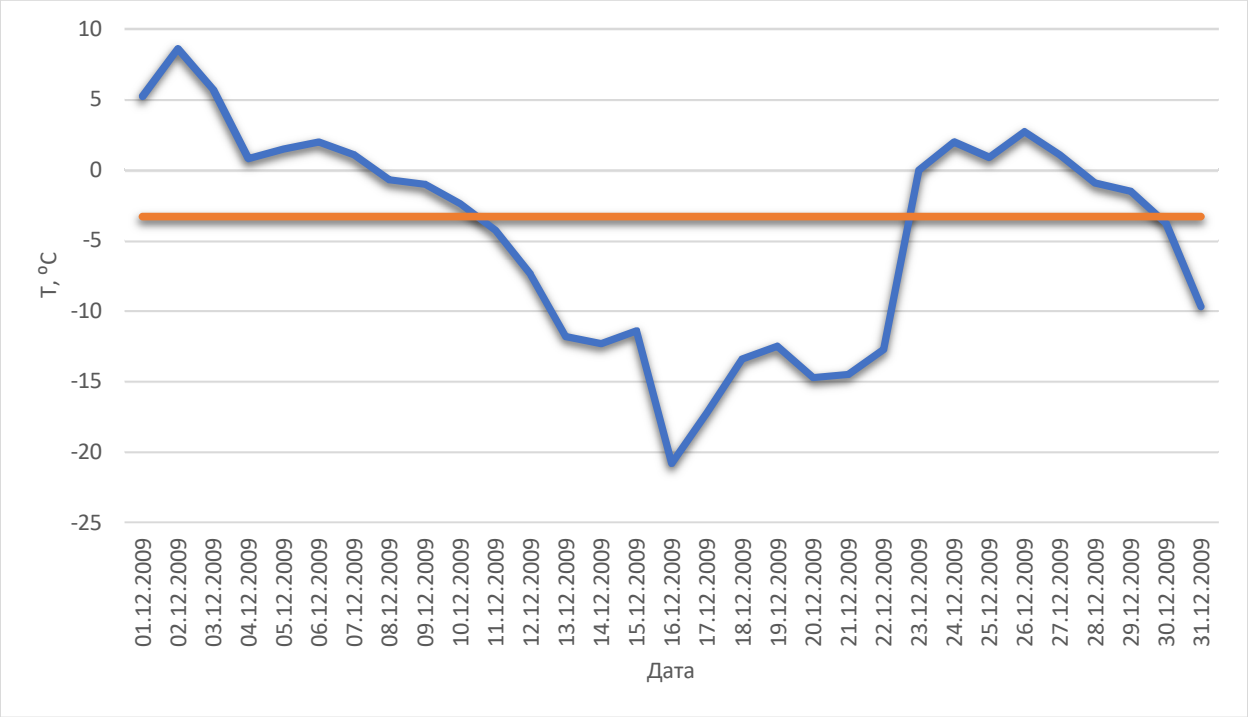


Рис. 4.15. Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом грудня 2009 р.

В останній декаді грудня переважала циклонічна діяльність. На початку декади область перебувала в тиловій частині циклону над східними областями України. При проходженні холодного атмосферного фронту пройшов сніг. Надалі на територію області поширився гребінь антициклону із Чорного моря. В першій п’ятиденці область перебувала в теплому секторі циклону, який із Західної Європи переміщувався на Балтійське море. Внаслідок надходження теплого повітря з Атлантики відмічалося різке підвищення температури повітря. На початку другої п’ятиденки погодні умови області визначав виступ антициклону із Туреччини. Він передував виходу південного циклону, який за добу пройшов територію України з півдня на північний схід. Вплив тилової частини даного циклону продовжувався до кінця декади.

Найнижча середньодобова температура місяця спостерігалась 16 грудня і становила −20,8 °С. Її формування відбувалось під впливом антициклону з північного сходу ЄТР.

На початку першої декади січня 2010 р. погоду в області формував антициклон (рис. 4.16). Спостерігалась холодна погода без опадів. Надалі, 2-3 січня, погодні умови були обумовлені циклоном, який переміщувався з Балкан через Україну на південні райони Європейської території Росії. 4-5 січня область знаходилась під впливом антициклону, який із Західної Європи переміщувався на південний захід ЄТР. Продовжувала зберігатися холодна

погода без суттєвих опадів. У другій п'ятиденці погоду формували циклони: 6-8 січня – циклон, який переміщувався з Італії через захід України на Фінляндію, а 9-10 січня – циклон із Середземного моря. Відбулось підвищення температурного режиму.

На початку другої декади погоду області визначала улоговина південного циклону з проходженням атмосферного фронту. По області пройшли невеликі опади переважно у вигляді дощу та мряки, утворювалась ожеледь, місцями відмічався туман. Надалі погоду формували антициклони: 14-17 січня – периферія антициклону, який з півдня Норвегії через Прибалтику переміщувався на Середню Волгу, 18-20 січня – східний антициклон. Пройшли опади різної інтенсивності переважно у вигляді снігу, снігових зерен та крупи. Відбулось зниження температурного режиму.

Третя декада січня характеризувалась холодною погодою з невеликими опадами у другій п'ятиденці. Часом по області відмічався поземок, утворювалась ожеледь, паморозь, на дорогах зберігалась ожеледиця. 21-25 січня на формування погоди в області впливав північний антициклон, який обумовив суху морозну погоду. Короткочасно, вночі 26 січня, область знаходилась під впливом улоговини циклону із південного заходу. У результаті цієї синоптичної ситуації по області пройшов невеликий сніг. Надалі, 26-28 січня, область знаходилась під впливом східного антициклону та висотної улоговини північного циклону.

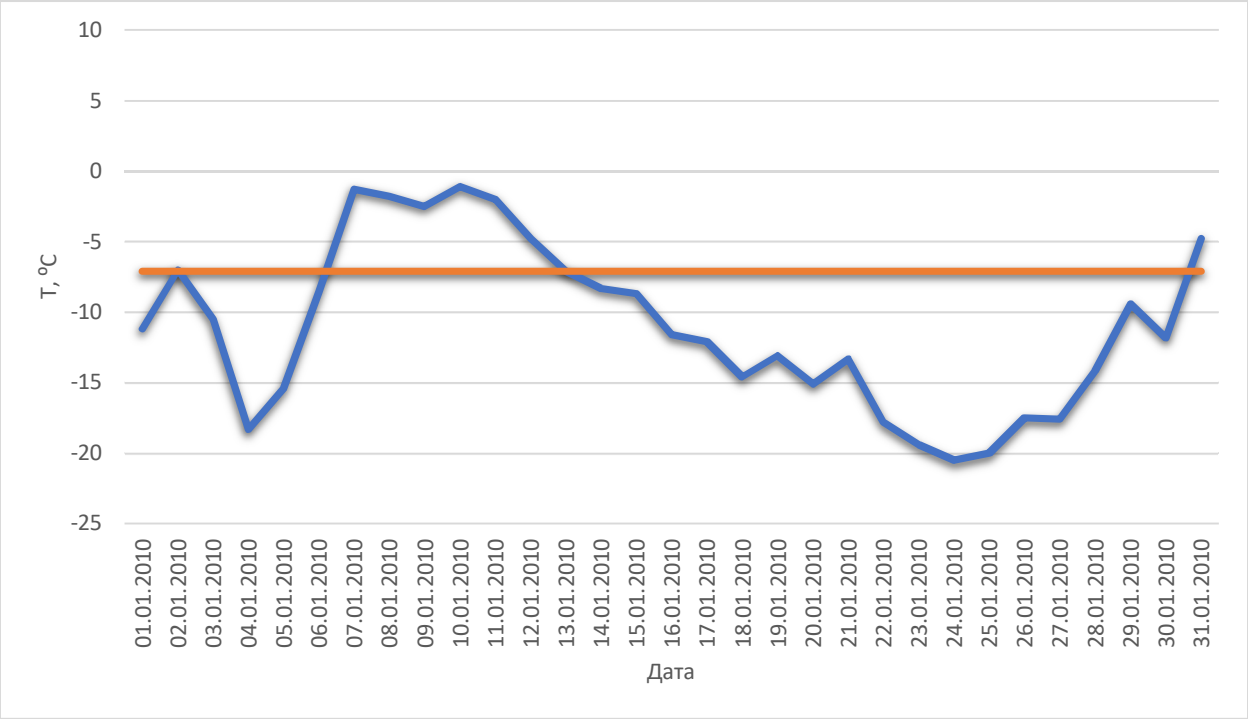


Рис. 4.16. Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом січня 2010 р.

По області зберігалась холодна погода, пройшов невеликий та помірний сніг. 29-31 січня погоду формував теплий сектор північно-західного циклону з проходженням атмосферних фронтів. Відбулось підвищення температурного режиму, пройшли невеликі та помірні опади у вигляді снігу, мокрого снігу, дощу та мряки. Середньодобові температури повітря 22-27 січня були на 11-14° С, у решту днів на 3-9° С, нижчими середніх багаторічних значень.

Найнижча середньодобова температура місяця спостерігалась 04 січня і становила −18,3 °С. Формування таких температурних показників відбувалось під впливом антициклону з півночі.

Для холодного періоду 2011 року найбільш холодним виявився лютий місяць (рис. 4.17). Більшу частину першої декади лютого область знаходилася під впливом північних циклонів. Лише 1 та 7 лютого погоду формували проміжні гребні антициклонів із Західної Європи.

В другій декаді лютого переважав антициклональний характер погоди та знижений температурний режим. На початку періоду область перебувала у гребені антициклону із південного заходу Європи. Надалі через територію області прийшов активний приземний циклон, який був останнім у серії циклонів, які переміщувалися із північного заходу Європи через північні області ЄТР та Середню Волгу. Вищевказаний циклон із швидкістю 60-70 км·год$^{-1}$ рухався із Білорусі через північно-східні райони України на південь ЄТР, проходячи своїм центром через Чернігівську область. Тому, в цей період відмічалася різка зміна погодних умов та температури. Після проходження холодного фронту повітряна маса теплого сектору різко змінилася арктичною. До кінця першої п’ятиденки область перебувала в тиловій частині даного циклону. Внаслідок надходження арктичного повітря температура повітря вночі знижувалася до −14…−18 °С, вдень до −9…−14 °С. В другій п’ятиденці на територію області поширився виступ антициклону, який із Баренцового моря перемістився на північ Фінляндії і далі на північні області ЄТР. Відбулося подальше зниження нічної температури повітря до −19…−24 °С. Наприкінці декади на західні райони області почав впливати арктичний атмосферний фронт, що обумовив невелике підвищення нічної температури повітря.

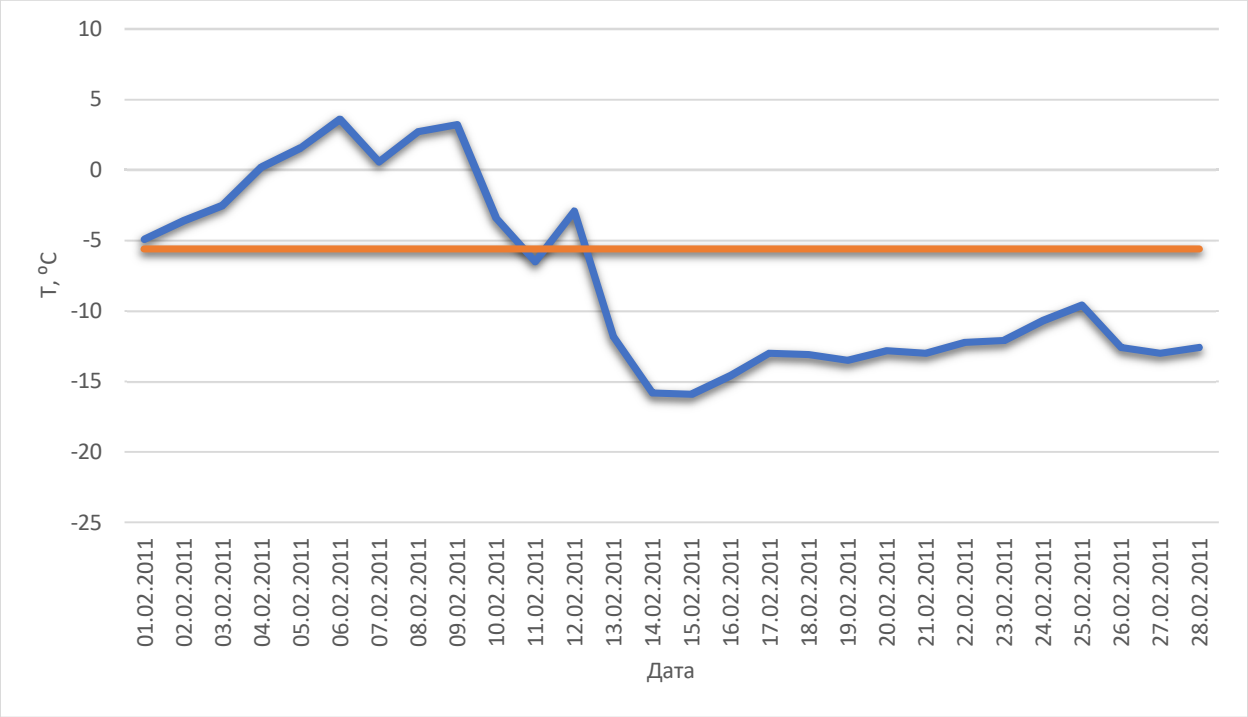


Рис. 4.17. Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом лютого 2011 р.

Всю третю декаду лютого область знаходилася на периферії антициклону, який утворився на півночі ЄТР і поступово перемістився на Південний Урал. В першій половині декади одночасно з антициклоном на область впливав атмосферний фронт, який проходив по периферії антициклону.

В Чернігові 15 лютого спостерігалася найнижча середньодобова температура місяця (−15,9 °С), яка була сформована під впливом антициклону з півночі Європи.

Для найбільш холодного місяця 2012 р. – лютого, погодні умови області в першій декаді лютого здебільшого визначала периферія антициклонів з півночі та північного сходу. Лише 4-5 лютого область перебувала під впливом атмосферних фронтів циклону з південного заходу Європи. Температура повітря коливалась вночі від −16…−22 °С до −27…−32 °С, вдень від −11…−15 °С до −16…−22 °С.

В перші дні та наприкінці другої декади погодні умови області визначала периферія антициклонів з півночі, північного сходу та зі сходу. Решту часу погоду області формували: 14-15 лютого – південний циклон, 16-17 лютого – улоговина циклону, який із Західної Європи переміщувався на південь Туреччини.

В третій декаді на область впливали північні циклони, а в кінці декади – циклон з південного сходу. Надходження теплого повітря із Атлантики призвело до підвищення температури повітря (рис. 4.18).

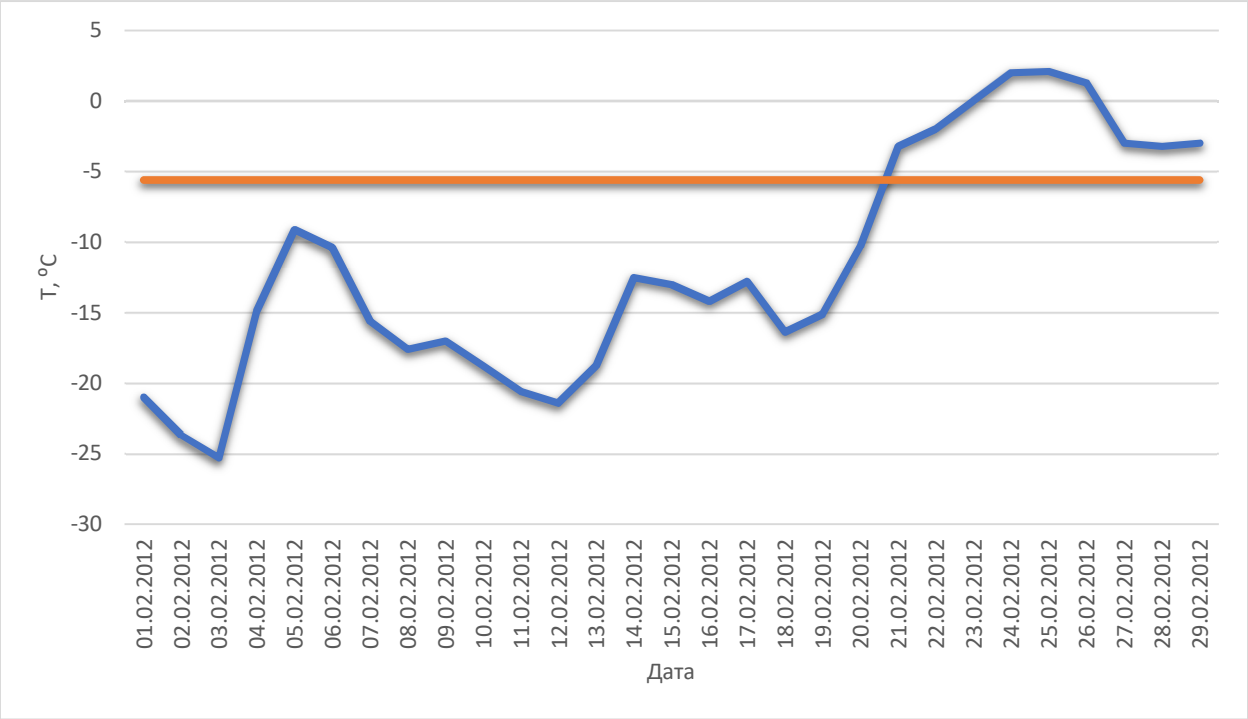


Рис. 4.18. Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом лютого 2012 р.

Найнижча середньодобова температура місяця спостерігалась 03 лютого і становила −25,3 °С, яка була сформована під впливом периферії антициклону з півночі.

В холодний період 2013 року випадків з екстремальною низькою середньодобовою температурою не відмічалося.

Для 2014 р. найбільша кількість днів з екстремальною низькою температурою зафіксована в січні місяці. В перші дві доби декади область перебувала на периферії антициклону, який із сходу України перемістився на Нижню Волгу. Надалі погоду обумовлювали теплий сектор та улоговина циклону, центр якого із Північної Атлантики через Велику Британію та Скандинавію перемістився на Балтику.

На початку другої декади січня на область впливала улоговина північно-східного циклону з центром на заході Росії, з проходженням 12 січня холодного атмосферного фронту, пов’язаним із вищезазначеним циклоном. 14 січня гребінь південного антициклону, що утворився на заході Чорного моря та перемістився на його схід. 15-16 січня на область впливав циклон із Західної

Європи, що утворився над Польщею та перемістився на Середнє Поволжя. 17 січня – гребінь північного антициклону, що утворився на півночі Фінляндії. Наприкінці декади на область впливав гребінь та периферія північного антициклону, що утворився на півночі Фінляндії та перемістився на захід Росії.

На погоду області в третій декаді січня здебільшого впливали антициклони з півночі. Лише на початку декади (22 та 23 січня) погоду області формувала улоговина циклону з півдня.

А 30 січня спостерігалася найнижча середньодобова температура місяця (– 20,7 °С), яка була сформована під впливом антициклону з півночі (рис. 4.19).

