

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

Факультет: гідрометеорологічний
інститут
Спеціальність: Науки про Землю
Кафедра: метеорології та кліматології

НАУКОВА РОБОТА

на тему:

«Температурні аномалії у грудні 2019 р. – лютому 2020 р.
на території України»

Виконала студентка групи МКА-41
Сівак А.В.

Науковий керівник: к.геогр.н., доц.
Нажмудінова О.М.

ОДЕСА – 2020

Шифр: „*not winter winter*”

НАУКОВА РОБОТА

на тему

«Температурні аномалії у грудні 2019 р. – лютому 2020 р.
на території України»

АНОТАЦІЯ

до наукової роботи під девізом «not winter winter»

Дослідження присвячене вивченню характеристик температурного поля у зимовий період.

Актуальність обраної тематики визначається змінами клімату, загальним з яких є глобальне сучасне потепління клімату, що виявилось найпотужнішим за всю історію інструментальних спостережень. Швидкість росту глобальної температури в останні 30 років виявилася найвищою за історію інструментальних спостережень. Наукові розробки свідчать, що причина потепління останніх років в Україні полягає, поряд з природним фактором, у глобальному парниковому ефекті.

Зміна клімату в Україні має зв'язок з циркуляцією, яка діє в атлантико-європейському секторі. Додатні і від'ємні відхилення температури від «норми» обумовлені синоптичними процесами, які, в свою чергу, також змінилися в останні десятиліття. Це стосується зміни положення центрів дії атмосфери (ЦДА), посилення чи послаблення меридіональності та зональності циркуляції, зміни траєкторій руху баричних утворень, збільшення частоти процесів блокування тощо.

Мета дослідження - встановлення особливостей формування аномального температурного режиму повітря у грудні 2019 – лютому 2020 рр. над Східною Європою.

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

Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку літературних джерел (11).

Ключові слова: клімат, аномалія температури, мінімальна та максимальна температура повітря, кліматична норма, циркуляція атмосфери.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Сучасні зміни клімату в Україні.....	5
2 Загальні характеристики поля температури зимового періоду.....	8
3 Дослідження аномального розподілу температури повітря на території України взимку 2019-2020 рр.....	11
3.1 Аналіз екстремальних температур повітря.....	11
3.2 Особливості циркуляції при формуванні аномалій температури....	26
Висновки.....	30
Перелік посилань.....	31
Додаток А. Вихідні дані.....	32

ВСТУП

У роботі досліджується аномальний режим температури повітря у зимовий період над територією України

За останні два десятиліття простежується чітка тенденція змін клімату у бік потепління. Одночасно з потеплінням збільшується небезпека кліматичних та природних катастроф, що визначає актуальність даної теми - вплив екстремальних режимів температури повітря на функціонування народного господарства і життєдіяльність людини. Природна мінливість клімату підсилюється втручанням людської діяльності, а це може призвести до порушення стабільності клімату. Крім вивчення проблем змін клімату є актуальним прогнозування його на майбутнє.

Сучасні кліматичні зміни супроводжуються збільшенням повторюваності (частоти) інтенсивності хвиль як тепла, так і холоду, тобто періодів (у межах сезону) з екстремально високою або низькою температурою. На території України в останні десятиліття виділяється деяка тенденція до збільшення повторюваності теплих зим, проте на фоні зростання температури у зимові місяці (особливо у грудні) часом відмічаються періоди зі значними (короткочасними) зниженнями температури.

Для отримання даних про щорічні коливання клімату проводять спостереження за середньомісячною, максимальною та мінімальною температурою повітря в даному районі.

Аналізу підлягали температурні поля за даними чотирьох станцій України: Одеса, Київ, Харків, Львів з метою визначення особливостей змін температури повітря у різних регіонах країни.

Для роботи використані вихідні дані: оперативна інформація системи АРМ син, бюлетені погоди та інші інтернет ресурси [9-11]; Кліматичний Кадастр України [2].

1 СУЧАСНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ В УКРАЇНІ

Наука досягла високого рівня знань у сфері історії формування клімату Землі, але, як і раніше, викликають дискусію причини досить стрімкої сучасної зміни клімату у бік потепління. Слід зазначити, що до теперішнього часу головна увага надавалася прогнозу тенденції глобальної зміни клімату. Отримані показники підвищення температури повітря на поверхні суші та океану в ХХІ ст. не задовольняють потреби держав в інформації про зміну клімату на регіональному рівні. Необхідно конкретизувати, які можуть бути коливання клімату в найближчі 2-3 десятиріччя. Також виникає необхідність розробки адаптаційних заходів до зміни клімату на території України. Циклічні коливання температури повітря проявляються і протягом останніх 100 років. Враховуючи середню тривалість циклів у 35 років та можливу їх тривалість від 20 до 50 років, слід очікувати, що останнє потепління клімату протягом найближчих 5-15 років може змінитись похолоданням [4].

Сучасні коливання клімату можна виявити на основі інструментальних спостережень, які в достатній кількості є з кінця 19 ст. Всебічне дослідження екстремальної температури повітря, як складової температурного режиму, в умовах глобальної зміни клімату являється особливо актуальним, тому що її коливання призводять до зміни погодних умов, що мають як сприятливий, так і негативний вплив на стан людини, навколишнє середовище, соціально-економічний розвиток країни. У зв'язку з тим, що в останні роки (кінець ХХ ст. (1991-2000 рр.) і початок ХХІ ст. (2001-2005 рр.) відбуваються глобальні зміни клімату, виникла необхідність виявлення зміни екстремальної температури повітря [1]. Проведено порівняння максимальної температури повітря за 1991-2005 рр. з кліматологічної стандартної нормою (1961-1990 рр.). Встановлено, що за 1991-2005 р. підвищення й зниження середнього максимуму температури повітря в окремі місяці в різних регіонах України неоднакові. Найбільше підвищення відбулося в січні на північному сході до 2,5°C, на значній частині території до 2,0°C и тільки на крайньому півдні близько 1,0°C. Дещо менше

максимальна температура повітря підвищилася в лютому, березні, серпні (на $2,0^{\circ}\text{C}$), у липні - на $1,5^{\circ}\text{C}$. У вересні-грудні відбулося незначне її зниження, у травні й червні - тільки на північному сході, а на заході й півдні - підвищення. За рік середній максимум підвищився на $0,3-0,8^{\circ}\text{C}$. У січні середній максимум температури повітря на значній території підвищився на $1,0^{\circ}\text{C}$, на північному сході проходить ізотерма $-3,0^{\circ}\text{C}$ замість $-4,0^{\circ}\text{C}$, на півдні країни ізотерми середнього максимуму не змінили своє положення. Середній максимум температури в січні характеризується значною мінливістю й відрізняється досить складним характером міжрічних коливань. Наприкінці ХХ ст. і на початку ХХІ ст. відзначається підвищення як максимальної, так і мінімальної температури, найбільше - в зимові місяці. Мінімальна температура підвищилася більше, ніж максимальна й середня. Такий характер зміни екстремальної температури повітря відображає сучасна зміна циркуляційних процесів [1].

Зміни клімату в окремих районах земної кулі, в тому числі в Україні, прийнято характеризувати з допомогою річної температури повітря. Температура є інтегральною характеристикою всіх процесів. Постійне і тривале (з 1881 року) спостереження за температурою повітря дає можливість зробити статистично обґрунтованою характеристику схожості вікового ходу річної глобальної і регіональної температури повітря [4].

У дослідженнях [5] наведені результати спостереження за річною регіональною температурою: підтверджений раніше отриманий результат, що з 1975 року в Україні потепління відбувається великими темпами і в нашій країні воно більш інтенсивне, ніж в інших країнах; до 2000 року інтенсивність потепління в степовій зоні була дещо менша, ніж в інших природних зонах; протягом 2001-2012 років вона вирівнюється з ними. Потепління охопило південні широти, а степова зона в Україні — це зерновий район, де може бути постійна засуха. Дані свідчать про те, що процес потепління в Україні відбувається досить активно. У середньому за десятиріччя температура підвищувалася на $0,1^{\circ}\text{C}$, а протягом останніх десяти років за даними більшості станцій температура збільшилась на $0,3^{\circ}\text{C}$. Усі річні аномалії в ХХІ ст. були

додатними. Отримана інформація свідчить про досить стрімкий процес потепління клімату в Україні з початку ХХІ ст.

За останнє десятиріччя ХХ ст. і перше ХХІ ст. були пережиті показники найвищої та найнижчої середньої місячної температури повітря за 100-річний період. Впродовж 1991-2010 рр. середня місячна температура повітря підвищилася порівняно із кліматологічною стандартною нормою (1961-1990 рр.) по всій території України як у зимові, так і в літні місяці. Важливо виявити динаміку сучасних змін температури повітря на тлі вікового ходу температури за весь період спостережень (1881-2010 рр.), де чітко простежуються її тривалі підвищення та зниження. Умовно можна виділити два періоди: 1881-1946 рр. та 1947-2010 рр. Порівняння цих періодів показало, що у зимові місяці температура повітря за 1947-2010 рр. вища ніж за 1881-1946 рр., а в літні – вона майже однакова за ці ж періоди. У зимові місяці стійка тенденція до підвищення температури повітря, яка спостерігається не лише в останні роки (1991-2010 рр.), а упродовж тривалого часу, вплинула на період 1947-2010 рр. Абсолютний максимум температури майже повсюди підвищився, а абсолютний мінімум не зазнав істотних змін. Дані моніторингу сучасного клімату України вказують на те, що в останні роки ХХ ст. та на початку ХХІ ст. тенденція підвищення температури повітря до екстремальних значень посилилась [8].