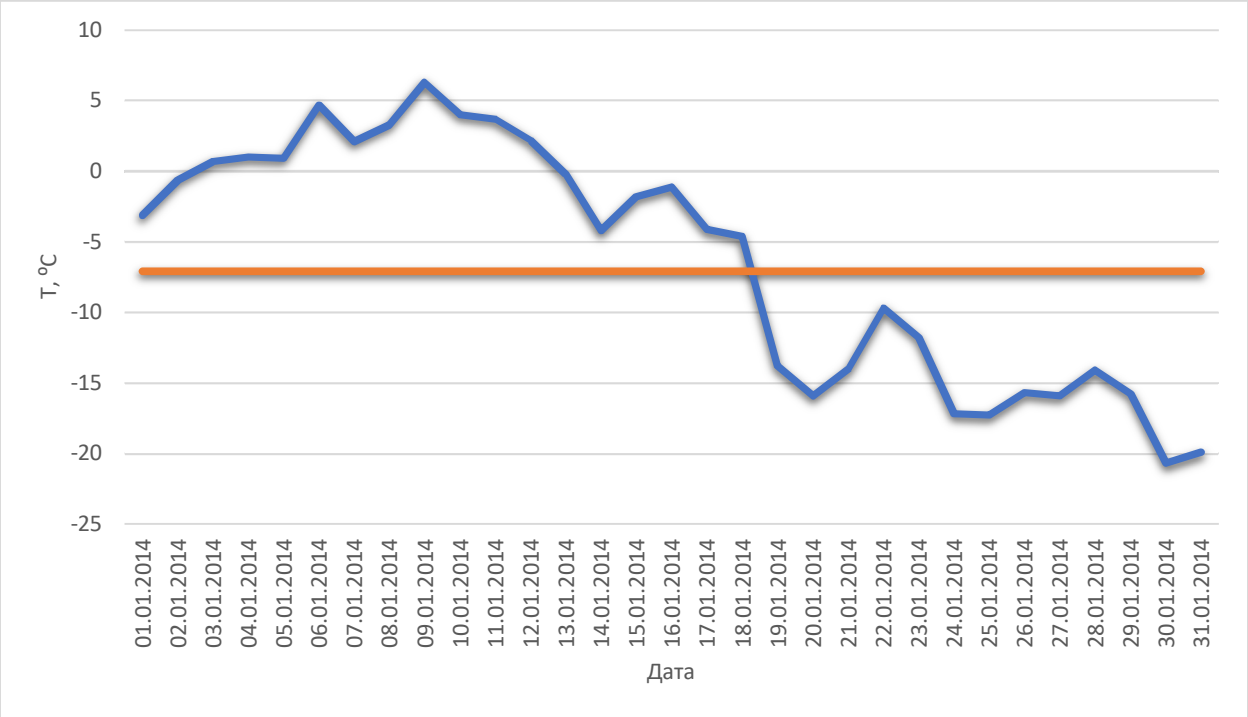


Рис. 4.19 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом січня 2014 р.

Січень 2015 р. став найбільш холодним для цього періоду (рис. 4.20). В першій п’ятиденці першої декади січня погодні умови області визначали улоговини та теплі сектори циклонів, які зароджувалися над Північною Атлантикою і рухалися на північно-західні області ЄТР і далі на її південний схід. Повітря надходило із Атлантики, тому переважала тепла погода. На початку другої п’ятиденки через територію області пройшов холодний атмосферний фронт. В зафронтальну зону поширився антициклон, утворений в арктичному повітрі. Оскільки антициклон був малорухливим, температура повітря поступово знижувалася. Температурний режим різко підвищився при

проходженні теплого атмосферного фронту в останній день декади, коли поле високого тиску змінилося улоговиною чергового північно-західного циклону.

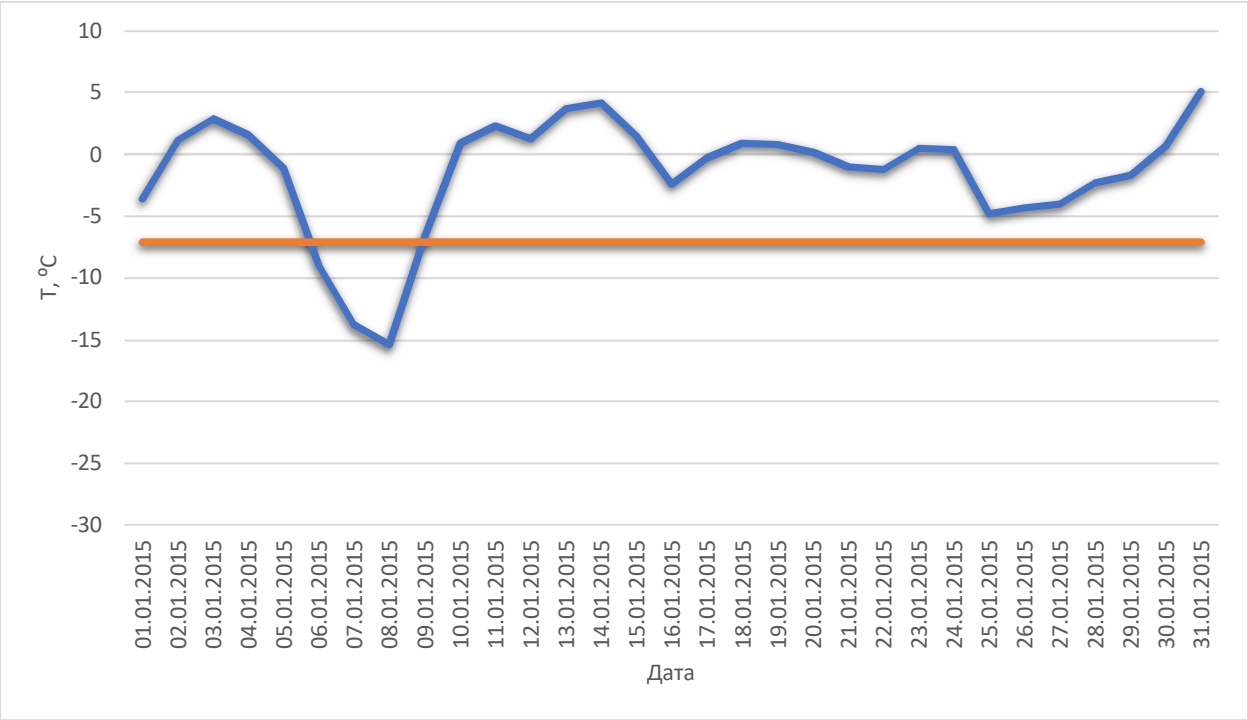


Рис. 4.20 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом січня 2015 р.

Особливістю другої декади січня був підвищений температурний режим. Погодні умови області визначали улоговини північно-західних циклонів із проходженням атмосферних фронтів та теплі сектори даних циклонів. На початку другої п’ятиденки на територію області на нетривалий час поширився виступ антициклону із південного заходу Європи.

На погоду області в першій половині третьої декади січня здебільшого впливав антициклон, який з північного заходу Європи переміщувався через центральні райони ЄТР на південь Західного Сибіру. З 27 січня погодні умови поступово почали змінюватись: спочатку – поле зниженого тиску, яке було пов’язане з циклонами з північного та південного заходу Європи, а потім – улоговина самого північно-західного циклону.

Найнижча середньодобова температура місяця (−15,4 °С) відзначалась 08 січня. Аномальний температурний режим сформувався під впливом антициклону з півночі.

Січень 2016 р. став найбільш холодним для цього періоду (рис. 4.21). В першій декаді січня погодні умови області здебільшого визначали

антициклони та їх гребені, лише 05 серпня під впливом Сибірського максимуму через Казахстан та Поволжя охоплював майже всю територію ЄТР та північно-східні області України, 08 серпня – гребеня циклону, що розташовувався над Центральною Україною. Найнижча середньодобова температура місяця відзначалася саме в першій декаді та становила −20,3°С (03 січня).

Першу частину другої декади погоду області відзначали атмосферні фронти, які увійшли в систему висотного циклону з центром над Білорусією (12-13 січня), що призвело до підвищення температури повітря . Після проходження атмосферного фронту та надходження арктичного повітря з північного заходу температура поступово знизилася.

В третій декаді на область впливали північні циклони, а в кінці декади – циклон з південного сходу. Надходження теплого повітря із Атлантики призвело до підвищення температури повітря.

Найнижча середньодобова температура місяця спостерігалась 03 січня і становила −20,3 °С, яка була сформована під впливом периферії антициклону з півночі.

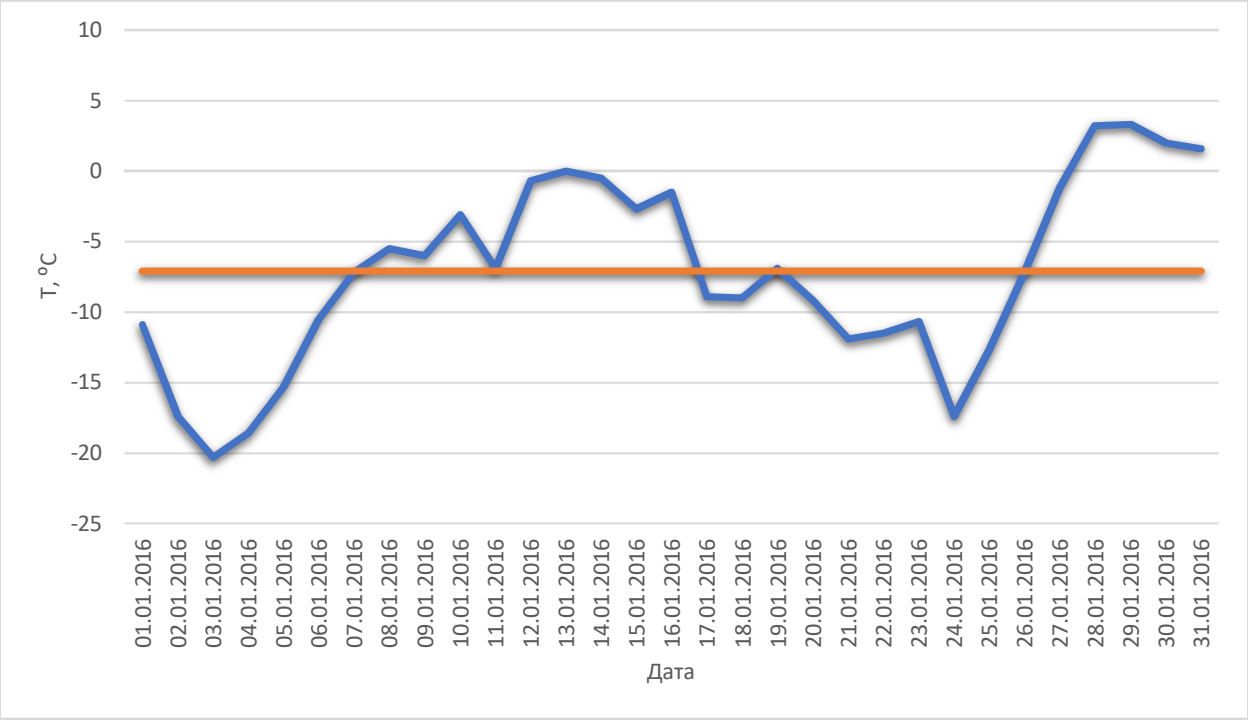


Рис. 4.21 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом січня 2016 р.

Для 2017 р. найбільша кількість днів з екстремальною низькою температурою зафіксована в січні місяці. В перші дві доби декади область перебувала на периферії антициклону. Надалі погоду обумовлювали холодний сектор та циклон, центр якого із Північної Атлантики через Балтику та Білорусь перемістився на північ України, ці погодні умови спричинили значне зниження температури повітря.

На початку другої декади січня на область впливав східний антициклон, потім улоговина північно-західного циклону з центром над Балтійським морем, з проходженням 12 січня холодного атмосферного фронту, пов'язаним із вищезазначеним циклоном. 14 січня гребінь південного антициклону, що утворився на заході Чорного моря та перемістився на його схід. 15-16 січня на область впливав циклон із Західної Європи, що утворився над Польщею та перемістився на Середнє Поволжя. 17 січня – гребінь північного антициклону, що утворився на півночі Фінляндії. Наприкінці декади на область впливав гребінь та периферія північного антициклону, що утворився на півночі Фінляндії та перемістився на захід Росії.

На погоду області в третій декаді січня здебільшого впливали антициклони з заходу та півночі. Лише на початку декади (22 та 23 січня) погоду області формував теплий фронт, та всередині (25 січня) – холодний.

Найнижча середньодобова температура місяця спостерігалась 07 січня та становила −17,5 °С, формування таких температурних показників відбувалось під впливом північно-західного циклону (рис. 4.22).

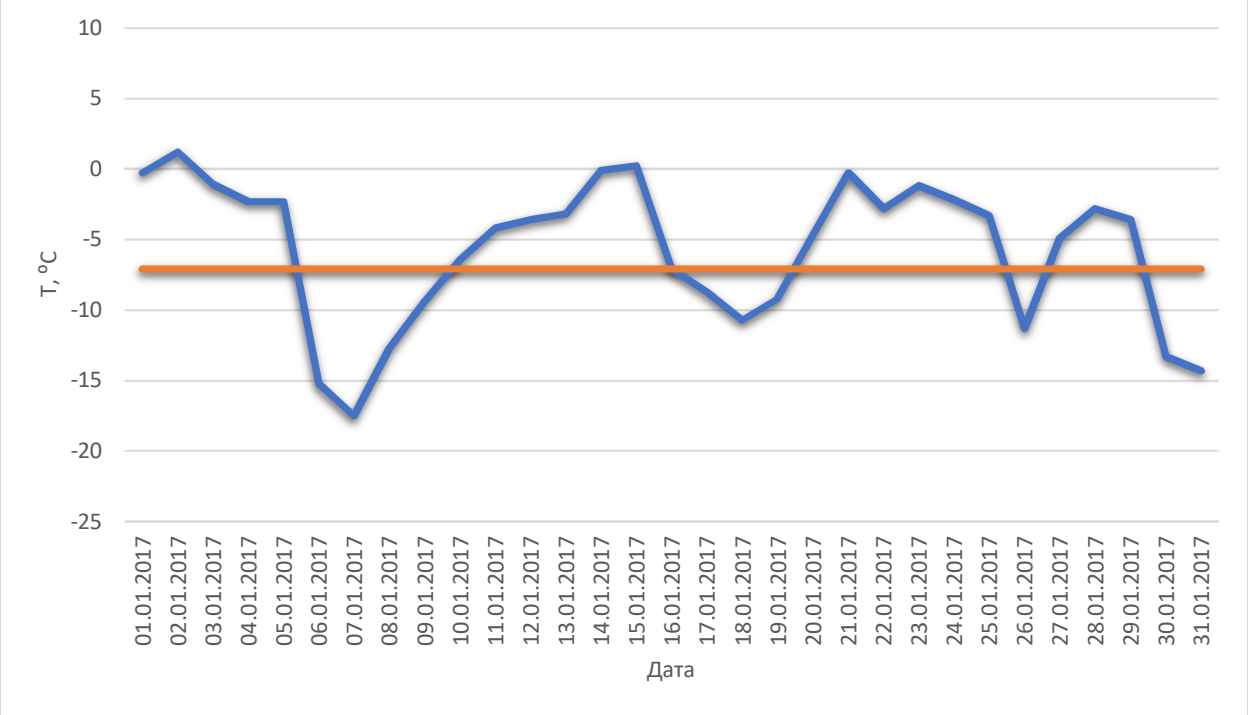


Рис. 4.22 - Розподіл середньодобової температури повітря на станції Чернігів протягом січня 2017 р.

Проаналізувавши синоптичні ситуації екстремальних низьких температур можна відзначити, що в основному аномалія температури виникає за рахунок антициклонічної діяльності з півночі та заходу Європи, а також районів ЄТР, і лише інколи за рахунок циклонів із заходу та північного заходу Європи.

4.3 Оцінка очікуваного розподілу температури повітря в Чернігові в період 2046-2100 рр.

Одним з основних інструментів вивчення сучасних кліматичних змін є гідродинамічні моделі. Сучасні моделі загальної циркуляції атмосфери і океану дозволяють розглянути не тільки зміни глобального клімату, а й, певною мірою, оцінити його регіональні аспекти [22].

З метою оцінки очікуваних змін клімату в Чернігові використовувались прогностичні значення температури повітря згідно сценаріїв зміни клімату – RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5, які були опубліковані в П'ятому оціночному звіті Міжурядової групи експертів зі зміни клімату.

Обчислення виконувались для середньорічних значень температури повітря (табл. 4.4). Також для порівняння в дослідженні використовувались фактичні значення вказаних характеристик протягом 2008–2017 рр.(табл. 4.5) За отриманими даними також побудований графік часового розподілу досліджуваних характеристик (рис. 4.23).

Проаналізувавши дані температурного режиму можна відзначити, що протягом 2008–2017 рр. спостерігається постійне підвищення температури повітря за середньорічними показниками. Так, найвищі значення середньорічної температури у вказаний період відзначались в 2015 році з абсолютним показником – 9,3 °С. Загалом в середньому за десятиріччя значення цієї гідрометеорологічної величини фіксувалось на рівні 8,2 °С, що перевищує багаторічну кліматичну норму на 1,5 °С. Це свідчить про те, що в останні роки вже спостерігається процес інтенсивного збільшення температури повітря під впливом глобальних змін клімату. За даними лінійного тренду, загалом в межах десятиріччя температура збільшилась на 0,4 °С.

Таблиця 4.4 – Середньорічна температура повітря (°С) за періоди дослідження для сценаріїв зміни клімату RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 та RCP8.5 на станції Чернігів

	Період	Середньорічна, ºС
Фактична	2008-2017	8,2
RCP2.6	2021-2050	8,3
RCP4.5	2021-2050	8,7
RCP6.0	2021-2050	8,6
RCP8.5	2021-2050	9,3
RCP2.6	2051-2100	8,4
RCP4.5	2051-2100	9,1
RCP6.0	2051-2100	9,5
RCP8.5	2051-2100	11,0
Кліматичні дані	1961-1990	6,7

Таблиця 4.5 – Фактичні значення середньорічних температур повітря (°С) на станції Чернігів протягом 2008–2017 рр.

Рік	Середньорічна
2008	8,7
2009	8,2
2010	8,4
2011	8,1
2012	7,9
2013	8,6
2014	8,5
2015	9,3
2016	8,5
2017	8,6

Інтенсивне збільшення показників температури повітря прогнозується протягом 2021–2050 та 2051–2100 рр. Ріст температури для всіх сценаріїв зміни клімату очікується і в порівнянні з фактичними даними 2008–2017 рр., і за даними багаторічної кліматичної норми.