Дані інструментальних спостережень за температурою повітря біля поверхні землі мережі наземних метеорологічних станцій України з 1901 по 2014 р. [6], показують, що на території України процес потепління досить активний. Регулярне спостереження за температурою повітря із року в рік, в Україні з 1901 р., дає можливість зробити статистично обґрунтованою характеристику схожості вікового ходу річної глобальної і регіональної температур повітря. Криві багаторічного ходу температури повітря в Україні за 113 років мають спільні риси з багаторічним глобальним ходом температури повітря. Можна припустити, що температура вийде на плато, припинить збільшуватися, але що вона буде знижуватися, цього не передбачається.

2 ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРИ ЗИМОВОГО ПЕРІОДУ

На території України розподіл температури повітря зумовлений географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери та підстильною поверхнею. Вплив кожного з них протягом року не рівнозначний, що спричинює значні температурні контрасти. У зимовий сезон температурний режим формується під впливом циркуляції атмосфери і пов'язаної з нею адвекції повітря. Роль сонячної радіації послаблюється внаслідок зменшення висоти Сонця, тривалості дня, збільшення хмарності. Найтеплішими є західні та південно-західні регіони, що знаходяться під впливом повітряних мас із Середземного і Чорного морів. Із просуванням на схід і північний схід частішають вторгнення повітря з Азії та Арктики, тому тут відмічається найнижча температура повітря. Часте чергування теплого і вологого та сухого і холодного повітря створює нестійкий характер зими. Важливим показником мінливості середньої місячної температури повітря в окремі роки є абсолютне відхилення температури даного місяця від норми. Найбільші (від'ємні і додатні) відхилення від норми відмічаються у зимові місяці. Вони пов'язані з потужною адвекцією холодних або теплих повітряних мас, що охоплюють всю територію або значну її частину. Осередки найбільшого зниження або підвищення температури зазвичай розміщуються у різних районах країни [3].

На формування і розподіл температури повітря насамперед впливає географічне положення місця (широта і довгота). У холодний період (листопад-березень) найнижча температура повітря спостерігається не на крайньому сході, а в районі Донецької височини, що пов'язано з рельєфом. Деяке підвищення температури повітря на довготі 33° пояснюється впливом моря. Зниження температури у межах $35-36^\circ$ за довготою пов'язано також з Приазовською височиною. Межі зміни за довготою значно менші, ніж за широтою. У зимові та літні місяці вони однакові ($3,5^\circ\text{C}$). У річному ході як за широтою, так і за довготою найхолоднішим є січень.

Середня місячна температура повітря в основному змінюється з півночі на південь. Грудень - найтепліший зимовий місяць, середня температура від'ємна, за винятком Криму. На крайньому заході, що найбільше підпадає під вплив теплих повітряних мас з Атлантики, вона на 2-3°C вища, ніж на крайньому північному сході. Найхолоднішим місяцем за рік є січень (40-55%), дещо менш холодний (30-40%) - лютий. У січні найнижча середня температура повітря (-8...-7°C) спостерігається на північному сході, сході та в Українських Карпатах, на решті території вона становить -6...-4°C. У південних районах на підвищення температурного фону значно впливає Чорне море. В окремі роки у зв'язку з особливостями розвитку циркуляції атмосфери ця закономірність порушується і найнижча середня температура може відмічатися в інші місяці. Лютий за температурним режимом мало (до 1,5°C) відрізняється від січня, тому що циркуляційні та радіаційні умови цих місяців майже подібні. Для лютого характерна часта зміна синоптичних процесів, що призводить до різких коливань температури. Із середини лютого починається повільне зростання температури. У 50% лютий холодніший від січня і настільки ж тепліший.

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

Важливим показником мінливості середньої місячної температури повітря в окремі роки є також абсолютне відхилення температури даного місяця від норми. Найбільші (від'ємні і додатні) відхилення від норми середньої температури відмічаються у зимові місяці і пов'язані з потужною адвекцією холодних або теплих повітряних мас, що охоплюють всю територію або значну її частину. Осередки найбільшого зниження або підвищення температури зазвичай розміщуються у різних районах країни [3].

Нестійкість і різкі зміни погодних умов протягом сезонів року пов'язані з різними синоптичними ситуаціями, які зазнають змін в сучасному кліматі. Визначено [7], що у зимові сезони початку XXI століття формується переважно такий синоптичний процес, при якому встановлюються стійкі погодні умови з температурою повітря вищою за норму і практично без опадів. З кінця XX століття відбулись певні зміни з Ісландським мінімумом, Північноатлантичним гребенем і Європейською улоговиною. Загальне падіння тиску над Північною півкулею позначилося на посиленні всіх кліматичних мінімумів тиску та ослабленні і скороченні території кліматичних максимумів тиску. Особливо помітним було поглиблення Алеутської депресії і Європейської уловини, яка під впливом Північноатлантичного гребеня змістилася на схід. Обмеження Сибірського максимуму з обох сторін інтенсивним розвитком основних циклонічних ЦДА стало перешкодою для вільного доступу холодного повітря з центральної частини Євразійського континенту в Європу. Водночас, похолодання в Україні настають за рахунок вторгнення арктичного повітря по східній периферії добре розвинутого субтропічного максимуму, але вони є нетривалими і швидко змінюються періодами потепління з відлигою.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ АНОМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ВЗИМКУ 2019-2020 РР

3.1 Аналіз екстремальних температур повітря

Дослідженню підлягали дані розподілу максимальних, мінімальних та середньомісячних температур повітря та їх відхилень від норми станцій Одеса, Київ, Харків, Львів (додаток А, табл.А.1-А.4).

У виділений період спостерігалися аномально високі, як середньодобові, так і максимальні та мінімальні температури повітря. В даній роботі аналізу підлягала саме показники T_{\max} , T_{\min} кожного дня місяця, надалі проведене порівняння цих даних з кліматичними нормами. Для наочності побудовані графіки, які демонструють відхилення T_{\max} та T_{\min} від середніх значень максимальної та мінімальної температури повітря для кожного міста.

Проаналізуємо температурний режим міст окремо.

За даними Одеси (табл.А.1, рис.3.1-3.6) виділяються переважно додатні температурні аномалії, як у значеннях T_{\max} , так і T_{\min} . Всі показники T_{\max} грудні в Одесі були додатні. У розподілі максимальної температури повітря 16,18-19 та 23 грудня спостерігалось найбільші відхилення від норми у 6-8°C. Також, в окремі дати відмічались від'ємні аномалії, найбільші з них: 4 грудня (2,0°) та 28 грудня (1,6°). За даними розподілу мінімальної температури у грудні 2019 р. в Одесі майже весь місяць спостерігались додатні температурні аномалії, найвища в 9,5°C 22 грудня. Від'ємні аномалії спостерігалися лише 2, 4-5 та 31 грудня, в середньому відхилення від норми 1-2°C (рис.3.2).

В січні 2020 р. на ст. Одеса, в основному, спостерігалися додатні температурні аномалії різної амплітуди – рис.3.3. При цьому знову, аналогічно грудню 2019 р., всі показники T_{\max} додатні. Найвища максимальна температура зафіксована 11 січня в 10,5° з відхиленням від норми 9,4°, та 22 січня ($T_{\max}=11,0^\circ$), відхилення 9,9°. Єдина слабка від'ємна аномалія T_{\max} зареєстрована 19 січня з показником в 1,0 °C.

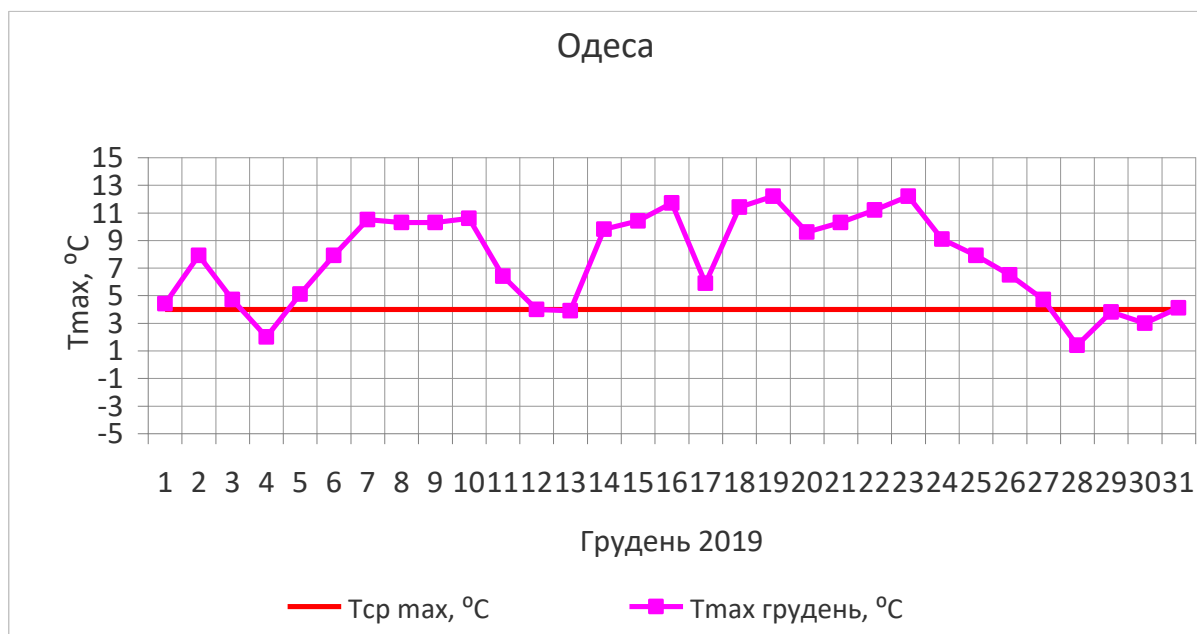


Рис. 3.1. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст.33837 Одеса

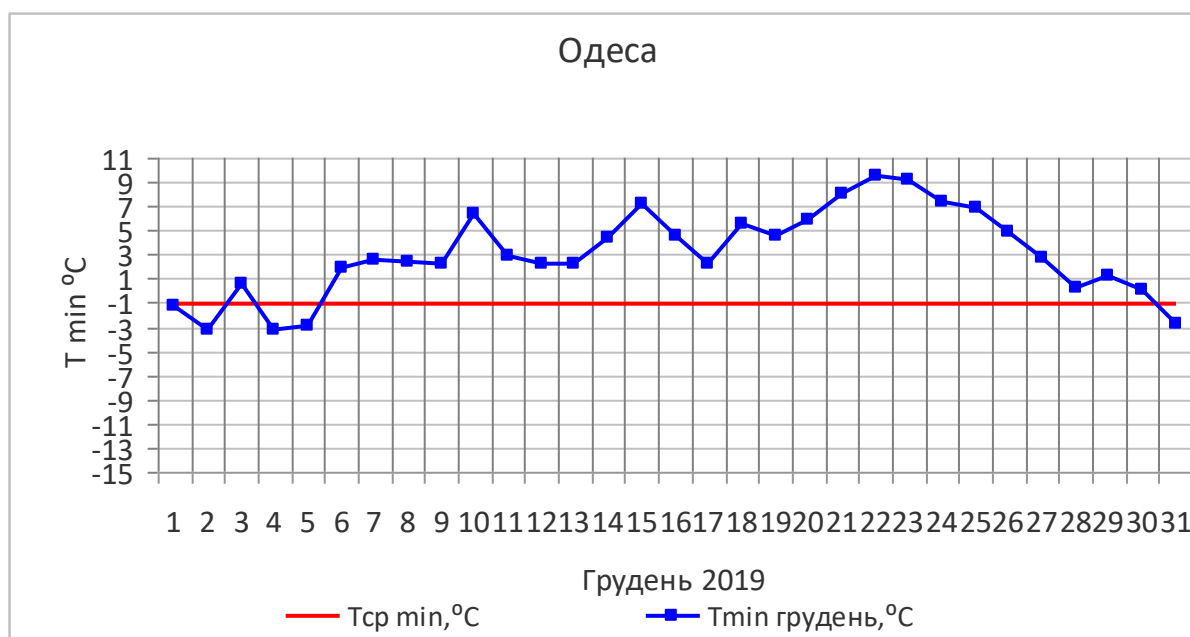


Рис. 3.2. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст.33837 Одеса

У розподілі мінімальної температури за січень 2020 р. відмічалися тільки додатні аномалії - рис.3.4. Отже, температура за місяць для станції була більше норми. Найвищий показник T_{\min} зафіксований 16 січня у $3,4^{\circ}\text{C}$, тобто додатна

аномалія складає більше 7°C , а найнижчий показник T_{\min} - 8 січня у $-3,4^{\circ}\text{C}$, і становить найменшу додатну аномалію $0,8^{\circ}\text{C}$.

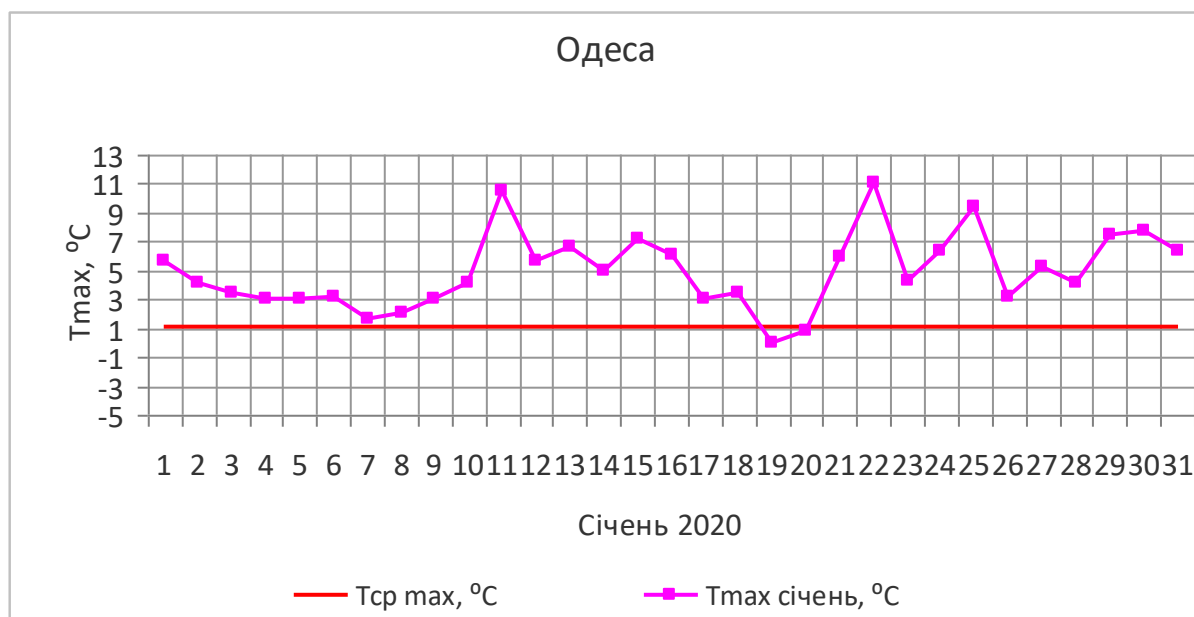


Рис. 3.3. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст.33837 Одеса

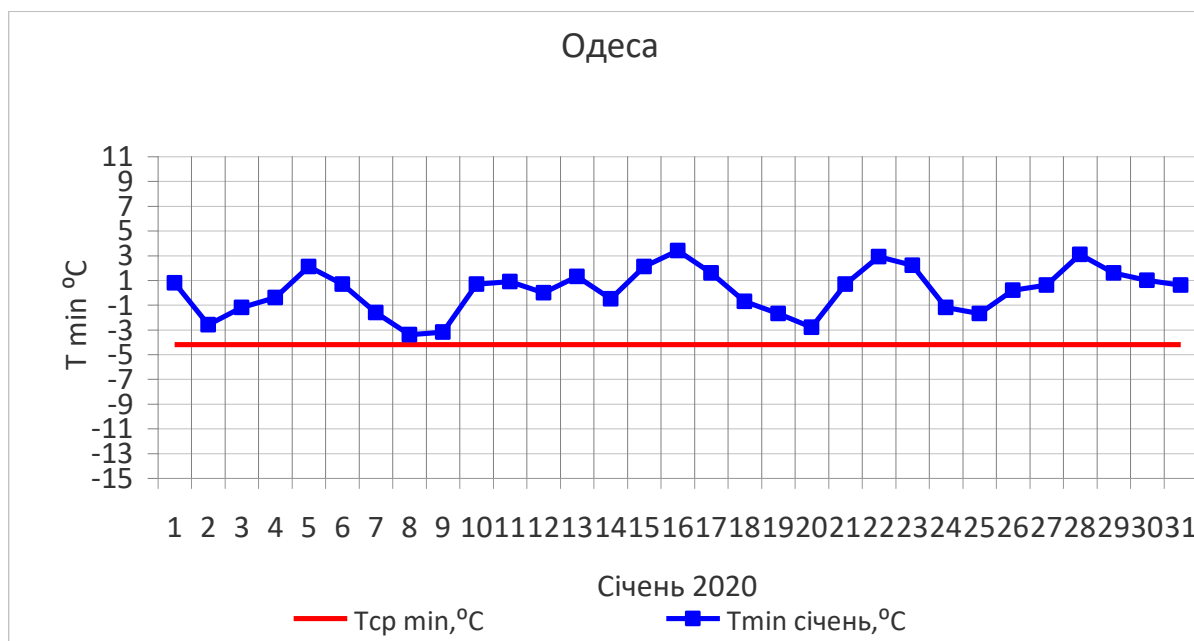


Рис. 3.4. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст.33837 Одеса

За лютий розподіл максимальної температури виділяє найбільшу додатну аномалію 2 лютого, що складає екстремальне значення у $14,5^{\circ}$ ($T_{\max}=16,3^{\circ}$) – рис.3.5. Також велика додатна аномалія відмічалася 27 лютого (12°). Від’ємні показники T_{\max} зареєстровані лише за дві доби місяця, при цьому найбільша від’ємна аномалія припала на 8 лютого (3°).