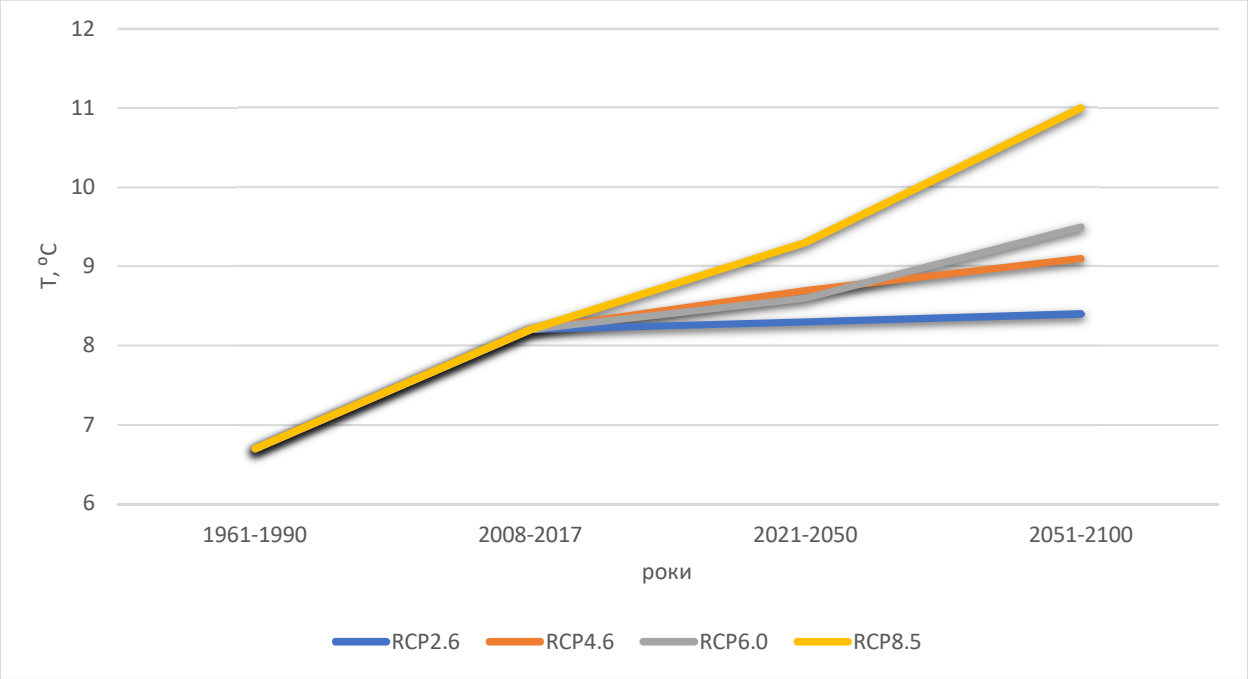


Рис. 4.23 - Розподіл температури повітря (°С) протягом періодів дослідження для сценаріїв змін клімату

Для RCP2.6 температура в середньому за період 2021-2050 прогнозується на рівні 8,3 °С, для RCP4.5 – 8,7 °С, для RCP6.0 – 8,6 °С та для RCP8.5 – 9,3 °С, що на 1,6 °С; 2,0 °С; 1,9 °С та 2,6 °С вище норми відповідно до сценарію. За період 2051-2100 для RCP2.6 прогнозується на рівні 8,4 °С, для RCP4.5 – 9,1 °С, для RCP6.0 – 9,5 °С та для RCP8.5 – 11,0 °С, що на 1,7 °С; 2,4 °С; 2,8 °С та 4,3 °С вище норми відповідно до сценарію.

Загалом, можна відзначити, що під впливом глобальних змін клімату спостерігаються істотні зміни регіонального клімату. Так, встановлено, що в Чернігові протягом останніх десятиріч відбувається значне підвищення температурних показників, яке, очевидно, буде продовжуватись і в майбутньому. Результати дослідження мінливості температури повітря згідно різних сценаріїв зміни клімату, показали, що в значній мірі очікується збільшення значень температури повітря.

5 ВРАЗЛИВІСТЬ МІСТА ЧЕРНІГОВА ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Для здійснення оцінки вразливості міста до кліматичної зміни необхідно попередньо ознайомитися з довідковою інформацією про кліматичні зміни, чинники, що посилюють її негативні наслідки у містах, а після проаналізувати зміни кліматичних умов, що вже відбулися у регіоні та проекції очікуваних у майбутньому змін.

5.1 Чинники, що посилюють вразливість міст до змін клімату

Посилення проявів зміни клімату та аналіз їх негативних наслідків у містах свідчать, що зміна клімату спричинює виникнення у містах унікальних проблем, що є невластивими для інших типів людських поселень[23]. Кліматичні зміни можуть спричинити прямі (фізичні) ризики (підтоплення, аномальна спека, посилена міськими мікрокліматичними особливостями, тощо) та непрямі – порушення нормального функціонування окремих систем міста та складнощі у наданні базових послуг населенню (водопостачанні, міському транспорті, енергозабезпеченні тощо).

Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру міста – будівлі, дороги, каналізаційні та енергетичні системи, а це, своєю чергою, на спосіб життя його мешканців та їхній достаток. Суттєве руйнування житлового та адміністративного фонду будівель очікується у випадку зростання кількості стихійних лих та катастроф, що пов’язані зі зміною клімату. З цього погляду найбільш руйнівними та вартісними вважаються підтоплення.

Високі температури також можуть впливати не лише на мешканців міста, але й на інфраструктуру – сприяти руйнуванню дорожнього покриття, спричинювати часті ремонти доріг, таким чином порушуючи нормальну роботу міського транспорту. Крім того, в умовах зростання температури повітря, за переважання у містах штучних поверхонь, що мають здатність акумулювати тепло, населення великих міст (що обраховується мільйонами) використовує значну кількість електроенергії для кондиціонування приміщень, таким чином створюючи суттєве навантаження на міську енергосистему.

Зростання частоти та інтенсивності прояву екстремальних кліматичних явищ та тривалі зміни підвищать вразливість міських економічних активів та відповідно вартість ведення бізнесу. Зміна клімату вплине на широкий спектр

видів економічної діяльності – торгівлю, виробництво окремих товарів, туризм, страхові послуги тощо.

Отже, концентрація у містах значної кількості населення, особливості локального мікроклімату, що можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичної зміни (наприклад, наявність острову тепла може посилювати тепловий стрес у місті, спричинений глобальним зростанням температури повітря), зміна переважних підсильних поверхонь міста (заміна природних поверхонь, що гарно вбирають воду на штучні водонепроникні), висотна забудова, наявність мережі міського транспорту та добре розвиненої інфраструктури (що може зазнати збитків від негативного впливу прояву кліматичної зміни та викликати суттєвий дискомфорт для населення міста) роблять місто значно вразливішим до проявів кліматичної зміни порівняно з іншими територіями.

Багато ризиків у місті, що пов’язані з погодою, з посиленням кліматичної зміни будуть загострюватися, проте, якщо проаналізувати зміни, що відбуваються і ті, які очікуються в майбутньому, розробити план заходів з адаптації міста (з урахуванням його особливостей) та реалізовувати його, то очікувані негативні наслідки можна пом’якшити та дещо мінімізувати.

5.2 Вразливість міста Чернігів до теплового стресу

Ризик виникнення теплового стресу (heat stress – англ.) у містах може підвищуватися зі зростанням температури повітря, повторюваності проявів хвиль тепла у містах та посиленням острову тепла.

Оцінка вразливості м. Чернігів до змін клімату виконувалась згідно отриманої інформації про кліматичні зміни. Приклад отримання якісної оцінки надано в таблиці 5.1.

Результати досліджень свідчать, що клімат Чернігова, як і всієї України, вже почав змінюватися і за прогнозами це триватиме і в майбутньому, що може спричинити суттєві негативні наслідки для природи, населення та інфраструктури міста.

Отже, за результатами проведеної оцінки, місто Чернігів є вразливим до теплового стресу за дев’ятьма з дванадцяти індикаторів. Причиною високої вразливості міста до теплового стресу є характерне спекотне посушливе літо, температурні показники якого й надалі зростатимуть, у загальній структурі

населення переважають вразливі до спеки категорії – люди похилого віку та люди з хронічними захворюваннями, високий рівень забруднення повітря .

Таблиця 5.1 – Групи індикаторів для оцінки вразливості міста до теплового стресу

Індикатор	Не актуально (0 балів)	Актуально **(1** бал)	Дуже актуально (2 бали)
1	*2*	*3*	*4*
1. Зростання кількості днів із максимальними температурами повітря понад +30°С та +35°С протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.			+
Обґрунтування. Дуже актуально, оскільки літо є теплим, в окремі роки посушливим. Абсолютний максимум було зафіксовано (38,6 °С) – 30 липня 1936 р. В останні 100–120 років температура повітря в Чернігові, так само як і в цілому на Землі, має тенденцію до підвищення. Протягом цього періоду середньорічна температура повітря підвищилася щонайменше на 1,0 °С.			
2. Зростання середньодобових та середньомісячних температур повітря у літні місяці протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою.		+	
Обґрунтування. Актуально через те, що середня температура в липні +21°С. Середні денні температури можуть досягати 25–30, а максимальні 36–38°С.			
3. Прогнозоване зростання температури повітря для регіону, в якому розташоване місто.		+	
Обґрунтування. Актуально, оскільки за проекціями змін температури повітря в 2046-2100 рр. температура підвищиться від 0,4 до 4,8°С.			
4. Зростання повторюваності хвиль тепла протягом останніх років.		+	
Обґрунтування. Актуально через зростання повторюваності хвиль тепла протягом останніх років щодо періоду 1961-1990 рр.			

Продовження таблиці 5.1

1	*2*	*3*	*4*
5. Наявність острова тепла.		+	
Обґрунтування. Актуально, оскільки в Чернігові спостерігається підвищення температури повітря порівняно з сільською місцевістю на 0,5-1°С.			
6. Відсутність водних об'єктів у місті.	+		
Обґрунтування. Не актуально, оскільки по території Чернігівської області протікає 1570 річок, загальною довжиною 8369 км, налічується 1324 озера, сумарним об'ємом 136,50 млн. м3, функціонує 24 водосховища, загальною площею водного дзеркала більше 2200 га.			
7. Малі площі зелених зон у місті, тенденція до їх скорочення, нерівномірність розташування у різних частинах міста.		+	
Обґрунтування. Актуально, оскільки в період часу з 1 травня 2016 року по 1 вересня 2017 року було видалено 5318 дерев на території м. Чернігова. Натомість, протягом 2016-2017 рр. замість зрубаних дерев, висаджено лише 348 дерев та 2338 кущів.			
8. Переважання штучних поверхонь у місті над природними.		+	
Обґрунтування. Актуально, в м. Чернігів достатня кількість природних зон. Зелена зона міста Чернігова, яка включає природні лісові ділянки, заплави річки Десни та її притоки, лісопарки, парки, сквери, квартальні та вуличні насадження площею 3100 га, що становить 2,3 % загальної площі міста.			
9. Наявність потужних джерел антропогенного тепла у місті			+
Обґрунтування. Дуже актуально. Найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в Чернігівській області є КЕП «Чернігівська ТЕЦ» ТОВ фірми «ТехНова», яке розташоване в м. Чернігів. Викиди в атмосферне повітря складають близько 90% викидів стаціонарних джерел підприємств м. Чернігів. Підприємством в атмосферне повітря викинуто за 2016 рік 16,636 тис. тонн забруднюючих речовин. З них: 2,644 тис. тонн сполук азоту, 9,643 тис.тонн діоксиду сірки, 0,158 тис.тонн оксиду вуглецю, 4,167 тис.тонн речовин у вигляді суспендованих твердих частинок.			

Продовження таблиці 5.1

1	*2*	*3*	*4*
10. Значний відсоток населення у місті, що є вразливим до надмірної спеки (люди похилого віку, діти, люди 3 хронічними захворюваннями тощо).		+	
Обґрунтування. Актуально.			
11. Обмеженість доступу до якісного медичного обслуговування (перш за все, швидкої медичної допомоги та кількість лікарняних ліжок на 10 тис. населення менше нормативної)	+		
Обґрунтування. Не актуально. В Чернігові достатня кількість медичних закладів. Мережа лікувально-профілактичних закладів, в основному, відповідає потребам населення та існуючим нормам. У місті функціонують 4 міські лікарні та пологовий будинок, 2 дитячі поліклініки, 2 стоматологічні поліклініки (для дорослих і дітей), станція швидкої медичної допомоги. Загальний ліжковий фонд складає 1662 ліжка, потужність поліклінічних відділень – 5246 відвідувань на зміну.			
12. Обмежений доступ у населення до інформації про погоду та клімат, про правила поводження під час періодів надмірної спеки.	+		
Обґрунтування. Не актуально, оскільки в місті Чернігів існує обласний центр з гідрометеорології, прогнози погоди завчасно передаються.			
Сума балів	11		

Рекомендації, спрямовані на зниження вразливості міста до теплового стресу

1.) Створити та впровадити систему оповіщення про спекотну погоду у співпраці з міською владою, підрозділами Управління Гідрометеорології ДСНС та за участю неурядових громадських організацій (роль яких є дуже важливою у поширенні інформації серед населення) про те, як діяти під час

хвиль тепла, як захистити себе та допомогти найбільш вразливим категоріям населення тощо.

2.) Розробити план приведення швидкої допомоги, лікарень та пожежної охорони у стан підвищеної готовності в періоди сильної спеки.

3.) Під час спекотних періодів забезпечити постійне нагадування в усіх ЗМІ основних правил поведінки в умовах спеки та правил протипожежної безпеки, а також проводити масштабні інформаційні кампанії про хвилі тепла, їх прояв і наслідки, а також способи мінімізації їх негативного впливу.

4.) Створити якомога більшу кількість зелених зон у межах міста. Облаштувати додаткові затінені зони для населення в парках, скверах, біля водойм на час високих температур.

5.) Створити питні фонтанчики та бювети у різних частинах міста.

6.) Створити карти прохолодних зон (парків, скверів, озер) на території міста, де населення може провести час спекотного дня, та поширювати цю інформацію.

7.) Спорудити фонтани, створити ставки, забезпечити належний догляд за природними водоймами – річками, озерами.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті виконано дослідження особливостей формування температурного режиму в м. Чернігів протягом 2008–2017 рр.

Підводячи підсумок вищевикладеному аналізу, можна зробити наступні висновки:

1. Протягом періоду дослідження в Чернігові фіксується вагоме підвищення температури повітря в порівнянні з кліматичною нормою. Максимальне відхилення від норми відзначається в лютому 2016 р., що становить 6,8 °С вище багаторічних значень. Для літніх температур встановлено, що літо 2010 року мало найбільш виражене відхилення від кліматичної норми. Загалом, практично для всіх літніх місяців середньомісячна температура перевищувала багаторічні показники. Найбільшу повторюваність для більшості місяців досліджуваного періоду має градація відхилення середньомісячної температури повітря від норми 0…2 °С. За середньорічними величинами найбільш теплим з максимальними показниками відхилення виявився 2015 р.

2. Розрахунок аномальності температури повітря за критерієм Багрова показав, що найчастіше аномалія температури спостерігалась в літні місяці, з абсолютним максимумом в серпні 2010 року, що фіксувався на рівні 26,9.

3. За результатами обчислення повторюваності днів з екстремальними значеннями середньодобової температури повітря різних градацій встановлено, що найбільше випадків з середньодобовою температурою ≥ 25 °С фіксувалось в серпні 2010 р. – 17 днів. В той час найбільш холодним з середньодобовою температурою ≤−15 °С протягом 12 днів виявився лютий 2012 р.

4. Аналіз синоптичних умов формування екстремальних високих та низьких середньодобових температур повітря в Чернігові протягом періоду дослідження показав, що найчастіше порушення нормального температурного розподілу відбувається при переважанні антициклонічного характеру погоди. Встановлення підвищеного температурного режиму в основному формувалось при переміщенні на територію області відрогу або гребеня переважно Азорського максимуму, а також за рахунок антициклонічної діяльності з півночі та північного сходу Європи. Утворення екстремальних низьких температур відбувалось під впливом антициклонічної діяльності з півночі та заходу Європи, а також районів ЄТР, і лише інколи за рахунок циклонів із заходу та північного заходу Європи.

5. Дослідження майбутнього режиму температури повітря в Чернігові показало, що підвищення температурних показників, яке відбувається протягом останніх десятирічь, очевидно, буде продовжуватись і в наступні. Результати вивчення можливого розподілу температури повітря згідно різних сценаріїв зміни клімату, демонструють, що очікується збільшення середньорічних значень температури повітря, при чому найбільш інтенсивним це зростання прогнозується в період 2051–2100 рр.

6. Проведений аналіз вразливості міста Чернігова до теплового стресу показав, що місто є вразливим за дев'ятьма з дванадцяти індикаторів. Сума балів 11 з 24 можливих, що є достатньо високим показником, тому необхідно виконувати рекомендації для зниження вразливості міста до теплового стресу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна [Електронний ресурс] − Режим доступу: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf
2. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen [et al.] // Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. – Cambridge University Press, 2007. – 996 p.
3. Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] // Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.
4. Бабиченко В.Н., Адаменко Т.И., Бондаренко З.С., Николаева Н.В., Рудишина С.Ф., ГущинаЛ.М. Экстремальная температура воздуха на территорииУкраины вусловияхсовременногоклимата. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf
5. Балабух В.О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf
6. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України». Аналітична записка [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://niss.gov.ua/doslidzhennya/nacionalna-bezpeka/analiz-aktualnikh-chinnikiv-pogirshennya-yakosti-pitnogo
7. Изменения климата, 2014 г. Обобщающий доклад // МГЭИК. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf
8. База даних RCP Database [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://www.iiasa.ac.at/web-apps/tnt/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=compare
9. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A.

Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

10. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change / N. Nakićenović [et al.] // Special Report on Emission Scenarios. – Cambridge University Press, 2000. – 599 p.
11. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату: підручник / С.М. Степаненко. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.
12. Van Vuuren D.P. The representative concentration pathways: an overview / D.P. van Vuuren, J.A. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi [et al.] // Climatic Change. – 2011. – Vol. 109, No. 1-2. – P. 1-27.
13. Винников К.Я. Чувствительность климата / К.Я. Винников. – Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – 224 с.
14. Семенова І.Г. Регіональна синоптика: конспект лекцій. – Одеса, ОДЕКУ, 2002 р. – 62 с.
15. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П. Зміни клімату в Україні на початку XXI ст. // Матеріали міжнародної конференції «Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002». – Одеса, 2002. – С. 64-65.
16. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке // Український географічний журнал. – 2007. – №3. – С.10-20.
17. Синоптико - климатическая характеристика процессов блокирования в атмосфере. Обзорная информация / Под ред. Н.А. Иванова, Л.В. Гришкина // Труды ВИИГМИ-МЦД. – 1989. – Вып.2. – 53 с.
18. Байдал М.Х. Многолетняя изменчивость блокирующих антициклонов и связанных с ними явлений // Труды ВНИИГМИ – МЦД. – 1985. – Вып. 112. – С.40-51.
19. Кліматичний кадастр України (електронна версія) / Державна гідрометеорологічна служба [та ін.].– Київ: Б.в. – 2006.
20. Guide to Climatological Practices / World Meteorological Organization // Second edition. – Geneva, 1983. – No. 100. – 190 p.
21. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.Л., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – 111 с.
22. Хохлов В.М., Єрмоленко Н.С. Майбутні зміни клімату та їх вплив на режим опадів та температури в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. – 2015. – № 16. – С. 76-82.

23. Города и изменение климата: направления стратегии. Глобальный доклад о населенных пунктах 2011 года // Программа ООН по населенным пунктам [Електронний ресурс]. − Режим доступу: www.unhabitat.org/pmss/ getElectronicVersion.aspx?nr=3101&alt=1
24. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України / [Степаненко С.М., Польовий А.М., Школьний Є.П. та ін.]; за ред. **С.М. Степаненка, А.М. Польового.** – О.: Екологія, 2011. – 696 с.
25. Повторюваність середньої добової температури повітря в останні десятиріччя на прикладі ОГМС Київ / В. Ф. Мартазінова, С. В. Савчук, В. В. Остапчук // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. - 2016. - Вип. 269. - С. 3-10.
26. CNMI Climate Explorer [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://climexp.knmi.nl/plot_atlas_form.py

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

кафедри метеорології та кліматології
на магістерську роботу студентки гр. МНЗ-2М з/ф
гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ

Ткач Анні Василівні

Тема магістерської роботи:

«Особливості формування температурного режиму в м.Чернігів в умах змін клімату»

Кваліфікаційна магістерська робота виконана за запитом Чернігівського ЦГМ з метою виявлення кліматичних змін температурного режиму, в рамках наукової тематики кафедри метеорології та кліматології «Оцінка ефективності використання поновлювальних та невичерпних природних ресурсів України в умовах зміни клімату» № 0117U002423.

Результати досліджень можуть буди використані в навчальному процесі під час проведення занять з окремих розділів синоптики, спеціалізованих прогнозів погоди, клімату України, регіональної синоптики та в навчальному бюро прогнозів, при складанні кліматичної довідки Чернігівської області

В.о. зав. кафедрою
метеорології та кліматології к.геогр.н., доц. Прокоф'єв О.М.

ДОДАТОК Б

Графіки розподілу аномальності температури повітря за критерієм Багрова (*K*) на станції Чернігів

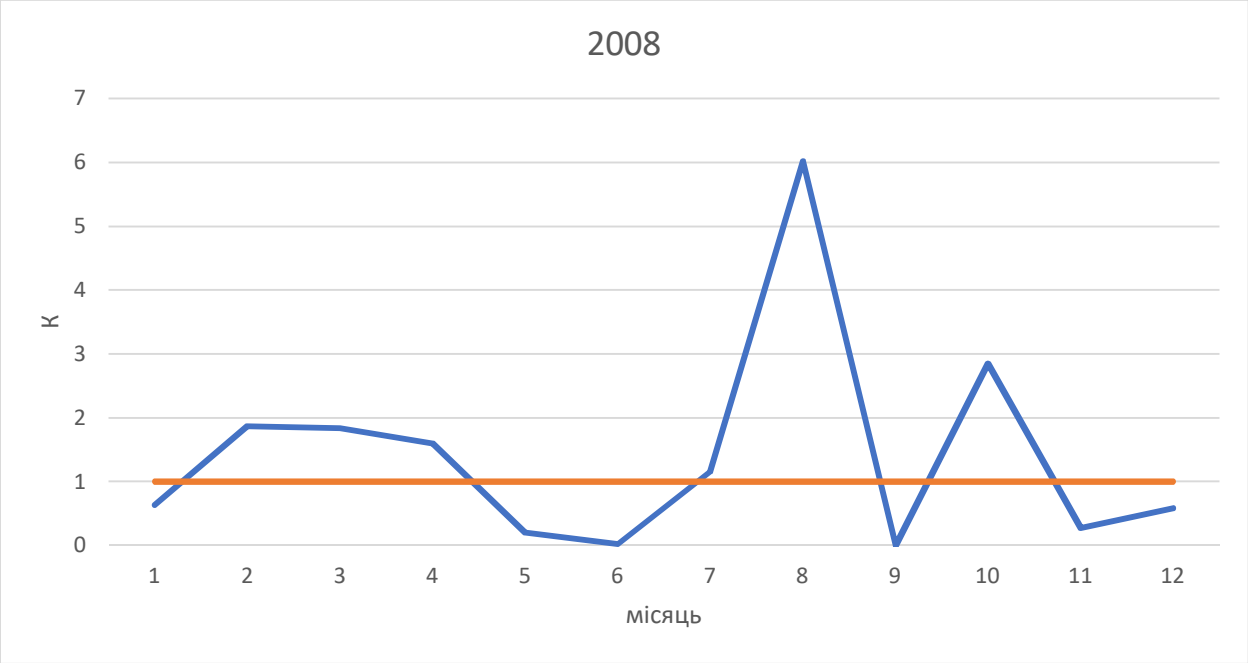


Рис. Б.1- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2008 р.

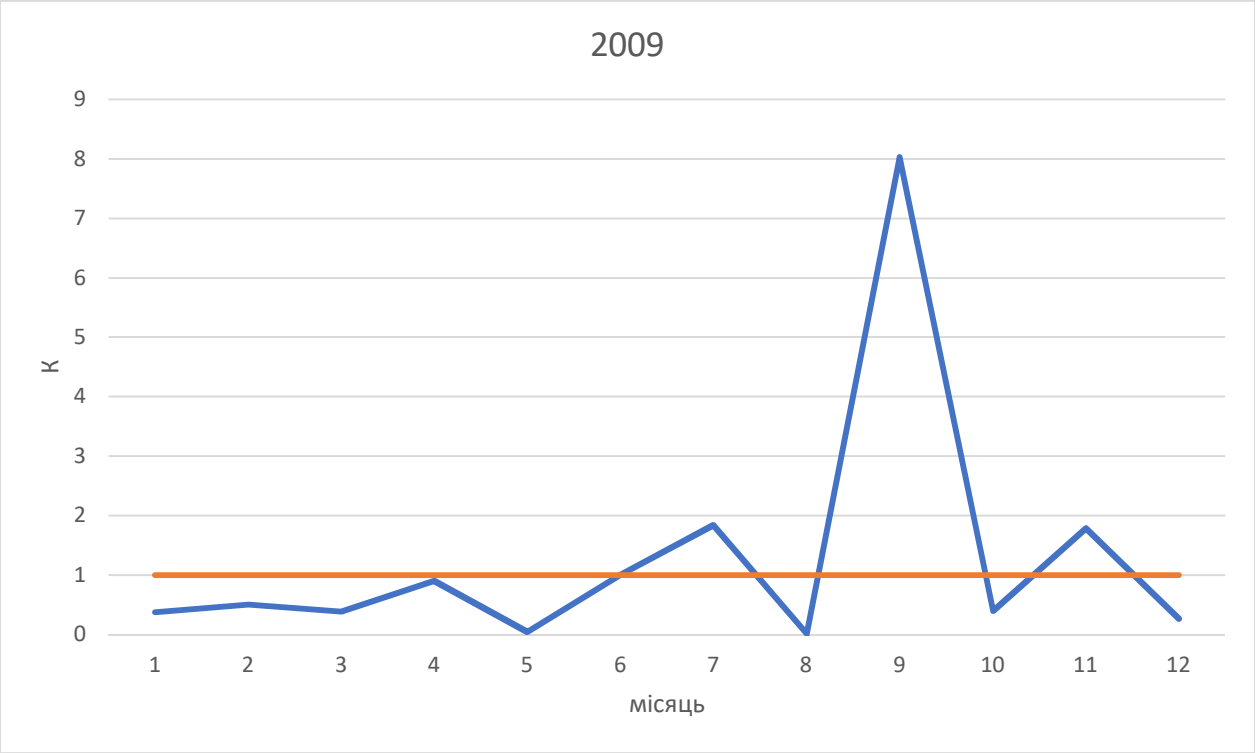


Рис. Б.2- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2009 р.

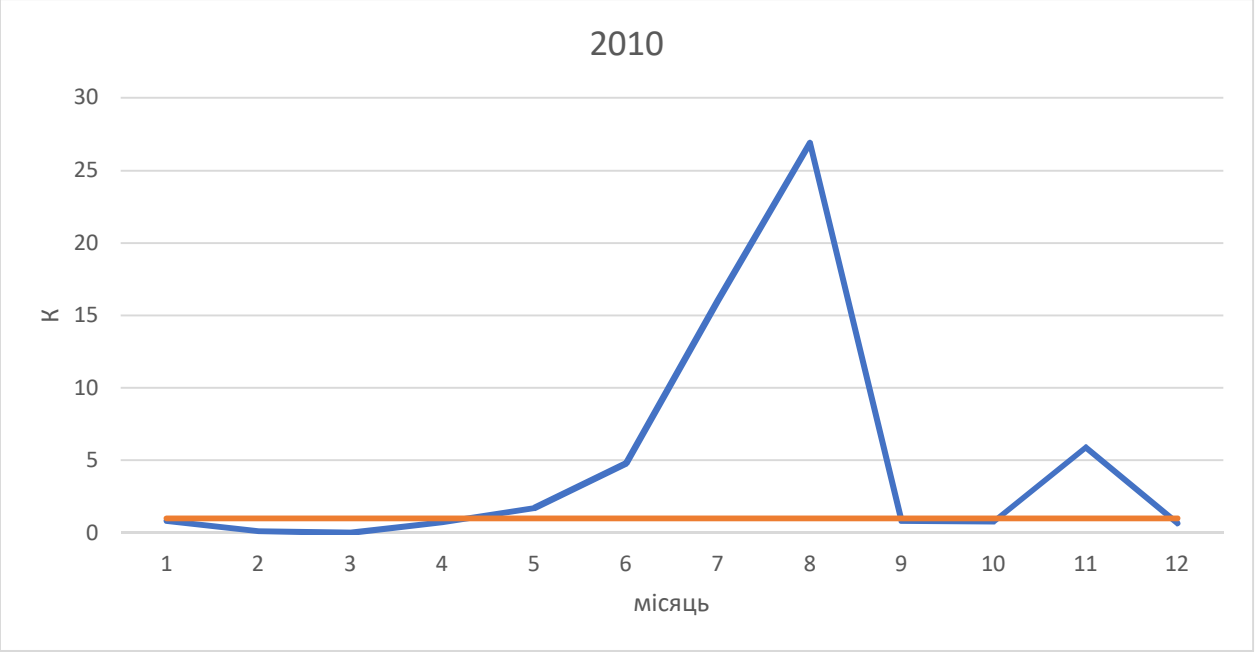


Рис. Б.3- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2010 р.

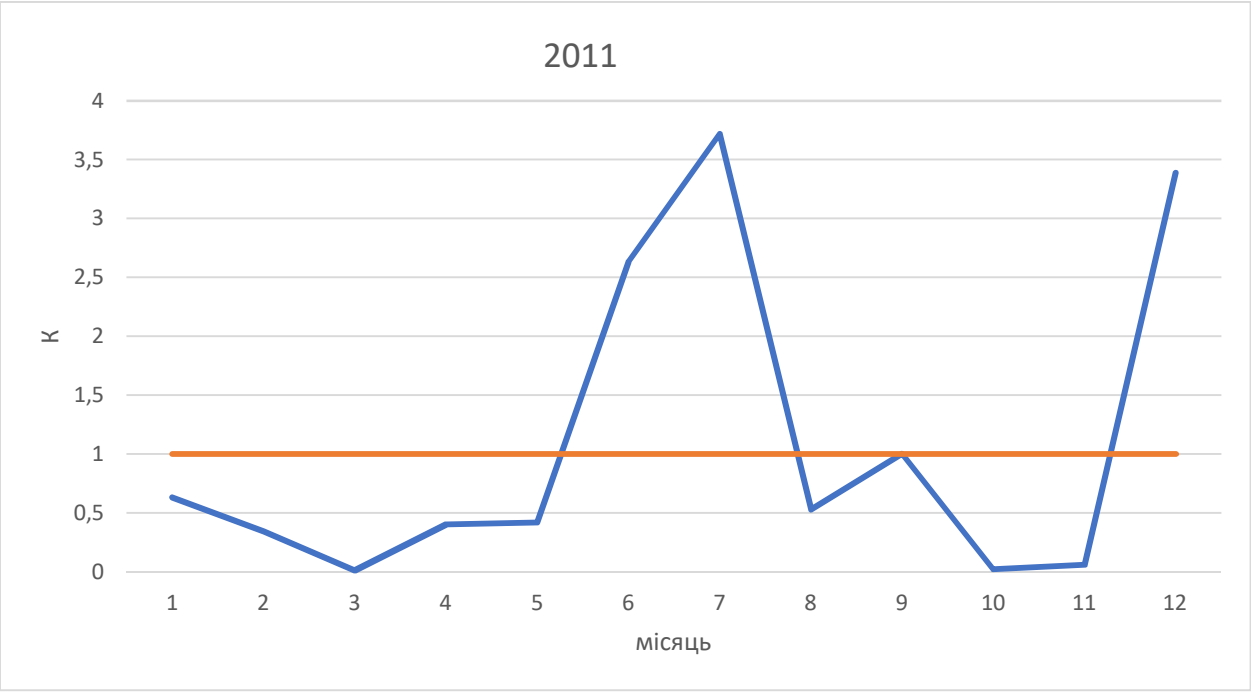


Рис. Б.4- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2011 р.

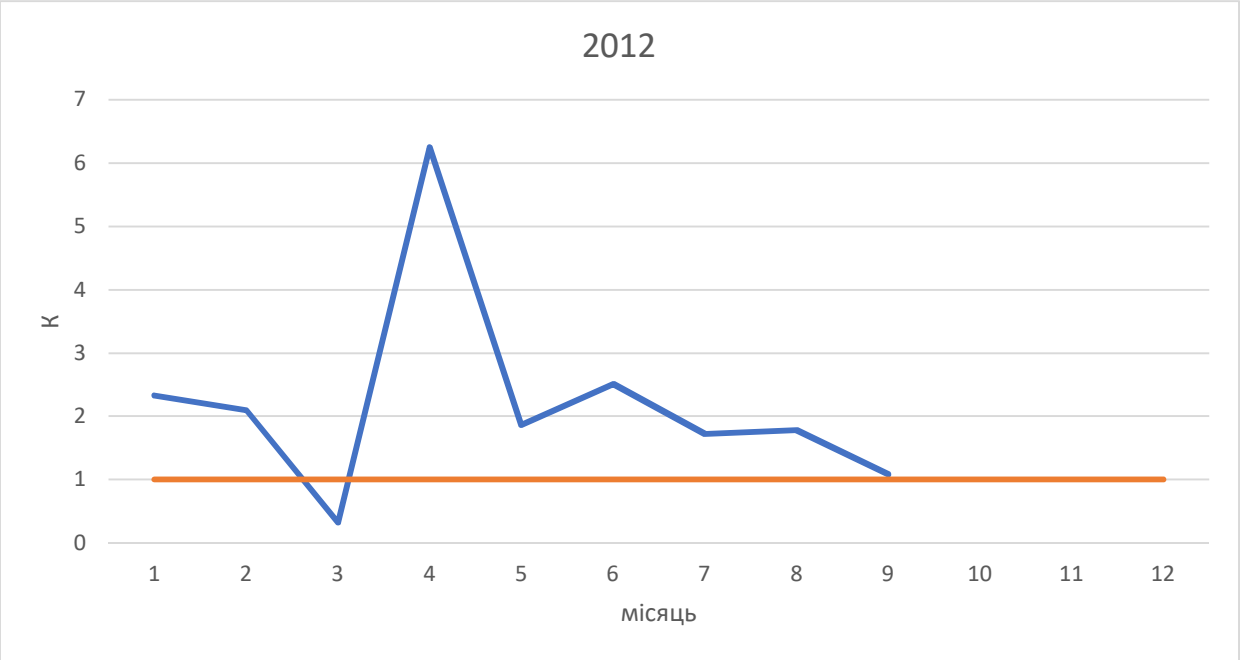


Рис. Б.5- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2012 р.

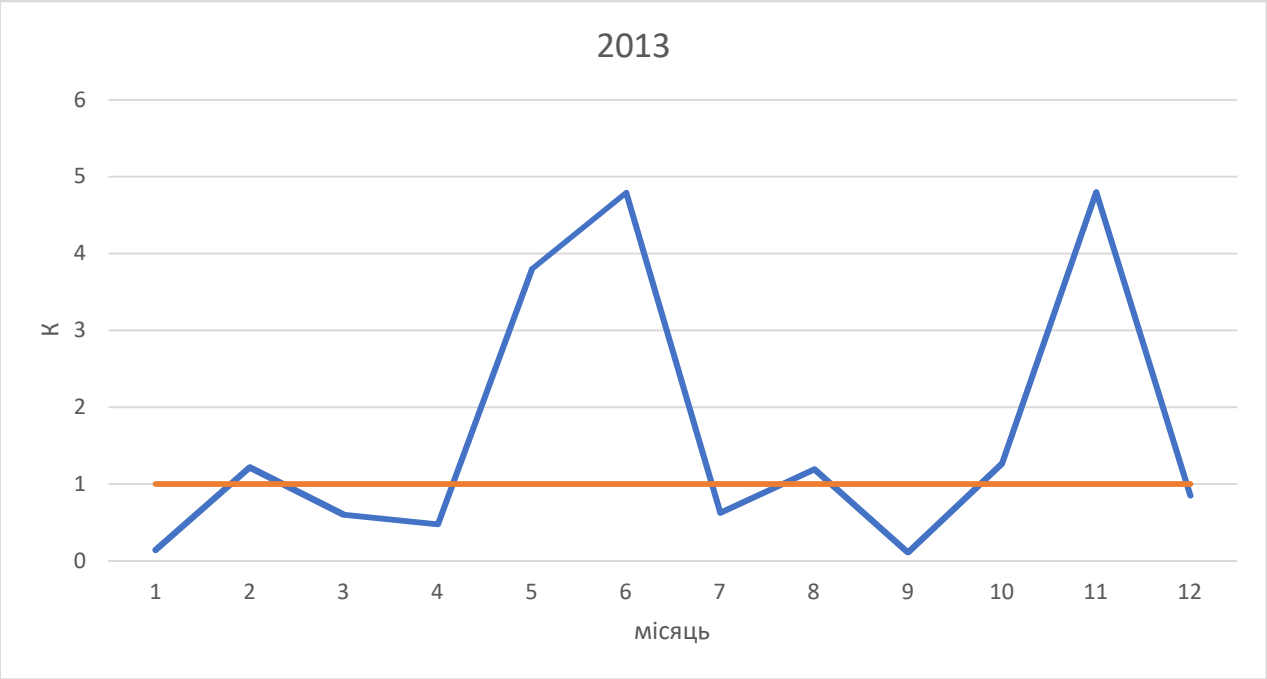


Рис. Б.6- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2013 р.