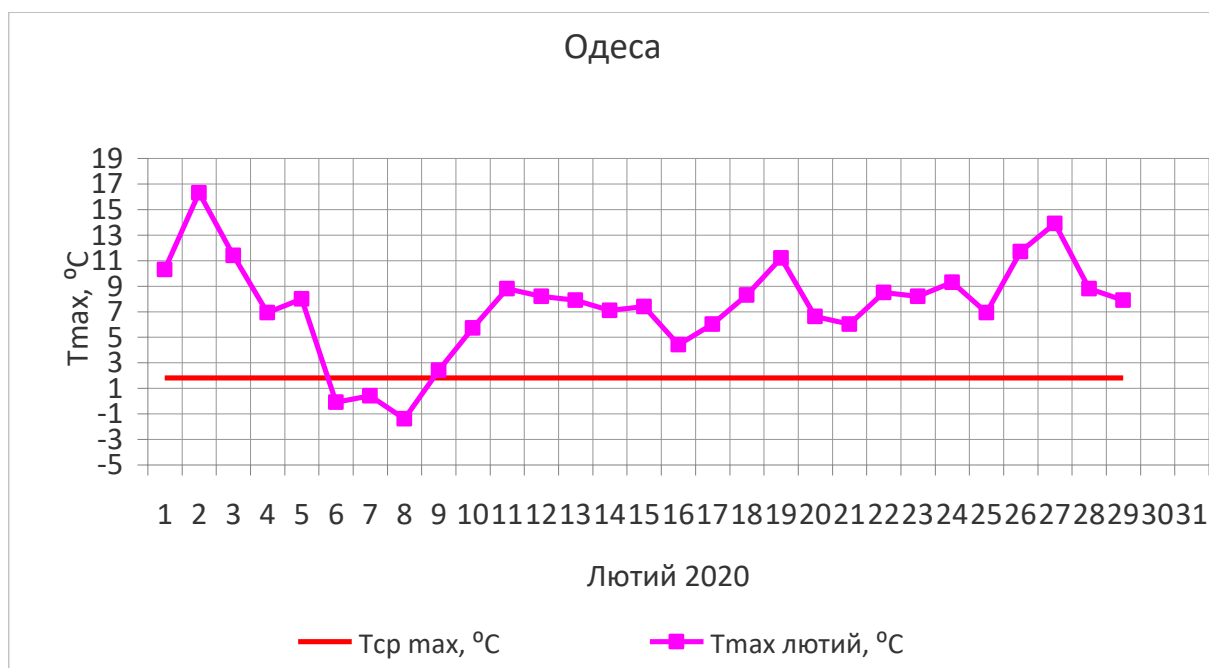


Рис. 3.5. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст.33837 Одеса

У ході мінімальної температури лютого 2020 р. в Одесі знову переважали додатні аномалії – рис.3.6. Найвище значення T_{\min} також зареєстровано 2 лютого у $7,2^{\circ}\text{C}$, висока мінімальна температура 26 числа ($6,4^{\circ}\text{C}$), відповідно у ці дні найбільші додатні аномалії відповідно $5,4$ та $4,6^{\circ}\text{C}$. Найнижча T_{\min} відзначена 8 лютого у $-6,2^{\circ}\text{C}$, що склало найбільшу від’ємну аномалію у $3,0^{\circ}\text{C}$.

Наступна станція дослідження – Київ (табл.А.2, рис.3.7-3.12). За даними ст.АП Жуляни у ході T_{\max} за грудень 2019 спостерігаються переважно підвищені значення додатних температур при кліматичні нормі $T_{\max/\text{ср}}=0,1^{\circ}\text{C}$, і лише наприкінці місяця максимальна температура мала від’ємні значення за дві доби (29-30 січня): 30 грудня відмічалася найнижча $T_{\max} = -1,4^{\circ}$, що і

відповідало найбільшій від'ємній аномалії. Найбільша додатна аномалія при екстремальних позначках 18 грудня $T_{\max}=14,6^{\circ}\text{C}$, склала $14,5^{\circ}$.

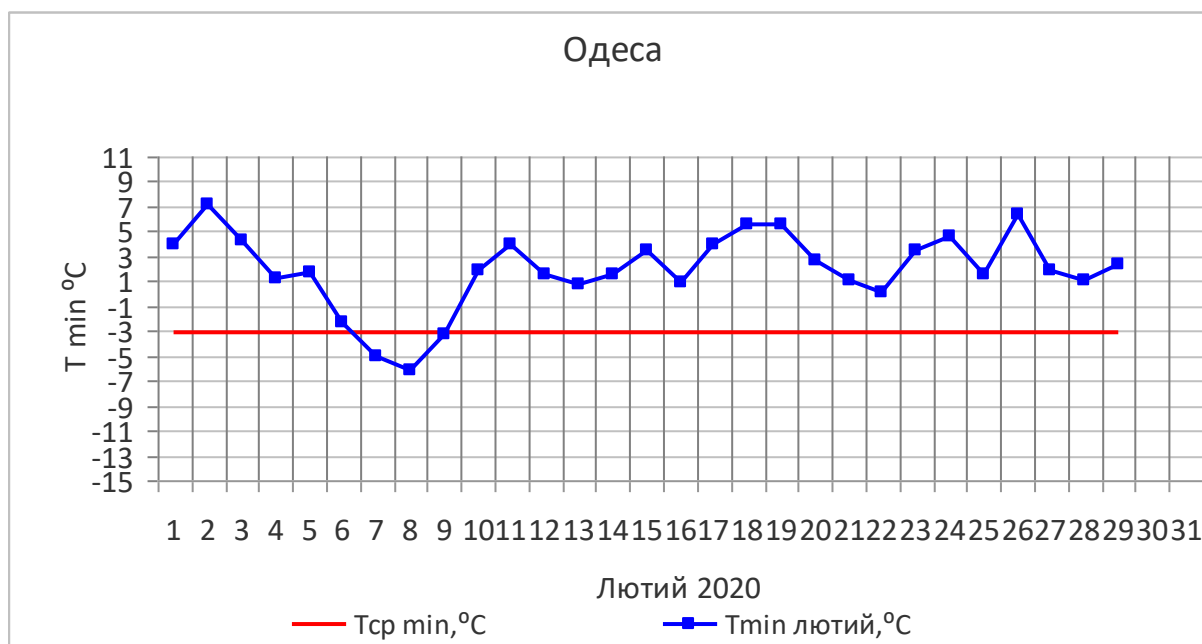


Рис. 3.6. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст.33837 Одеса

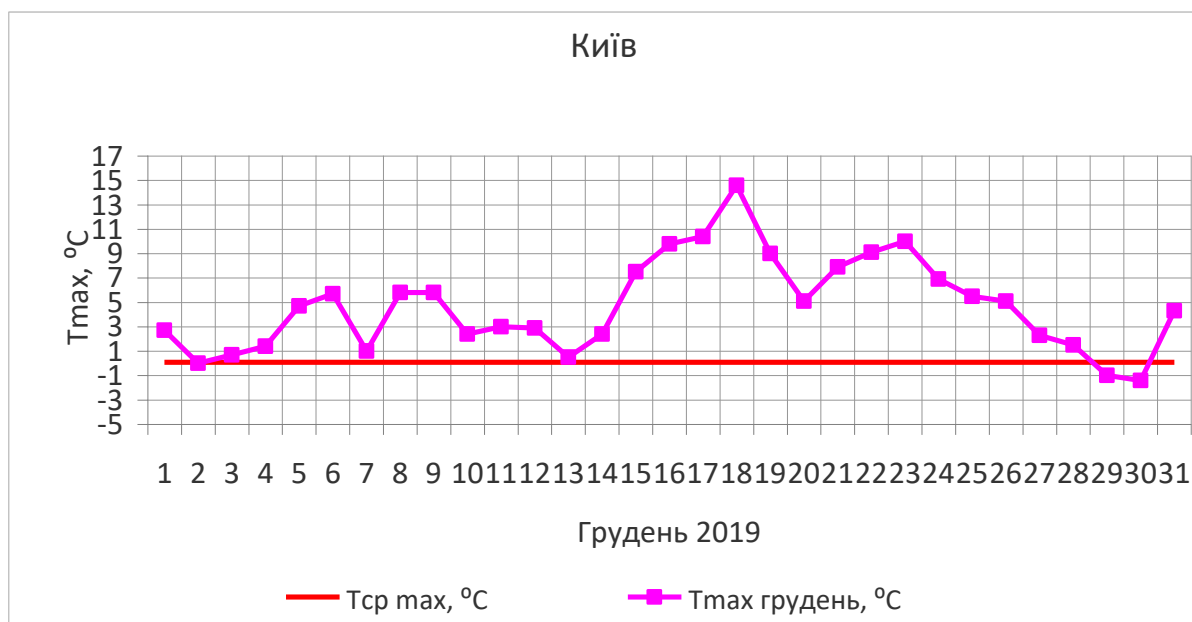


Рис. 3.7. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст.33345 Київ

У ході мінімальної температури повітря за грудень (рис.3.8), спостерігалися додатні температурні аномалії, і лише 7 числа T_{\min} близьке до середньої мінімальної температури місяця. Найбільша додатна аномалія реєструвалася 24 числа і склала $10,4^{\circ}\text{C}$.