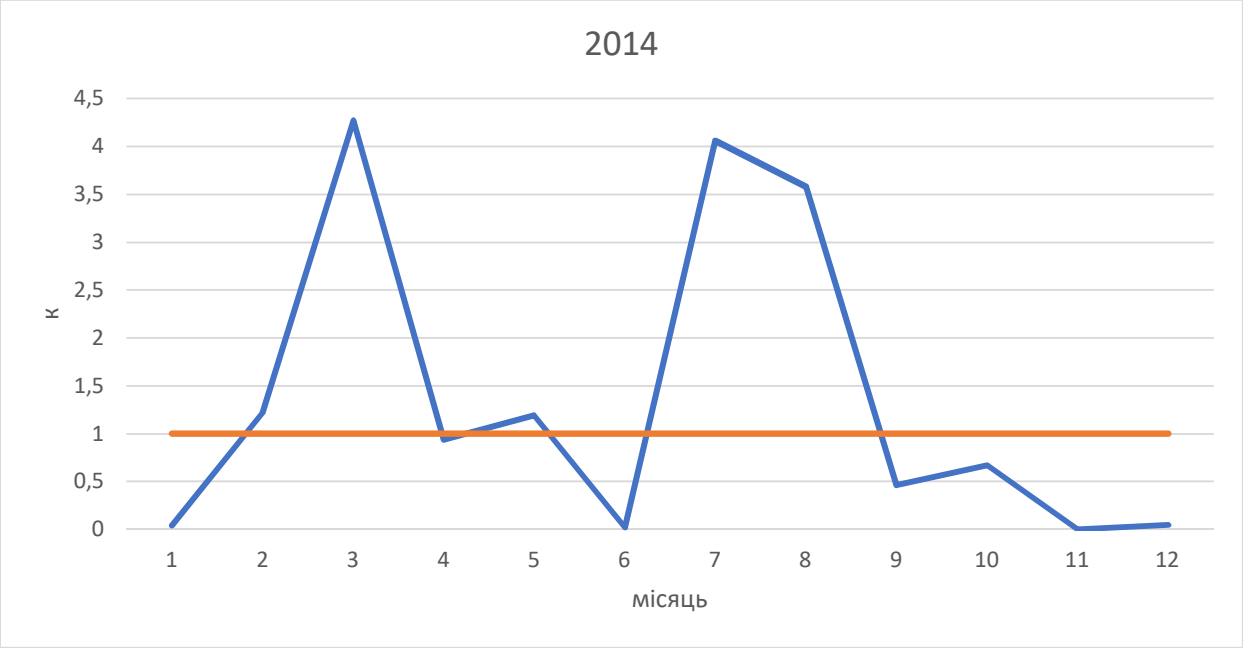


Рис. Б.7- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2014 р.

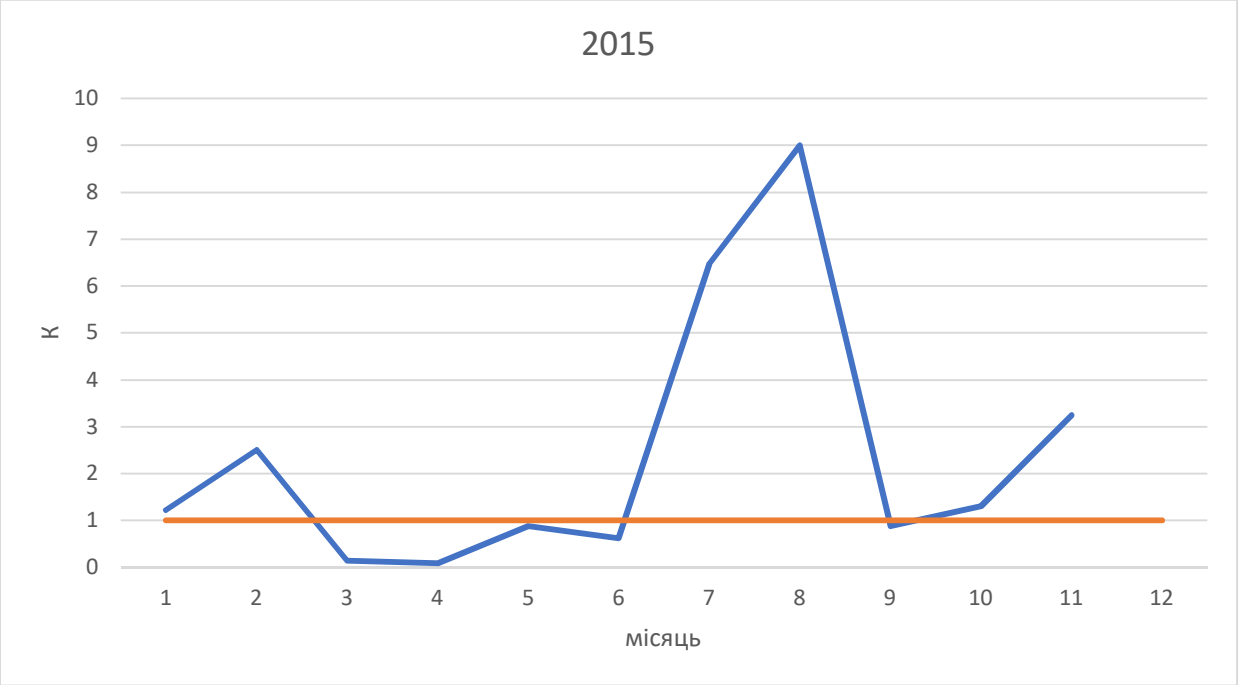


Рис. Б.8- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2015 р.

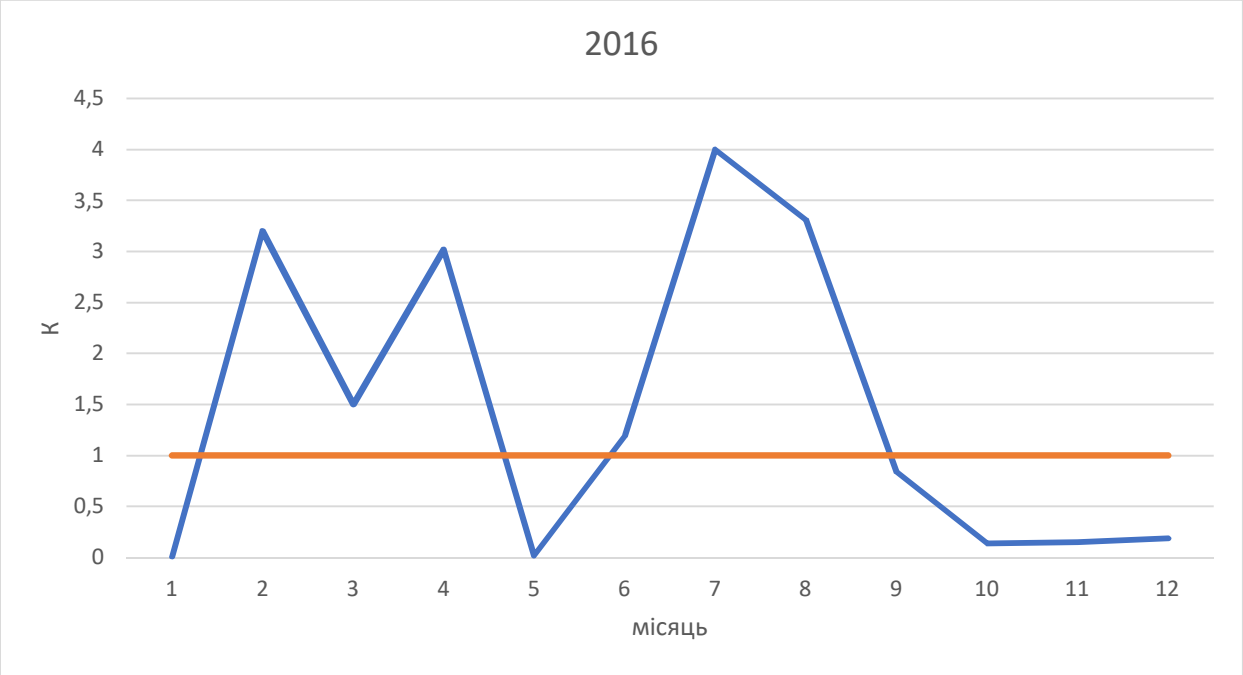


Рис. Б.9- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2016 р.

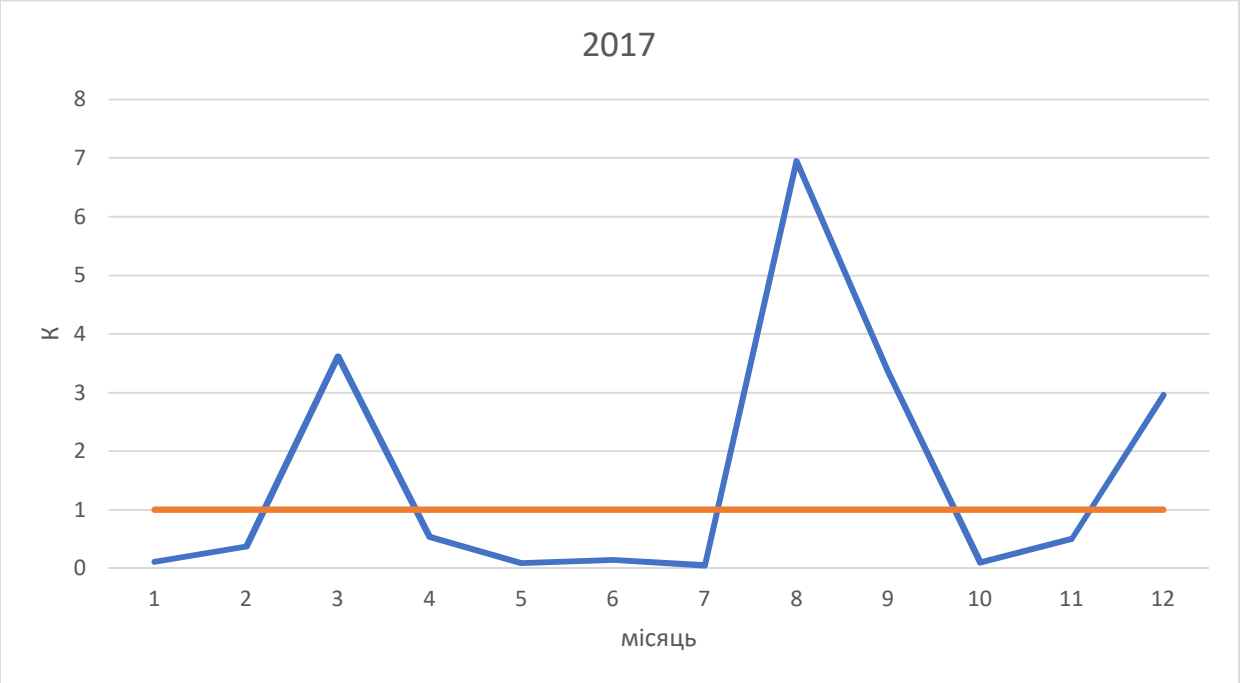
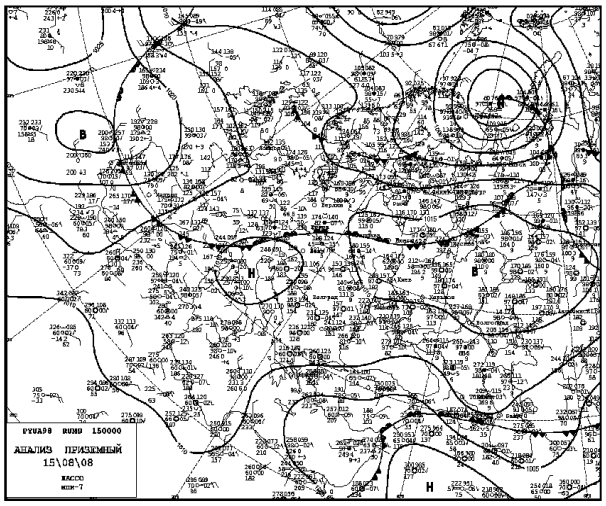


Рис. Б.10- Критерій (*K*) аномальності температури повітря на ст. Чернігів протягом 2017 р.

ДОДАТОК В

Приземні та висотні карти погоди



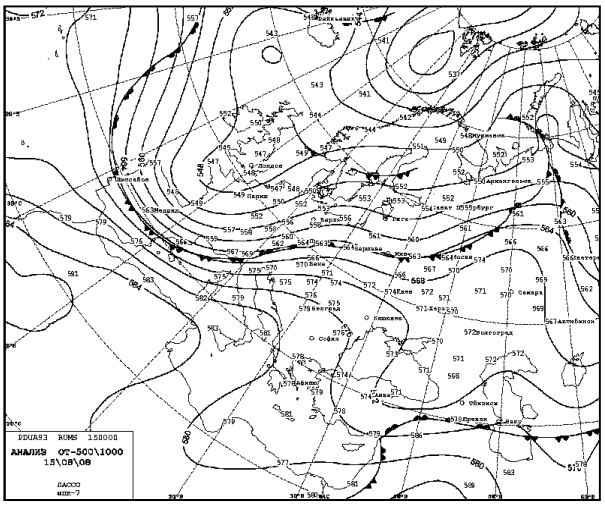
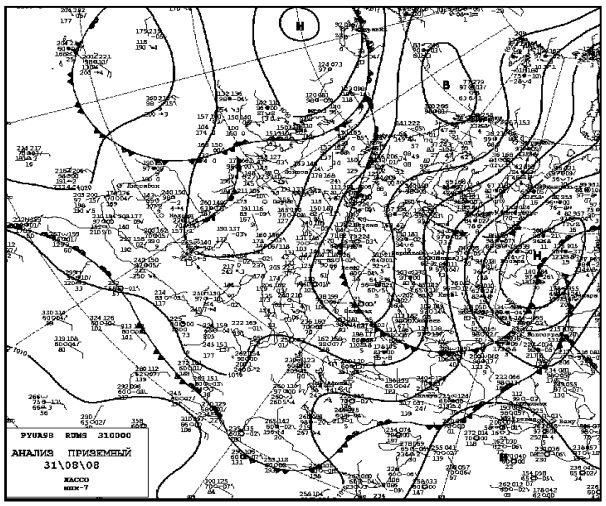


Рис. В.1- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 15.08.2008 р., 00 ВСЧ



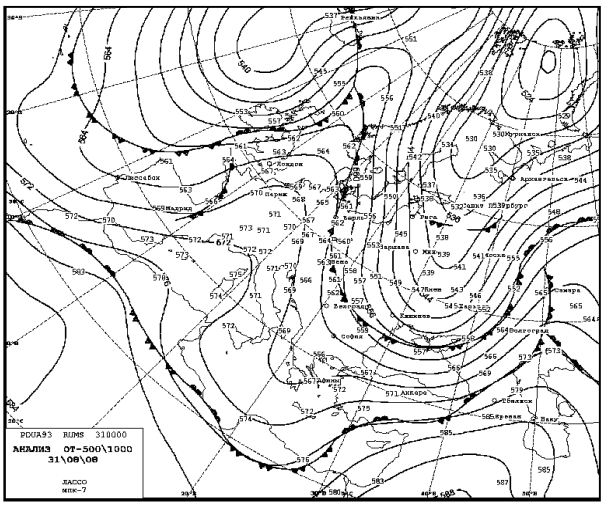
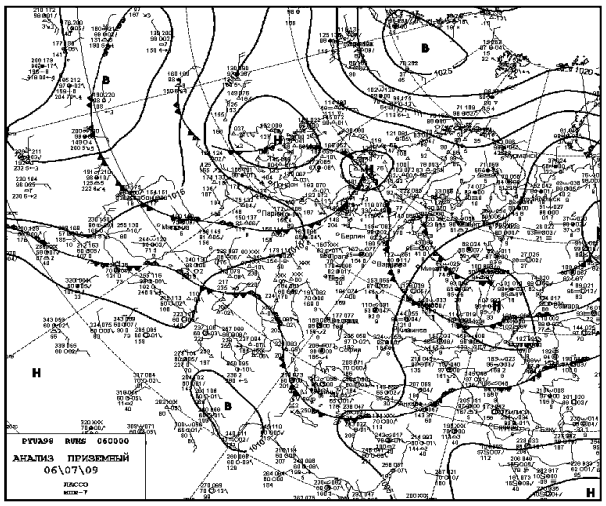


Рис. В.2- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 31.08.2008 р., 00 ВСЧ



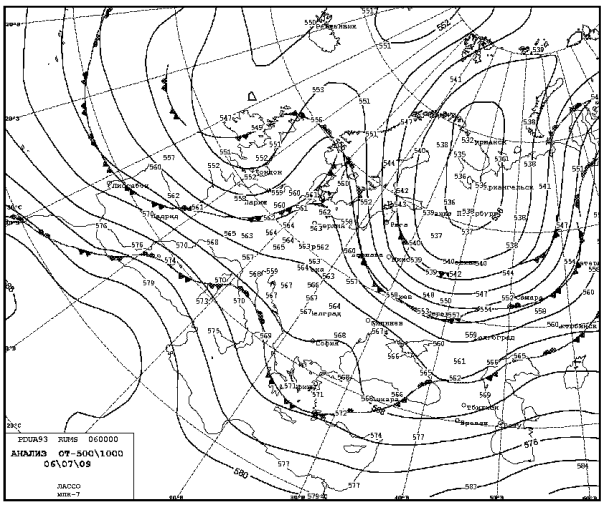
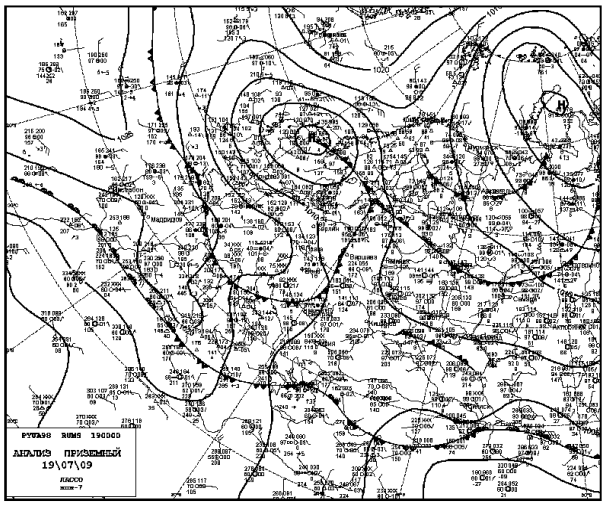


Рис. В.3- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 06.07.2009 р., 00 ВСЧ



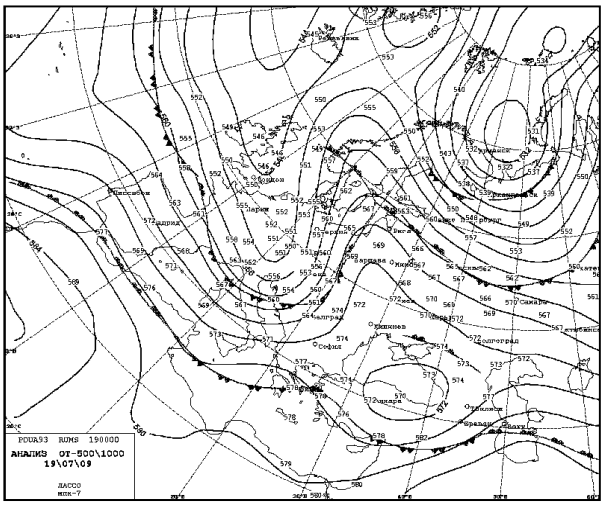
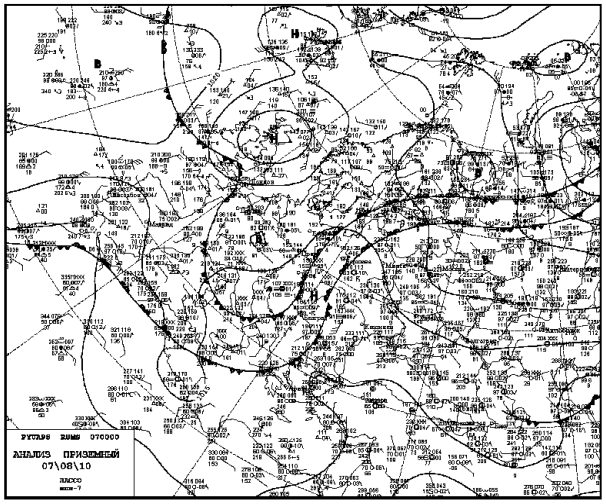


Рис. В.4- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 19.07.2009 р., 00 ВСЧ



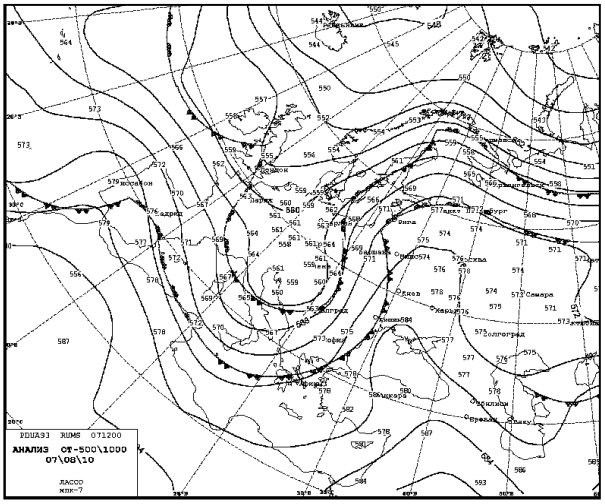
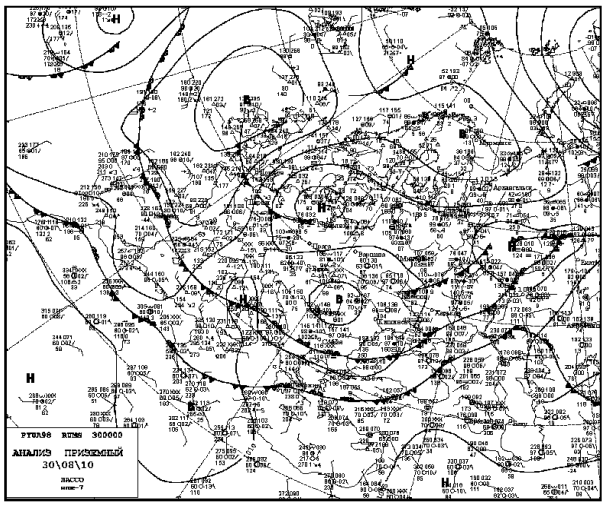


Рис. В.5- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 07.08.2010 р., 00 ВСЧ



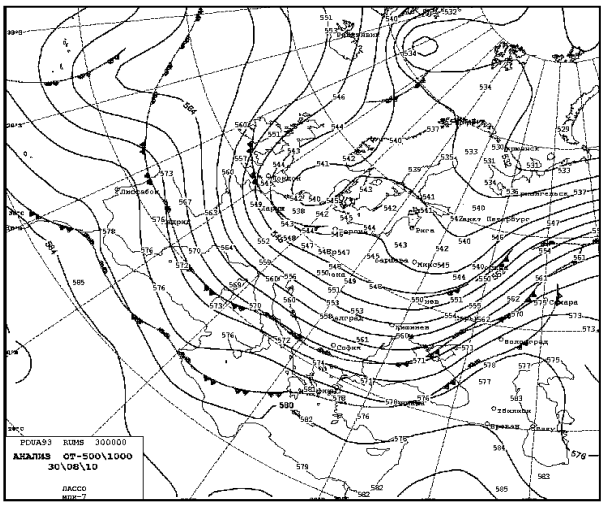


Рис. В.6- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 30.08.2010 р., 00 ВСЧ

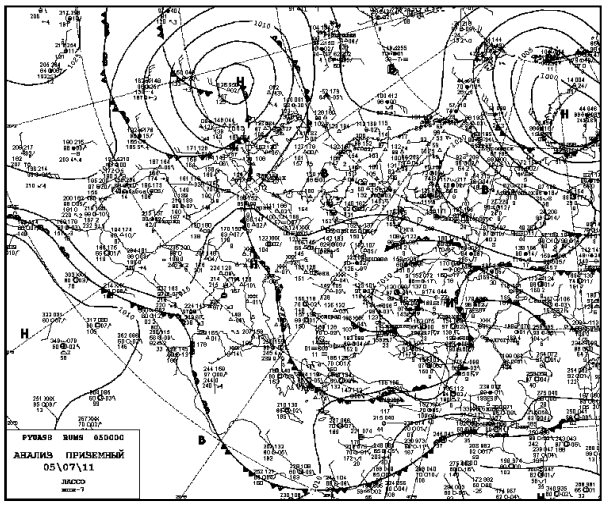


Рис. В.7- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 05.07.2011 р., 00 ВСЧ

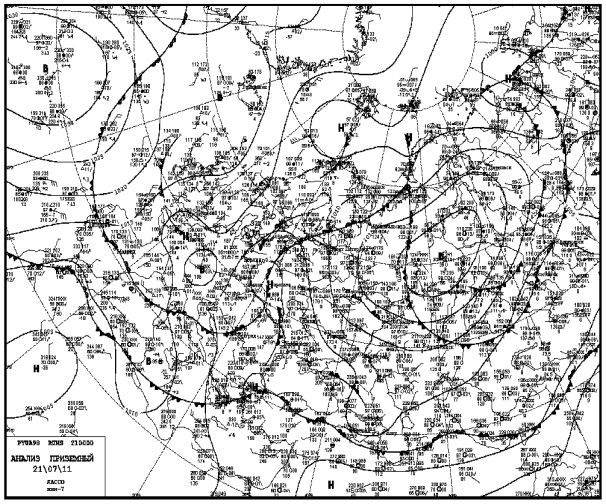


Рис. В.8 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 21.07.2011 р., 00 ВСЧ

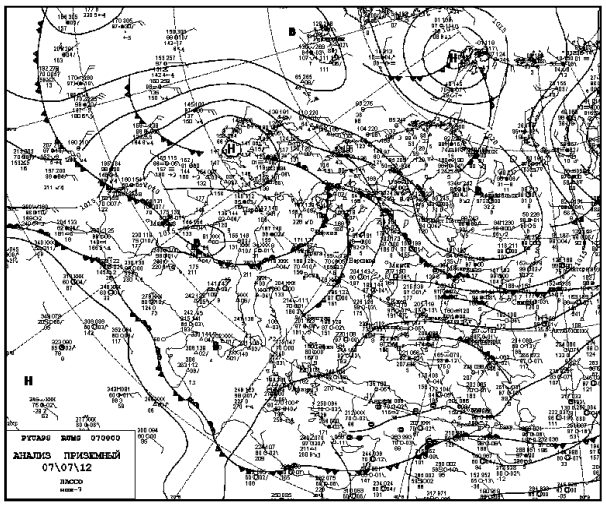
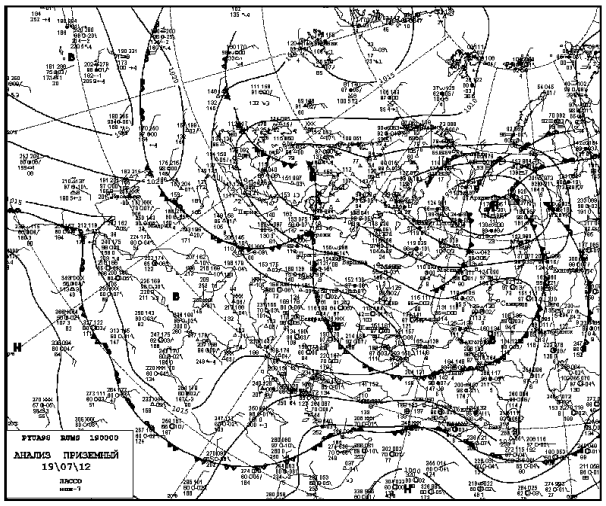


Рис. В.9- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 07.07.2012 р., 00 ВСЧ



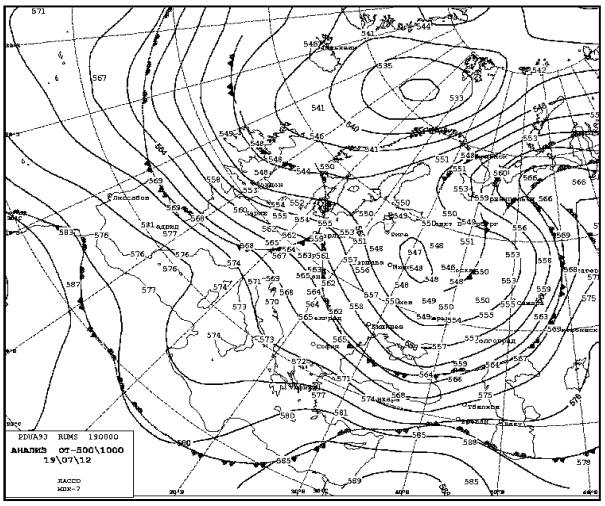
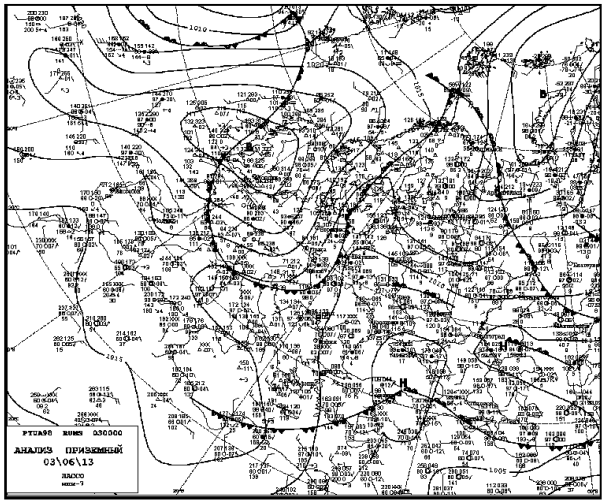


Рис. В.10- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 19.07.2012 р., 00 ВСЧ



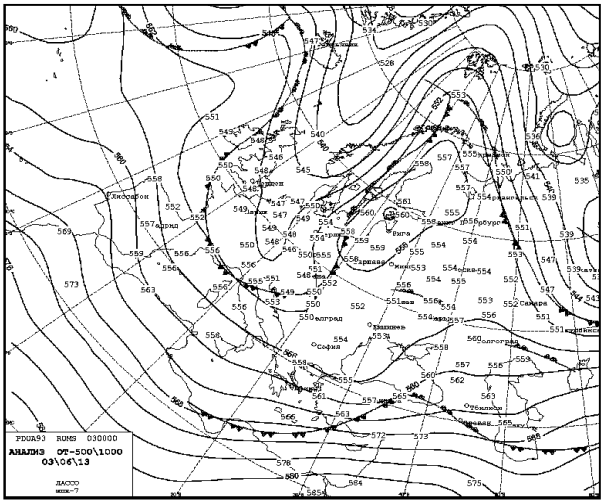
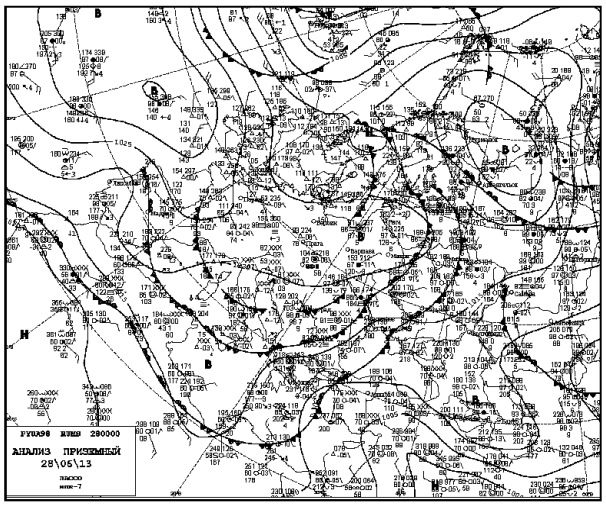


Рис. В.11- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 03.06.2013 р., 00 ВСЧ



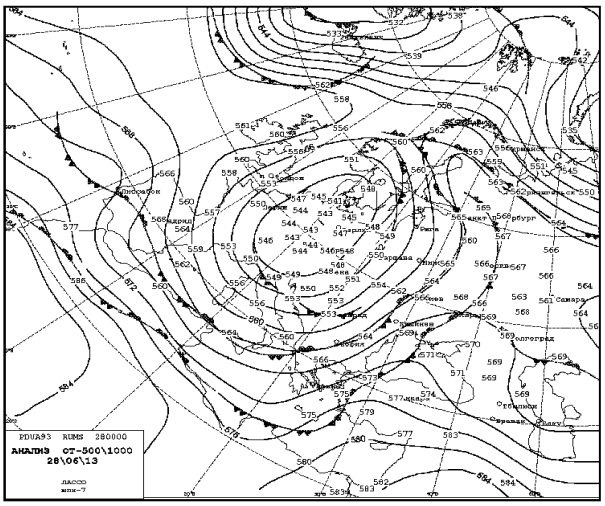


Рис. В.12-. Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 28.06.2013 р., 00 ВСЧ

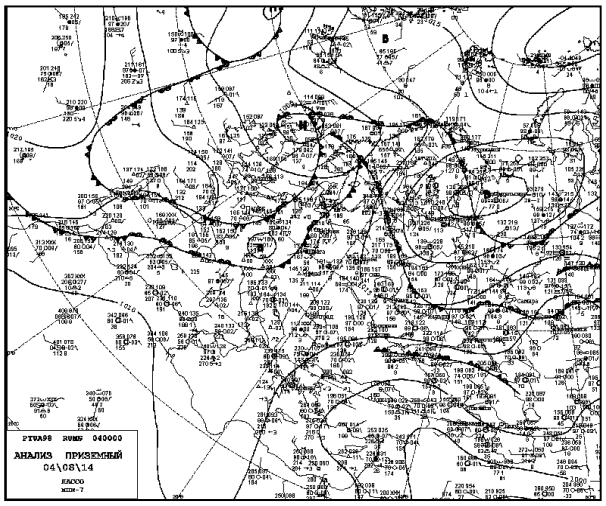


Рис. В.13- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 04.08.2014 р., 00 ВСЧ

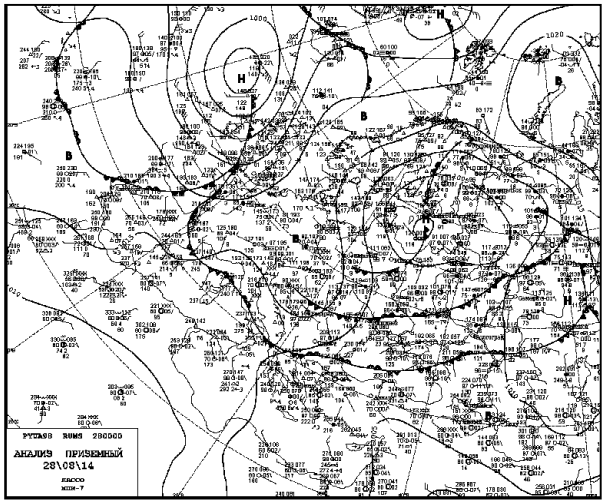


Рис. В.14- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 28.08.2014 р., 00 ВСЧ

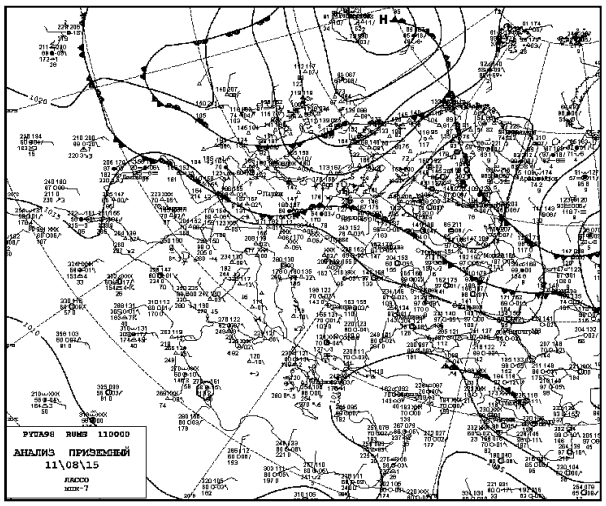


Рис. В.15-. Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 11.08.2015 р., 00 ВСЧ

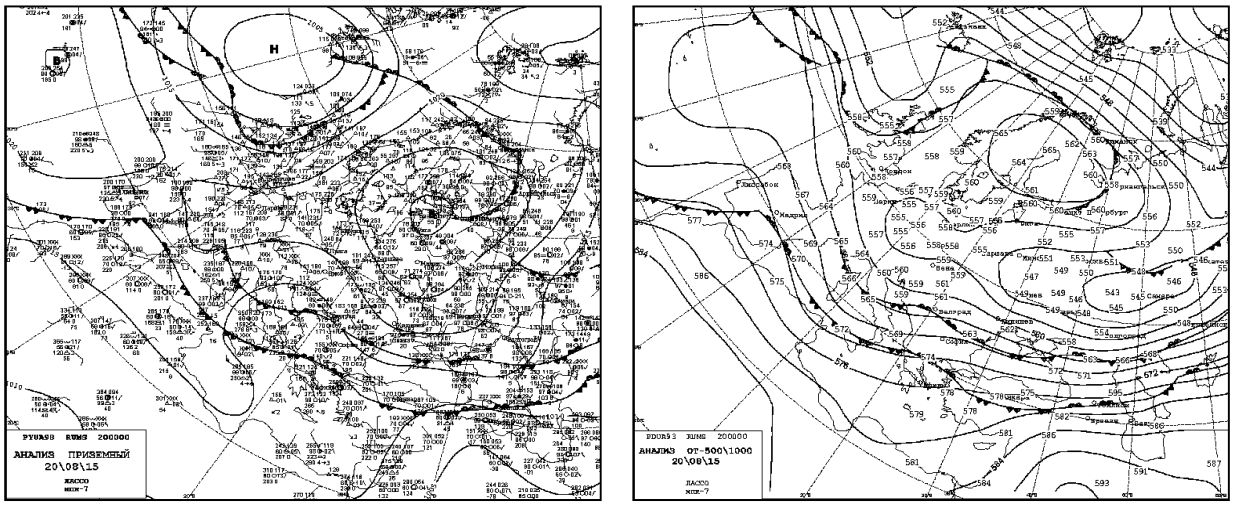


Рис. В.16- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 20.08.2015 р., 00 ВСЧ