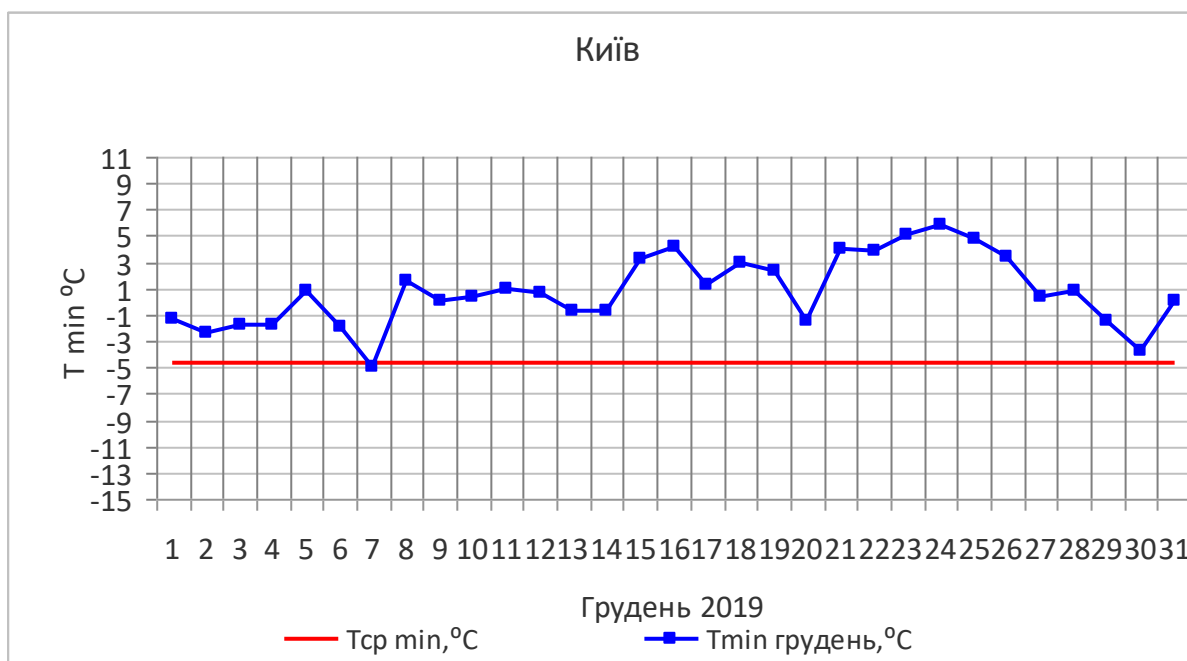


Рис. 3.8. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст.33345 Київ

За січень 2020 р. у розподілі максимальної температури повітря відмічаються тільки додатні аномалії – рис.3.9. Найвища $T_{\max}=7,0^{\circ}$ зафіксована 11 січня, це складає найбільшу додатну аномалію у $9,6^{\circ}$. Від’ємна T_{\max} відмічалася лише 18-19 січня, але була також вищою за норму на $1-1,5^{\circ}$.

Найвища мінімальна температура відповідно також спостерігалася 11 січня ($1,8^{\circ}\text{C}$), а найнижча – 7 січня з позначкою у $-4,7^{\circ}\text{C}$ – рис.3.10. У ході мінімальної температури січня 2020 р. спостерігаються тільки додатні аномалії. Найбільше додатне відхилення відповідно склало 10°C 11 числа.

В лютому 2020 р. зафіксовані переважно додатні температурні аномалії T_{\max} з високими позначками – рис.3.11.

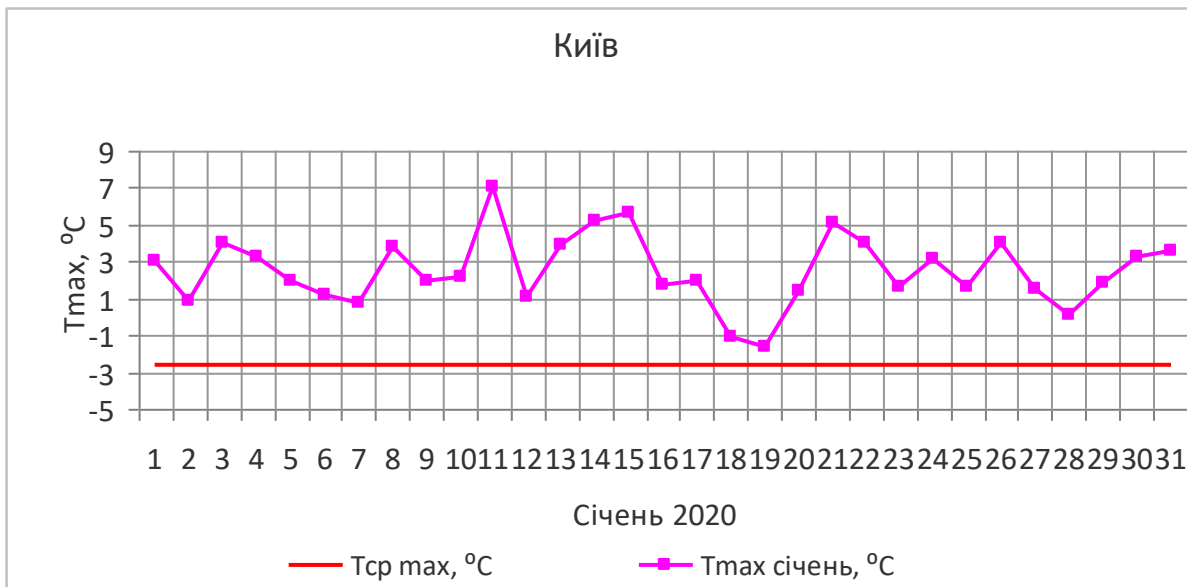


Рис. 3.9. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст.33345 Київ

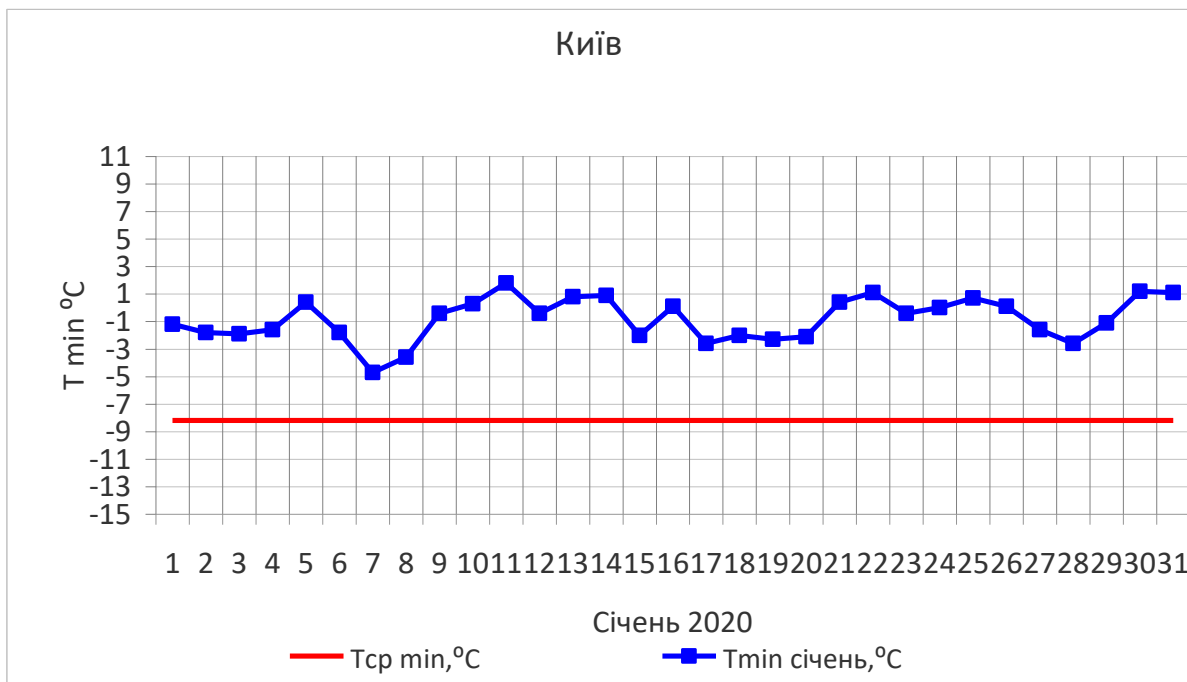


Рис. 3.10. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст.33345 Київ

Найбільша становить 11,5°C 2 лютого при екстремальному значенні $T_{max}=10,4°C$. Високі додатні відхилення також відмічаються 11, 14, 17-20, 22-23,

26, 28-29 лютого – до 7-9°C. З від'ємних аномалій найбільша 7 лютого до 3°C нижче середньої максимальної.

У ході мінімальних температур повітря за лютий аналогічно спостерігаються переважно додатні температурні аномалії (рис.3.12).