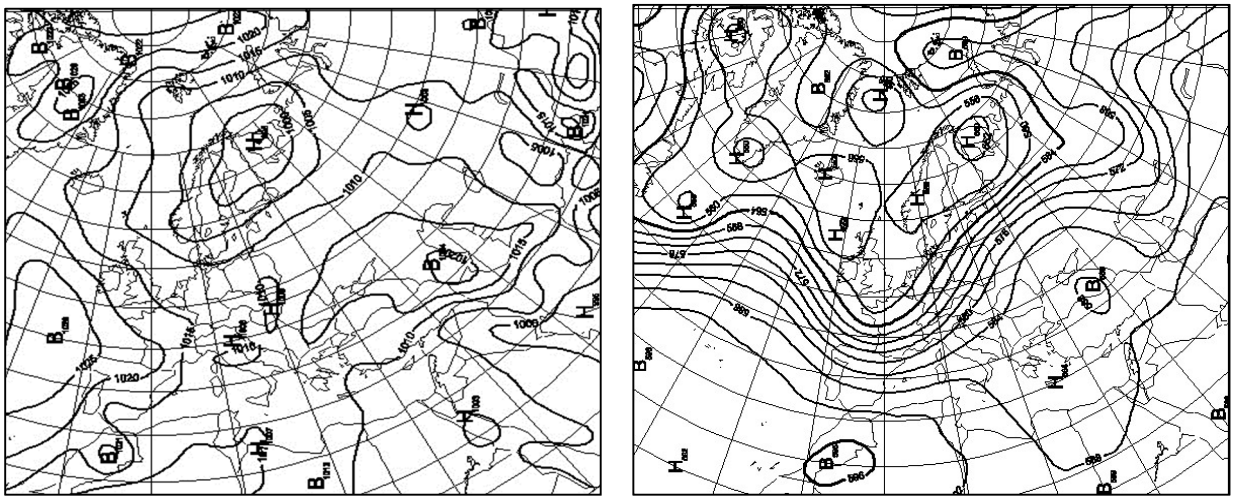


Рис. В.17- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 13.07.2016 р., 00 ВСЧ

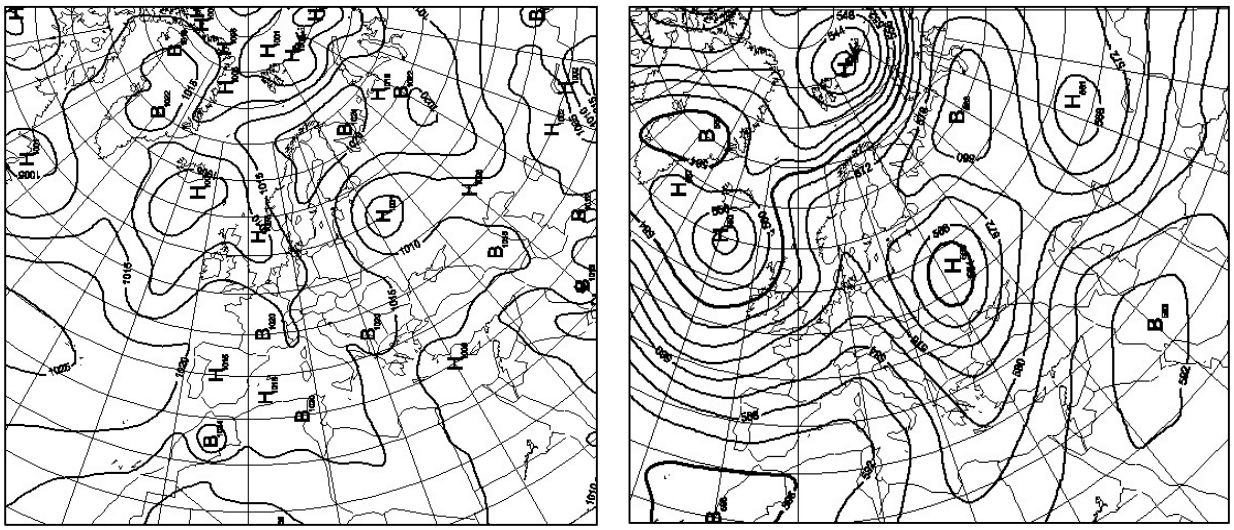


Рис. В.18- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 21.07.2016 р., 00 ВСЧ

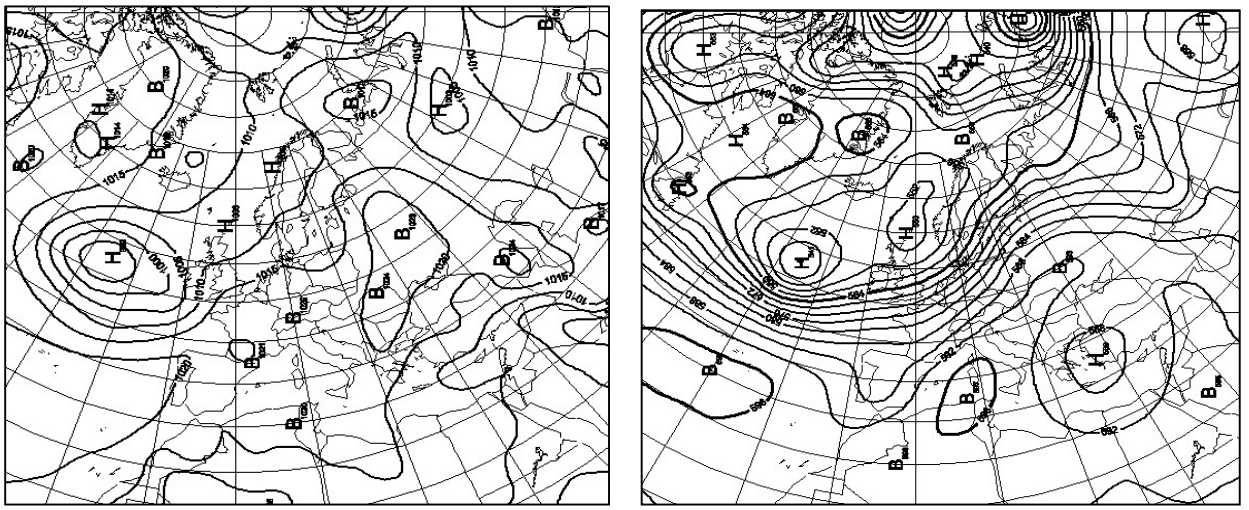


Рис. В.19- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 02.08.2017 р., 00 ВСЧ

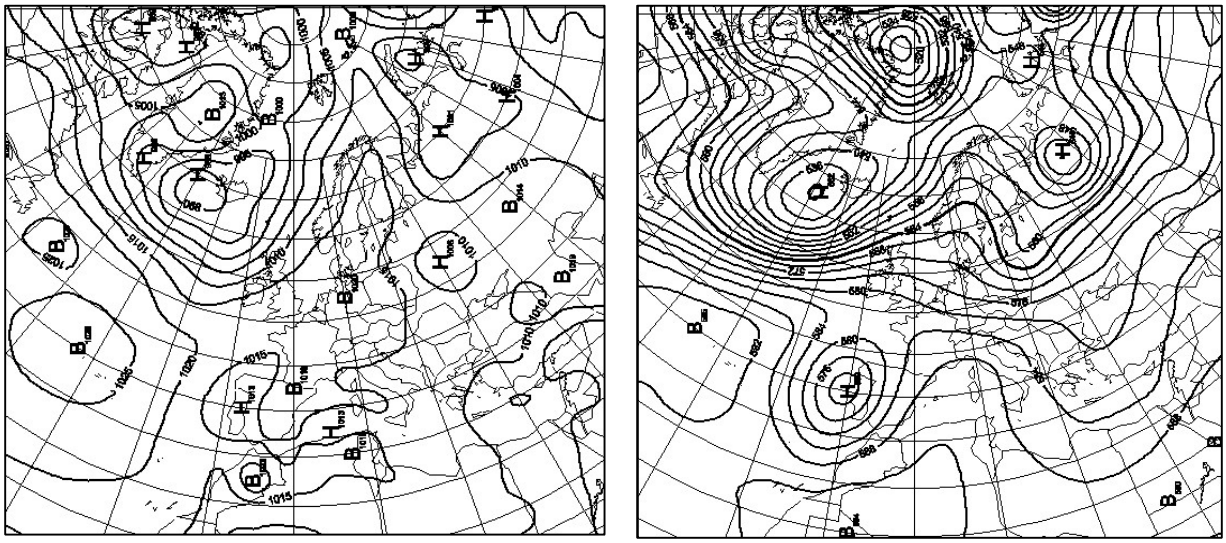


Рис. В.20- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 29.08.2017 р., 00 ВСЧ

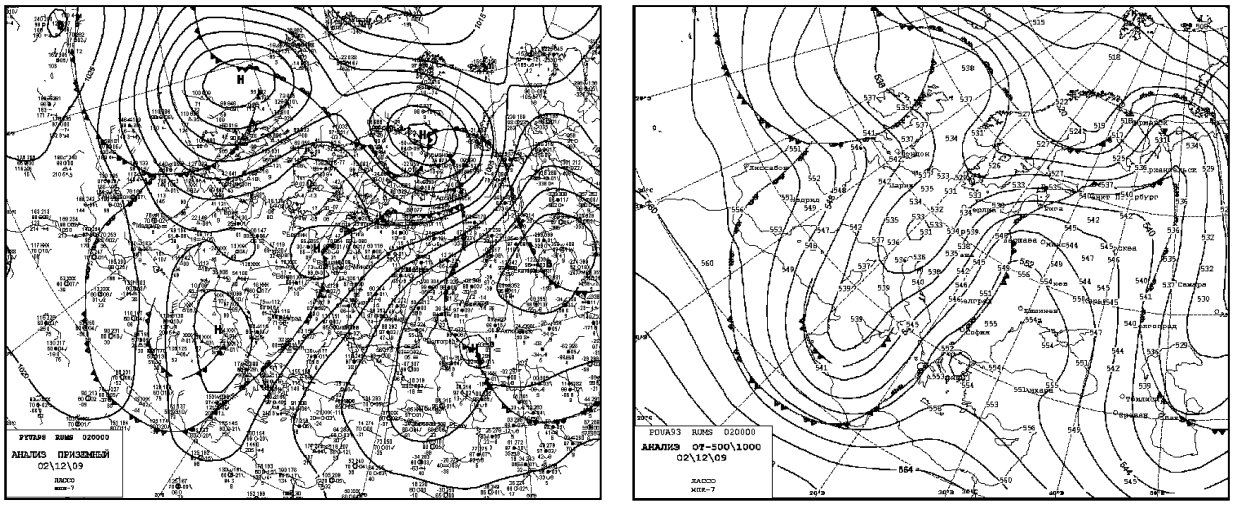
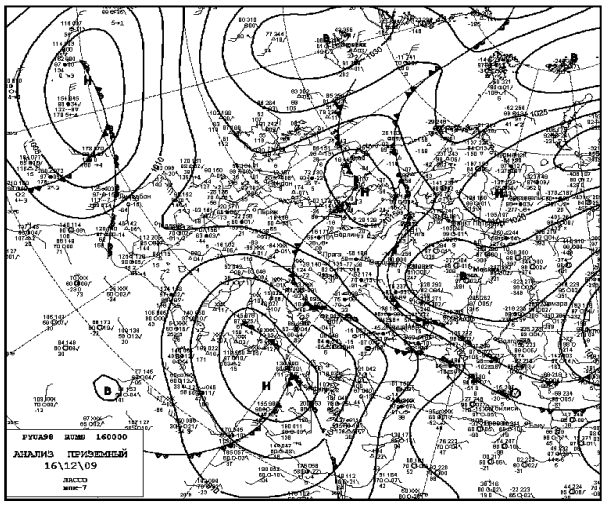


Рис. В.21- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 02.12.2009 р., 00 ВСЧ



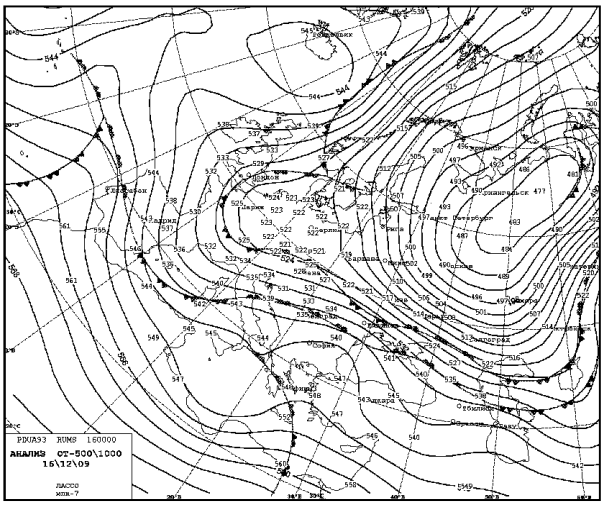
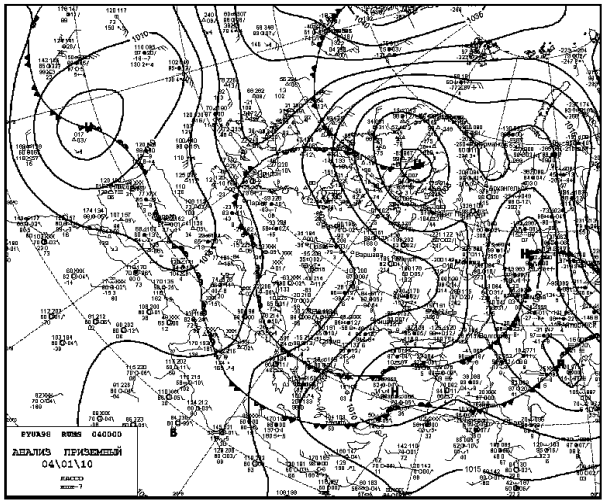


Рис. В.22 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 16.12.2009 р., 00 ВСЧ



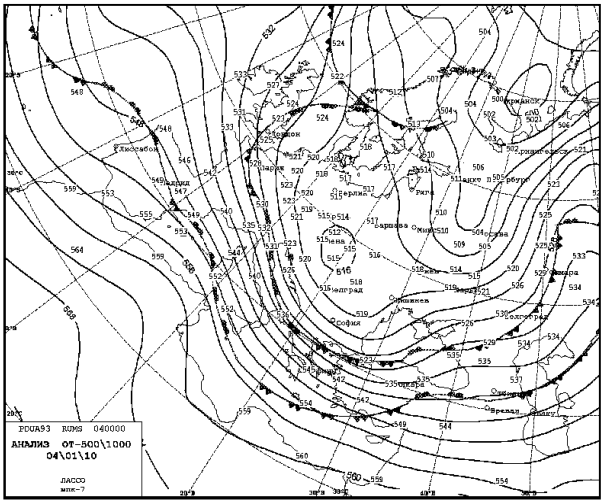
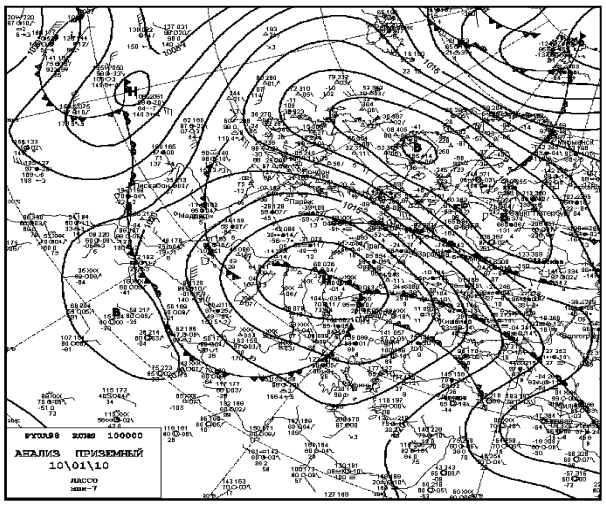


Рис. В.23 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 04.01.2010 р., 00 ВСЧ



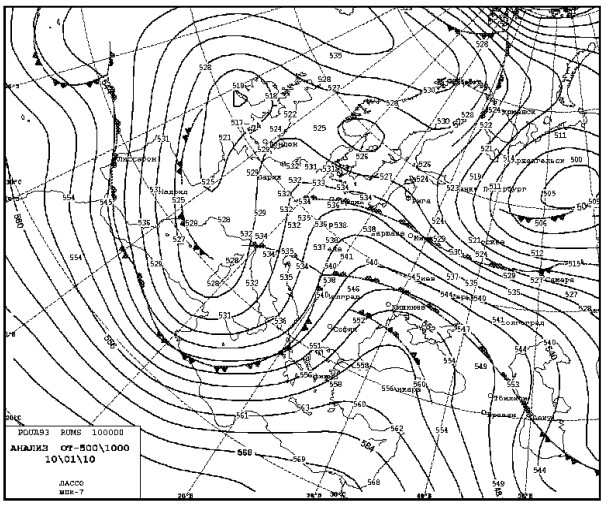
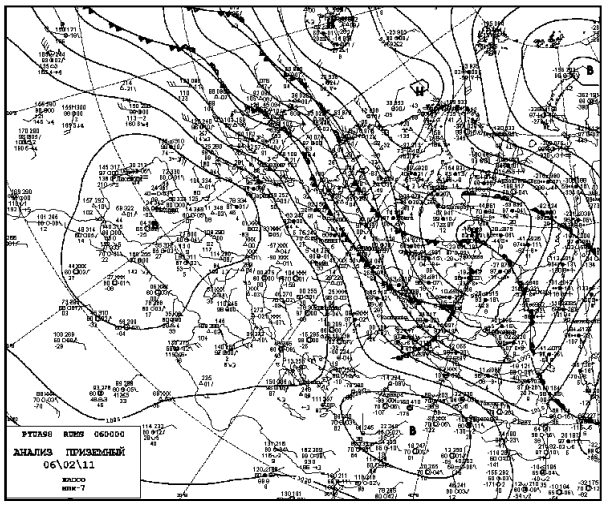


Рис. В.24 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 10.01.2010 р., 00 ВСЧ



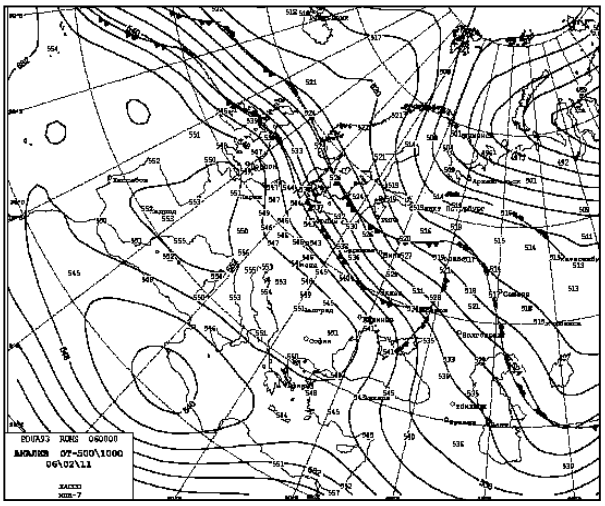
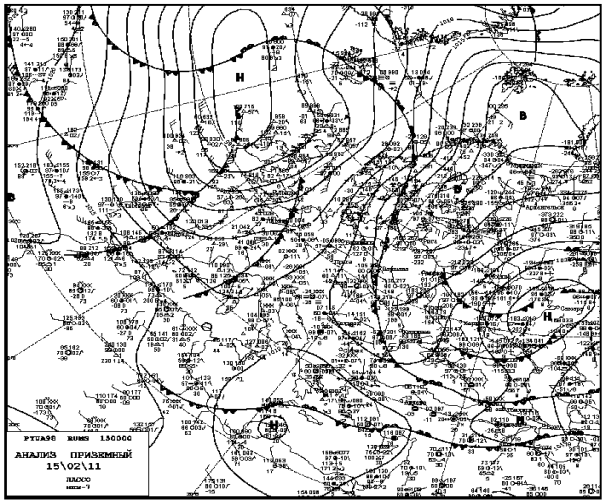


Рис. В.25 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 06.02.2011 р., 00 ВСЧ