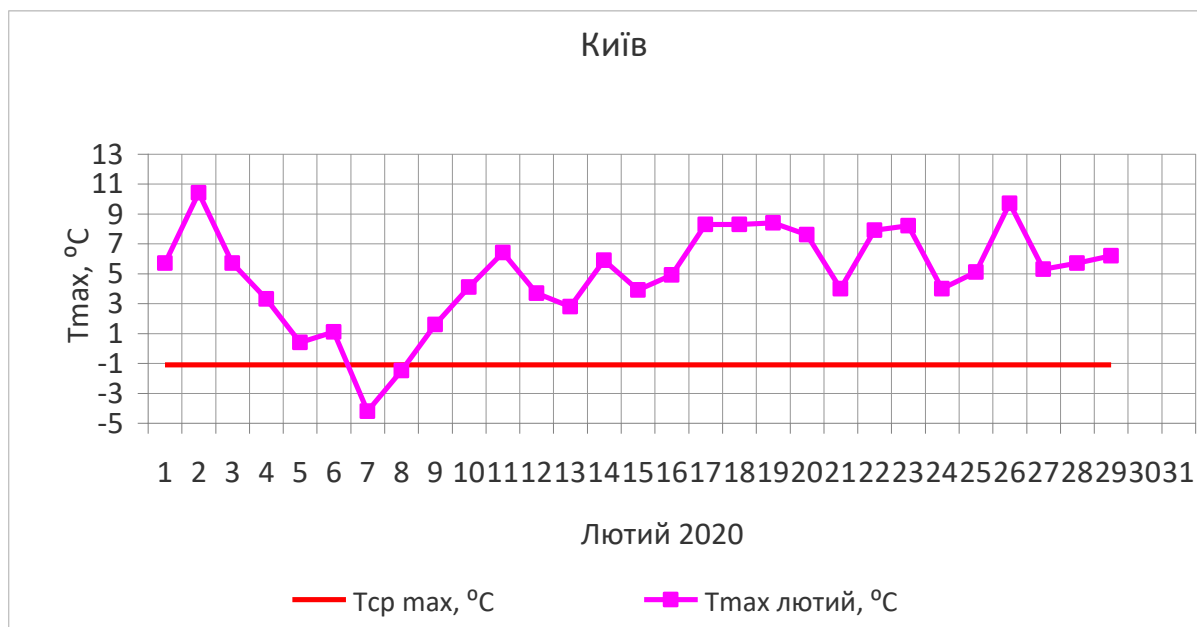


Рис. 3.11. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст.33345 Київ

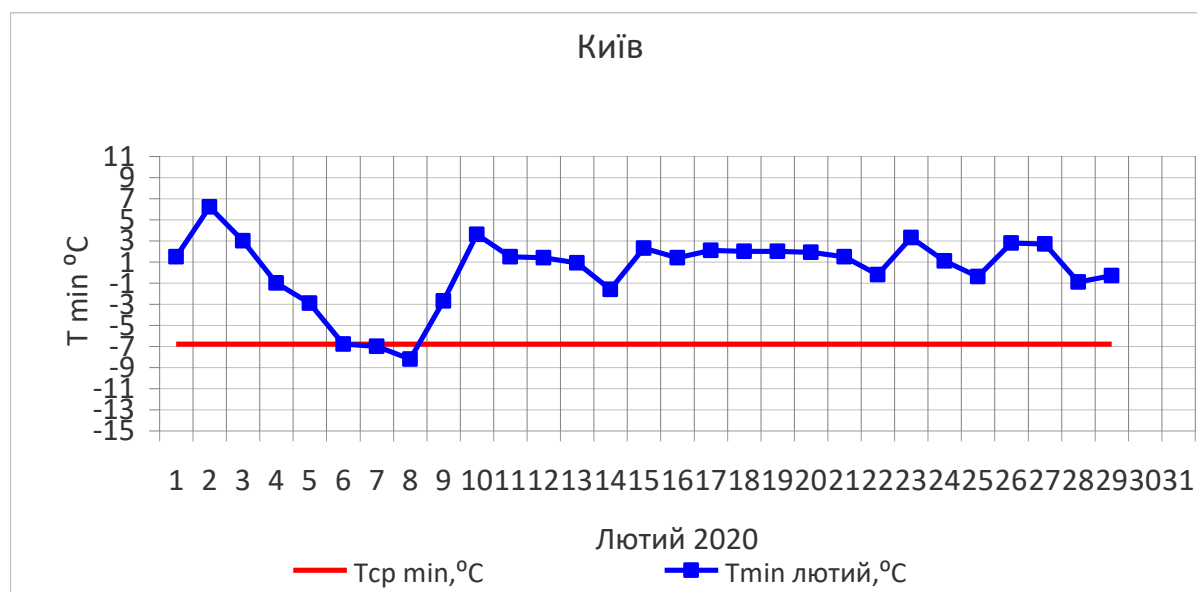


Рис. 3.12. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст.33345 Київ

Найбільше відхилення від норми серед додатних аномалій зареєстроване 2 лютого ($13,0^{\circ}$) при $T_{\min}=6,2^{\circ}\text{C}$. Високі додатні відхилення 10 і 23 числа – до 10°C . Найбільша від'ємна аномалія зареєстрована 8 лютого ($-1,4^{\circ}$).

Далі проаналізуємо показники по Львову (табл.А.3, рис.3.13-3.18).

За даними станції відмічаються підвищені значення T_{\max} у всіх трьох місяцях зими, але T_{\min} подекуди опускалася до низьких від'ємних значень.

У розподілі T_{\max} за грудень 2019 р. найбільша додатна аномалія 18 грудня склала 15°C . Збільшення T_{\max} до екстремальних значень відмічалось у періоди 6-10 та 15-24 грудня. Від'ємна аномалія відмічалась лише на початку та наприкінці місяця (2, 28-29) з найвищим показником 29 грудня у $2,7^{\circ}$ - рис.3.13.



Рис. 3.13 Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст. 33393 Львів

У ході мінімальної температури повітря у грудні спостерігається деяке зниження відносно норми у першій декаді з найбільшим від'ємним відхиленням 4 грудня у $5,1^{\circ}\text{C}$ (рис.3.14), надалі протягом переважної частини місяця аномалії додатні. Максимальне додатне відхилення $11,6^{\circ}\text{C}$ 18 грудня при значенні $T_{\min}=6,8^{\circ}\text{C}$ (норма $-4,8^{\circ}$).

За січень 2020 р. у Львові у розподілі T_{\max} і T_{\min} спостерігаються тільки додатні температурні аномалії (кілька днів близькі до норми) – рис.3.15-3.16.

Найбільша аномалія T_{\max} зафіксована 15 січня, температура вища за середню максимальну на $10,9^{\circ}\text{C}$. У ході T_{\min} 11 числа відмічається значна додатна аномалія у $10,7^{\circ}\text{C}$.



Рис. 3.14. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст. 33393 Львів

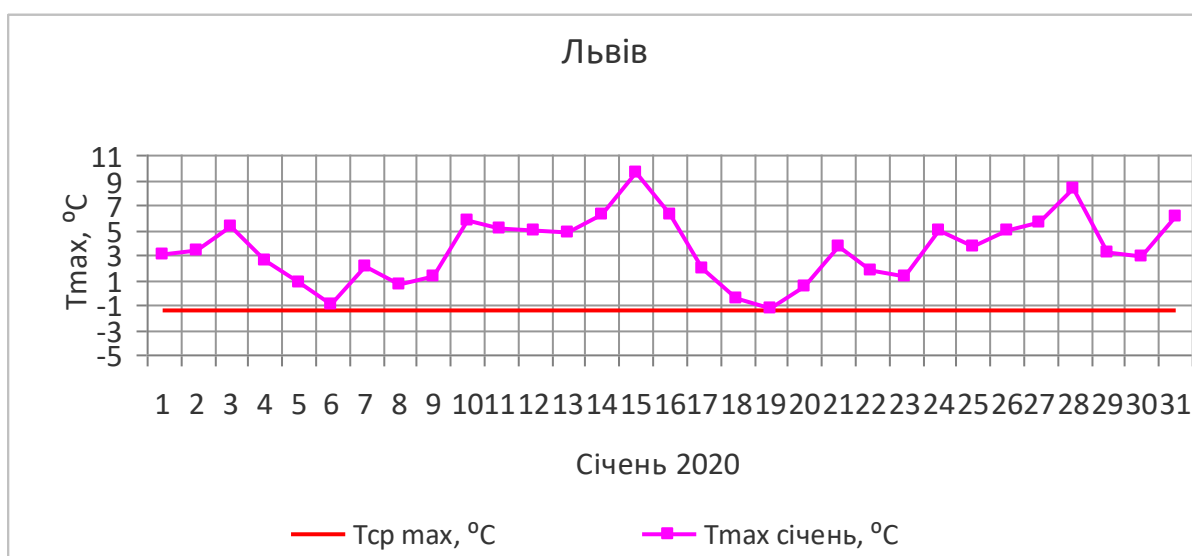


Рис. 3.15. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст. 33393 Львів

У лютому 2020 р. у розподілі T_{\max} 17 числа зафіксована найбільша температурна аномалія за місяць в $11,9^{\circ}\text{C}$ (рис.3.17). Слабка від'ємна аномалія спостерігалась 8 лютого: $1,3^{\circ}\text{C}$.

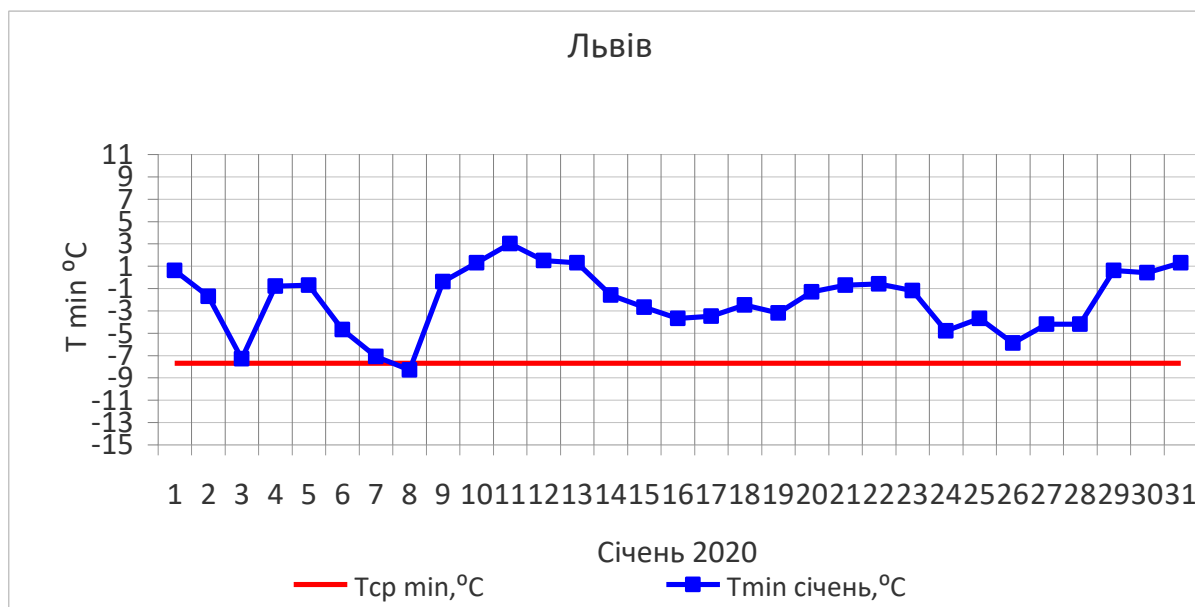


Рис. 3.16 Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст. 33393 Львів

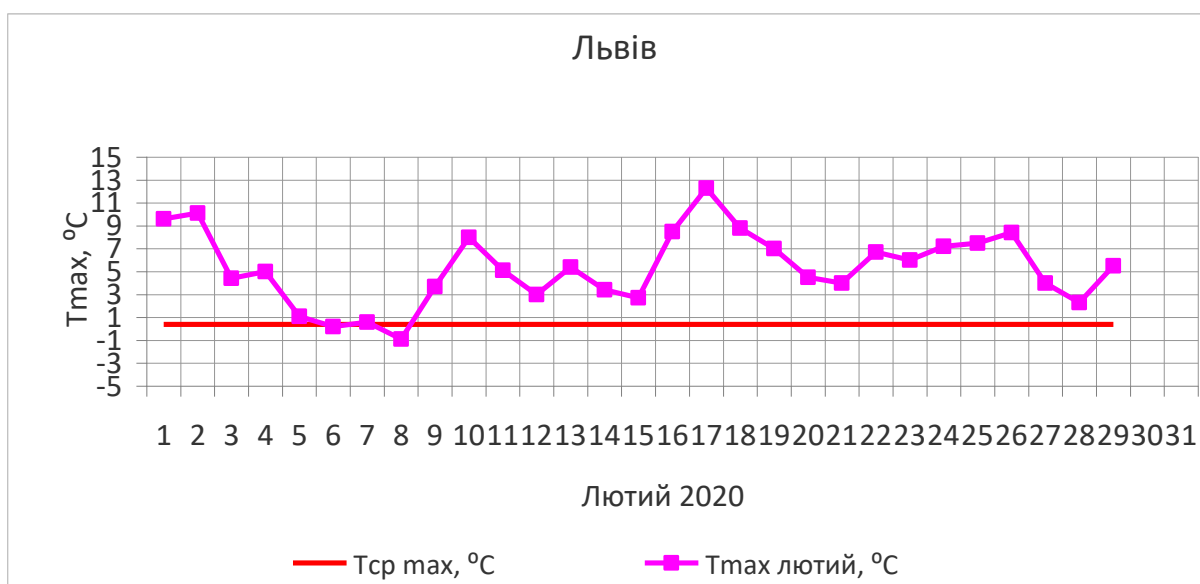


Рис. 3.17 Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст. 33393 Львів

У ході мінімальної температури за лютий відмічаються лише 3 доби з від'ємною аномалією: 6, 8-9 лютого (рис.3.18). Проте, при суттєвому падінні температури 8-9 лютого T_{\min} знизилася до $-11...-9^{\circ}\text{C}$, що склало досить значні від'ємні відхилення від норми (3-4 $^{\circ}$). На противагу, у перші числа місяця мінімальна температура у Львові була найвища у 5,7..6,7 $^{\circ}\text{C}$, що склало найбільшу додатну аномалію відповідно в 11,9 і 12,9 $^{\circ}$.

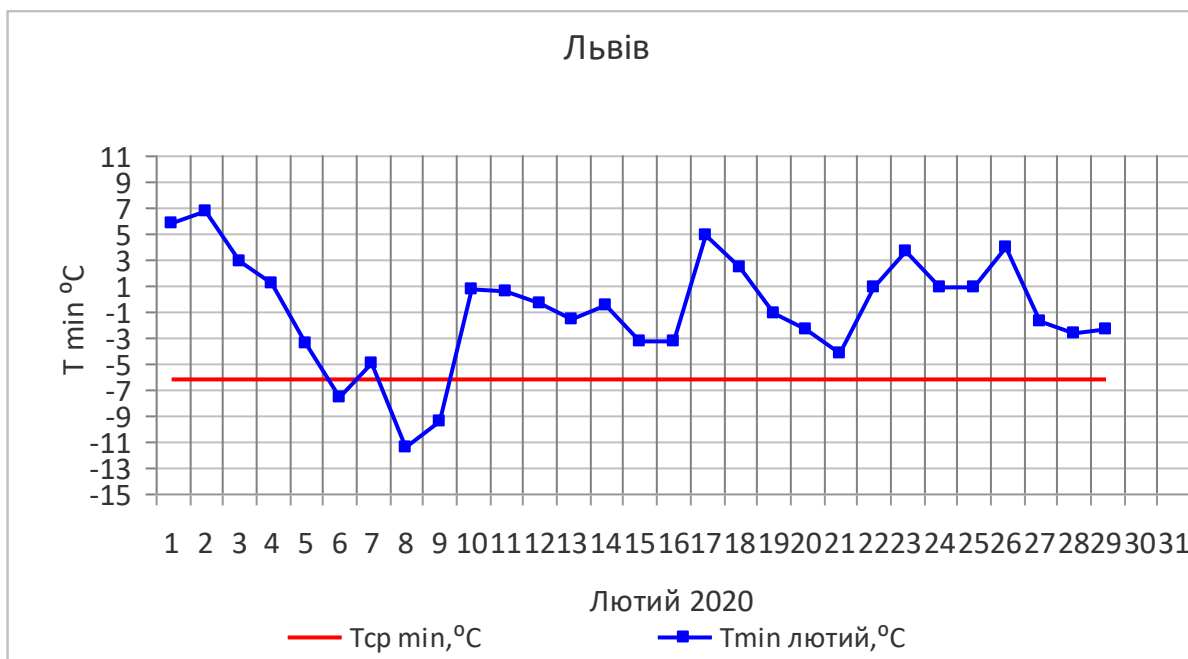


Рис. 3.18 Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст. 33393 Львів

Проаналізуємо дані поля температури Харкова (табл.А.4, рис.3.19-3.24). У загальному відмічається перевага додатних аномалій протягом зими.

За грудень найбільшу аномалію максимальної температури зареєстровано 22 числа у 9,5 $^{\circ}\text{C}$. Спостерігалися лише слабкі від'ємні відхилення від норми (0,5 $^{\circ}$) – рис.3.19.

У ході мінімальної температури повітря за грудень зафіксовані лише додатні аномалії – рис.3.20. Максимальна додатна аномалія 22 грудня складає 11,4 $^{\circ}\text{C}$ при зростанні T_{\min} до 5,6 $^{\circ}\text{C}$.



Рис. 3.19. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст. 34300 АП Харків



Рис. 3.20. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за грудень 2019 р., ст. 34300 АП Харків

Хід максимальної температури за січень 2020 р. демонструє знову тільки додатні аномалії температури при високих відхиленнях від норми (-3,9°C). Загалом протягом місяця максимальні температури мали додатні позначки з найвищими у 4,3...5,4° 17-18 та 29-31 січня. В результаті максимальне додатне

відхилення від норми зареєстроване 30 січня і становить $9,3^{\circ}\text{C}$. Аналогічно, лише додатні температурні аномалії зареєстровані у ході мінімальної температури за січень 2020 р. - рис.3.22.

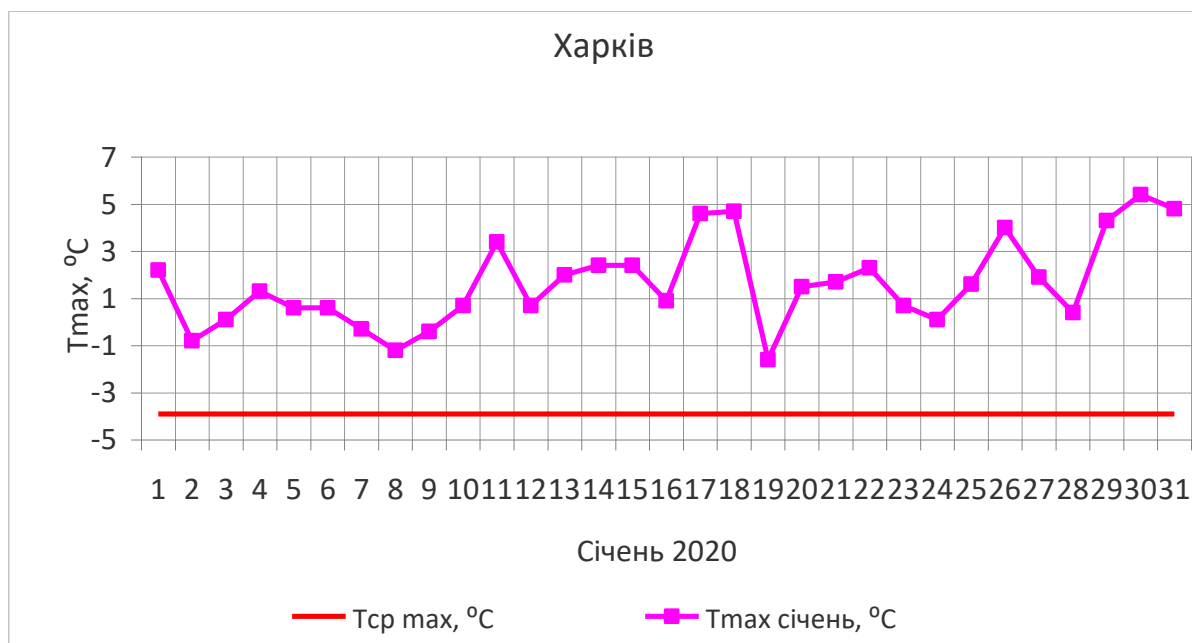


Рис. 3.21. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст. 34300 АП Харків