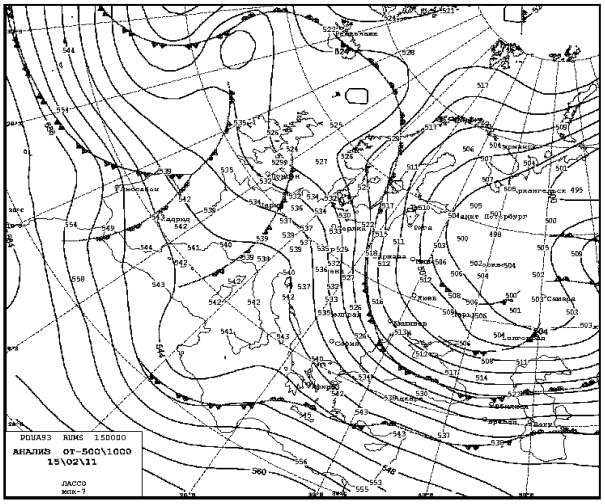
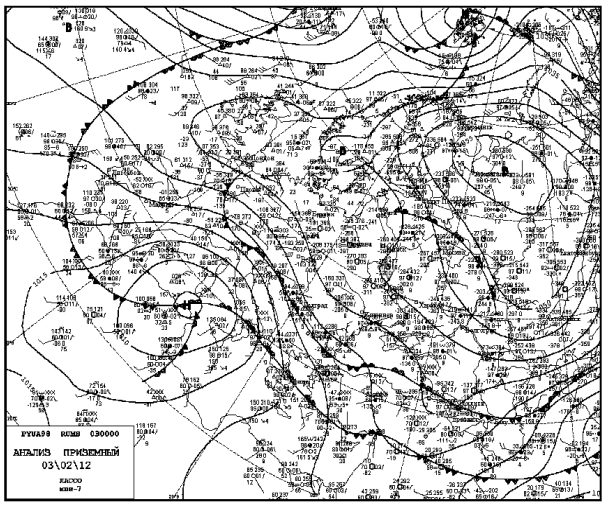


Рис. В.26- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 15.02.2011 р., 00 ВСЧ



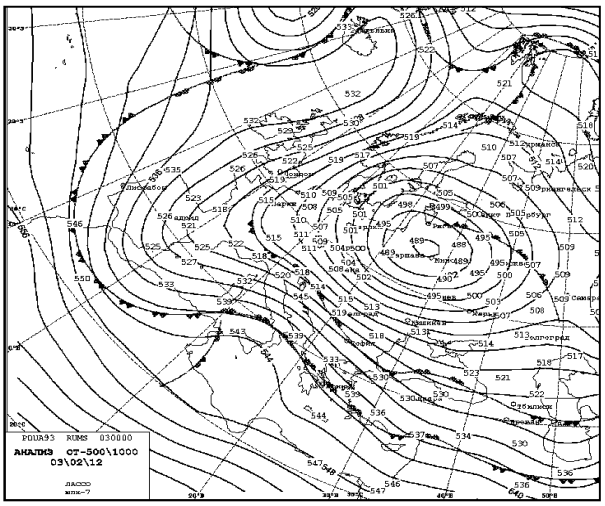


Рис. В.27 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 03.02.2012 р., 00 ВСЧ

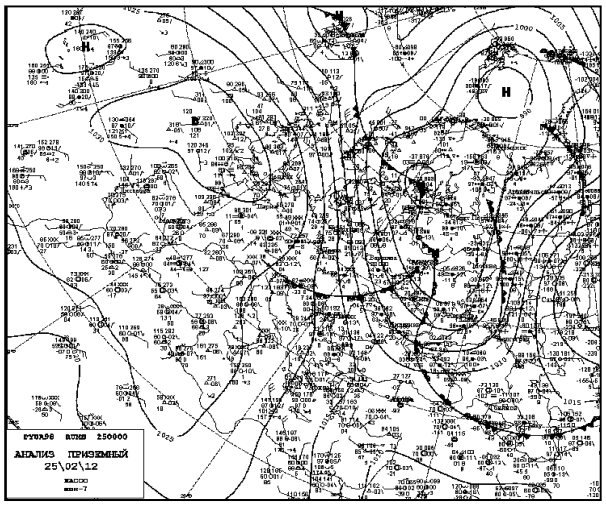


Рис. В.28 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 25.02.2012 р., 00 ВСЧ

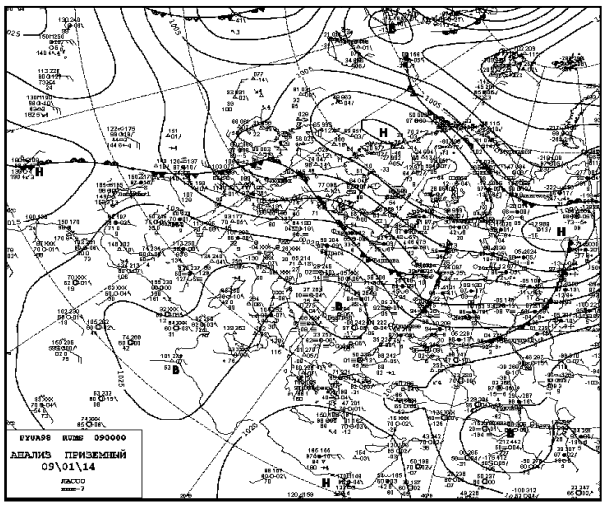


Рис. В.29 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 09.01.2014 р., 00 ВСЧ

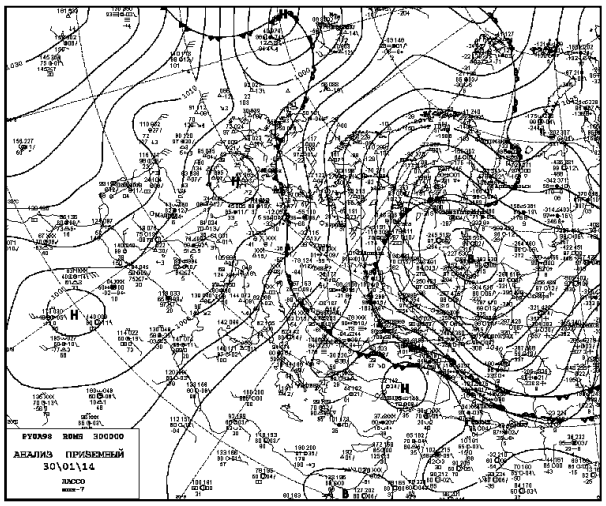
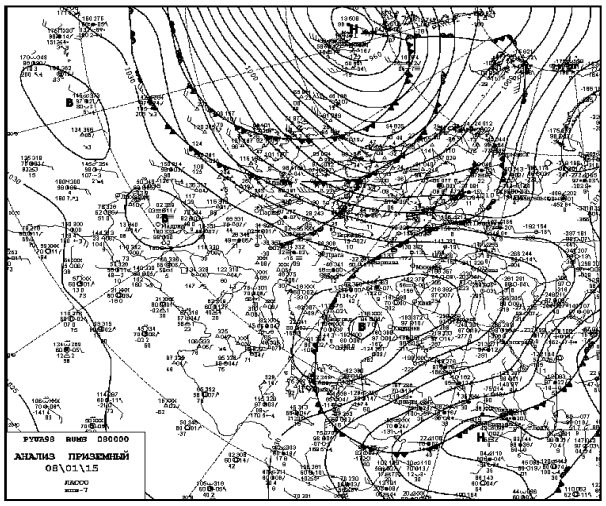


Рис. В.30 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 30.01.2014 р., 00 ВСЧ



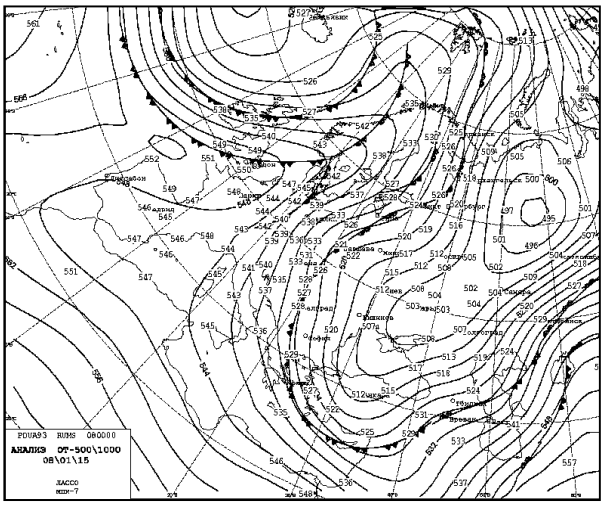
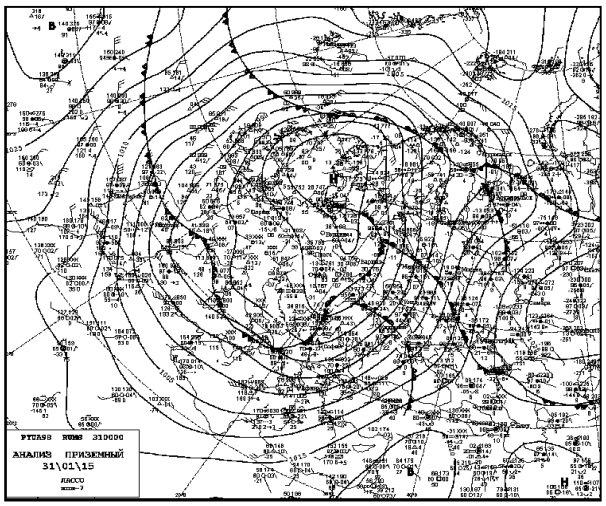


Рис. В.31 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 08.01.2015 р., 00 ВСЧ



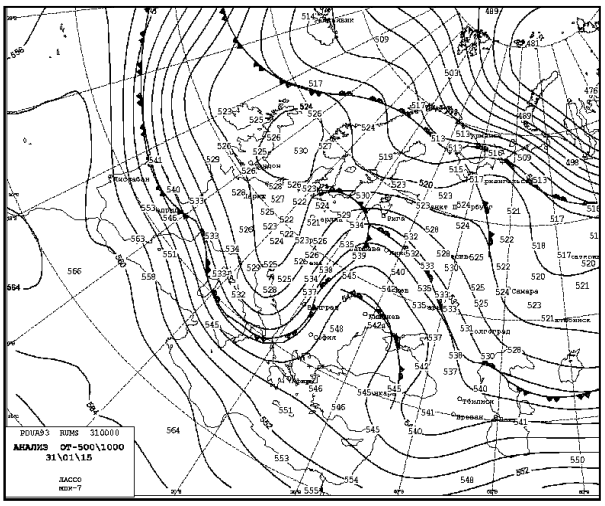
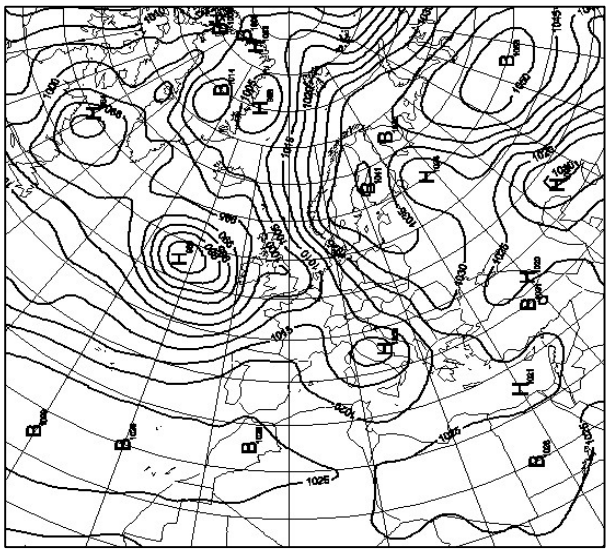


Рис. В.32 - Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 31.01.2015 р., 00 ВСЧ



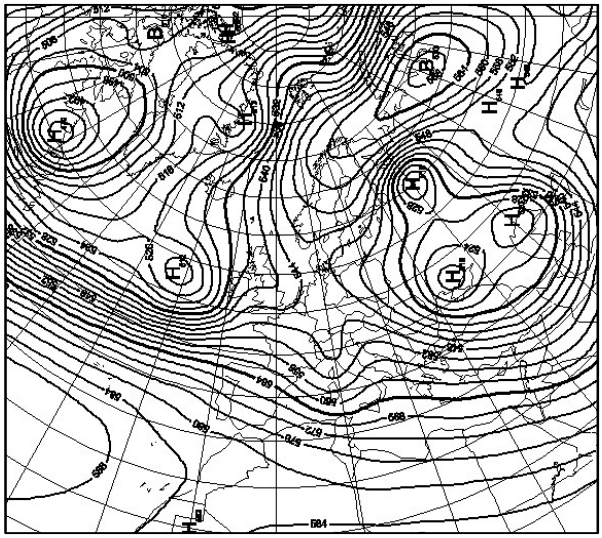


Рис. В.33- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 03.01.2016 р., 00 ВСЧ

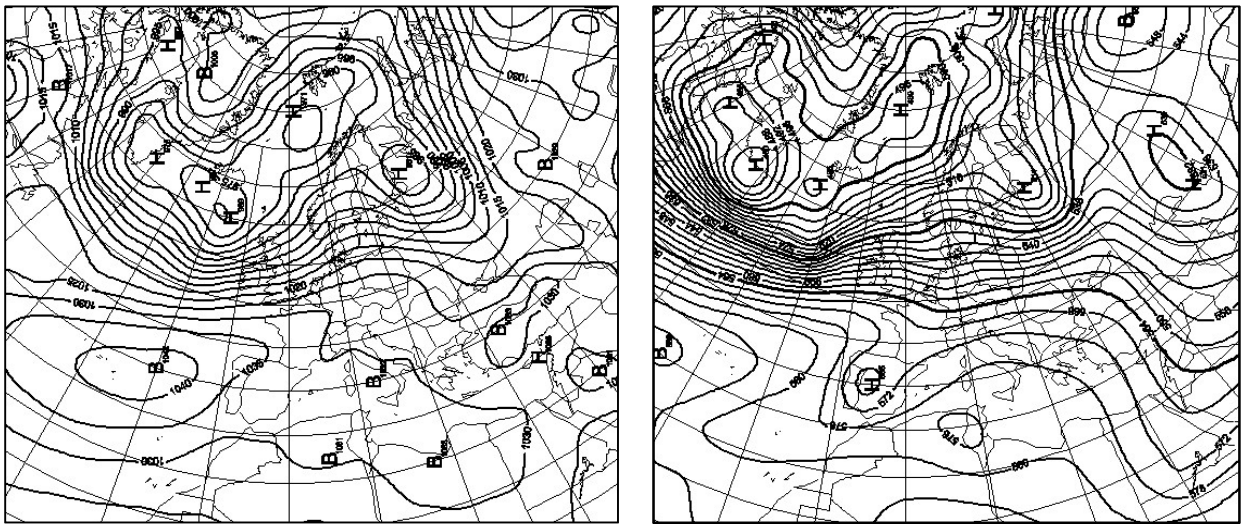


Рис. В.34- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 29.01.2016 р., 00 ВСЧ

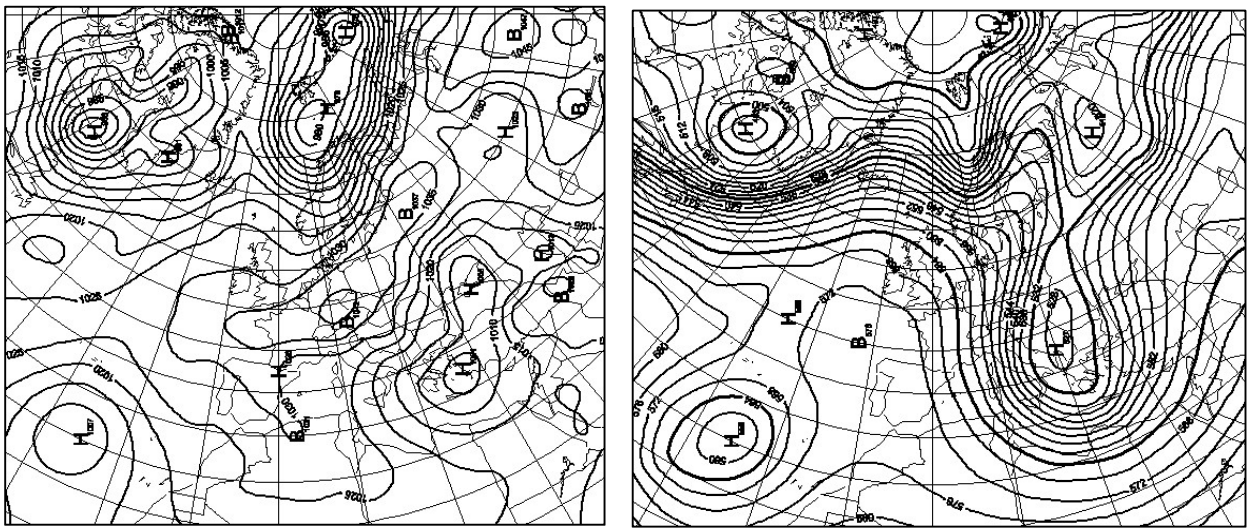


Рис. В.35- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 07.01.2017 р., 00 ВСЧ

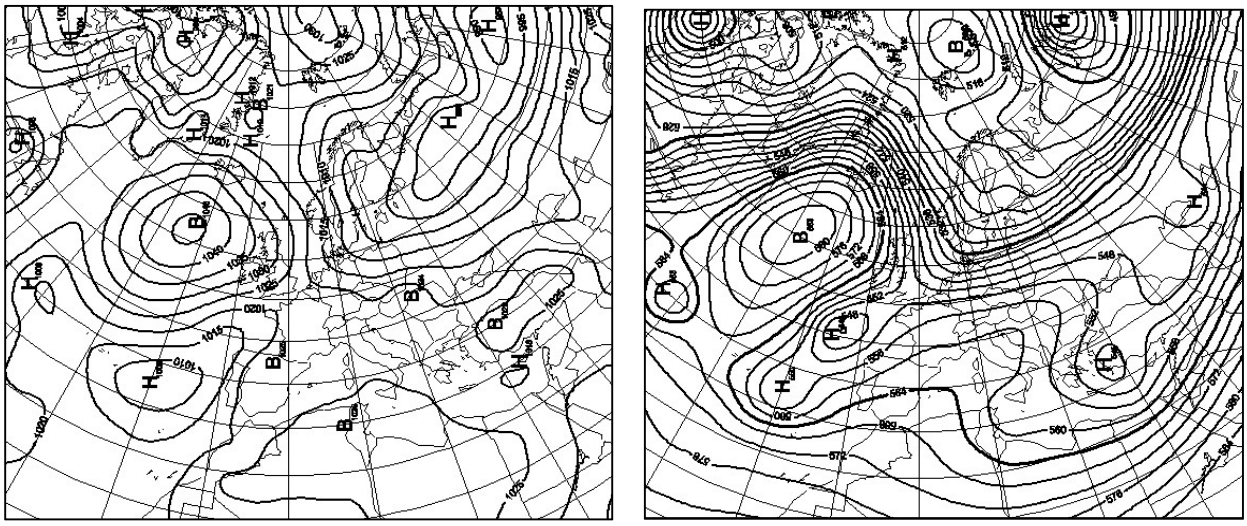


Рис. В.36- Приземна карта та карта ВТ 500/1000 за 02.01.2017 р., 00 ВСЧ