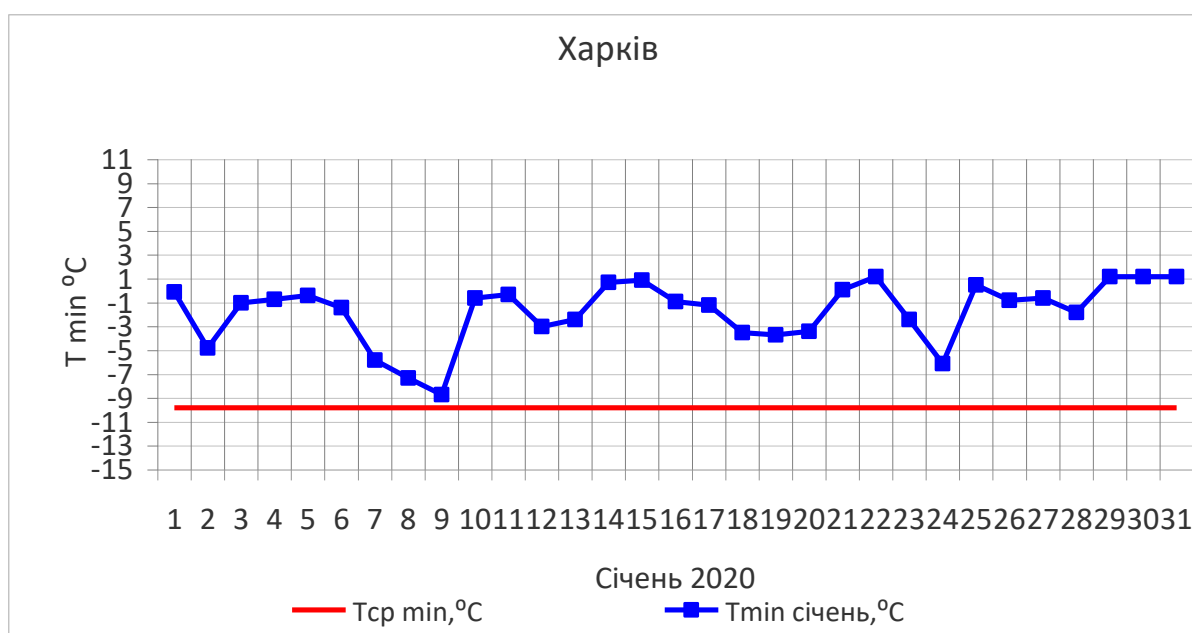


Рис. 3.22. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за січень 2020 р., ст. 34300 АП Харків

У січні в Харкові мінімальна температура мала переважно від'ємні показники, проте, у порівнянні з середньою мінімальною в $-9,8^{\circ}\text{C}$, відмітки виявилися вищими. А наприкінці місяця мінімальна температура піднялася до $1,2^{\circ}\text{C}$, що склало найбільші додатні аномалії 22, 29-31 січня в $11,0^{\circ}$.

У лютому 2020 р. в Харкові в одні і ті ж дні відмічалися зниження показників максимальної і мінімальної температури нижче норми, це суттєве похолодання 8 і 9 числа - рис.3.23-3.24.

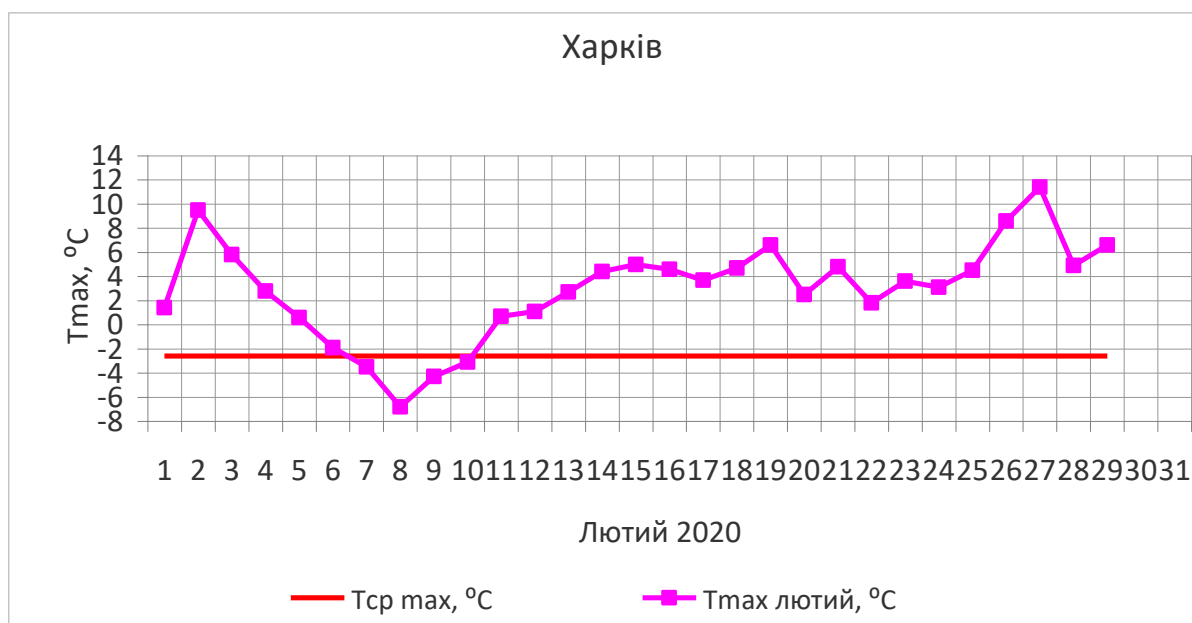


Рис. 3.23. Хід максимальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст. 34300 АП Харків

Показники T_{\max} 8-9 лютого склали $-6,8...-4,3^{\circ}$ при нормі $-2,6^{\circ}$, тобто від'ємна аномалія становила $1,7$ та $4,2^{\circ}\text{C}$ відповідно; T_{\min} знизилася у вказані дати до значень $-14,7...-10,8^{\circ}\text{C}$, від'ємна аномалія склала $2,2$ та $6,1^{\circ}$.

В інші дні місяця відмічалися додатні аномалії. Так, у ході T_{\max} найбільше відхилення від норми спостерігалось 27 лютого ($14,0^{\circ}$).

У ході мінімальної температури повітря найбільша додатна температурна аномалія становила $12,0^{\circ}$ 27 лютого.

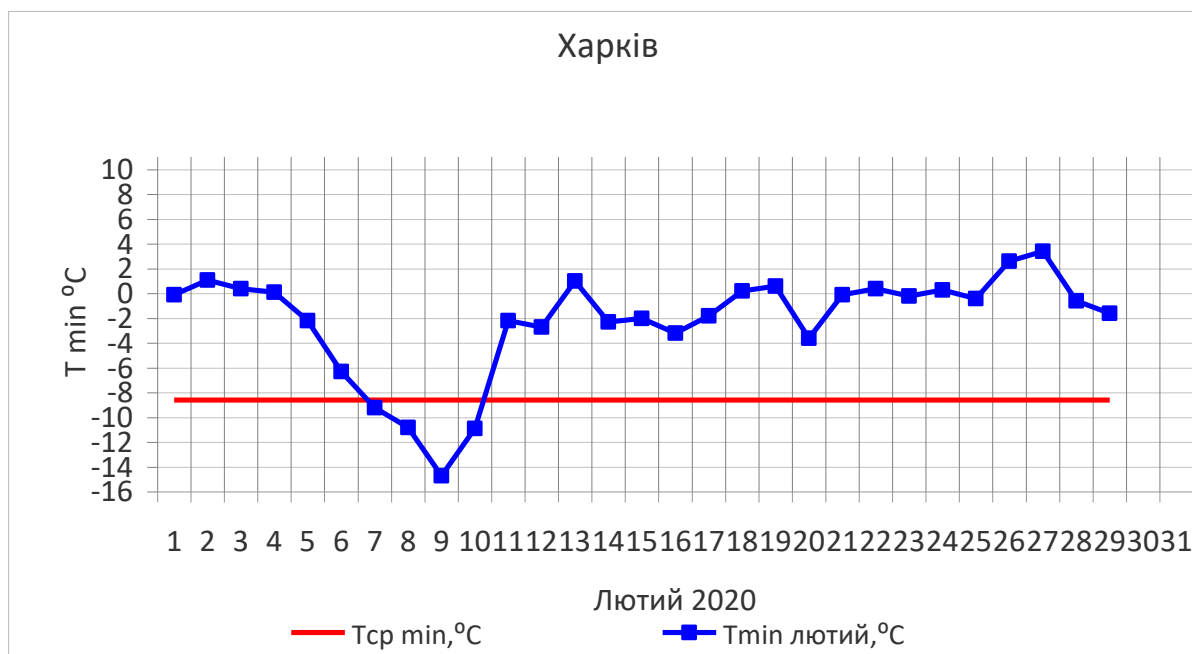


Рис. 3.24. Хід мінімальної температури повітря та її відхилення від кліматичної норми за лютий 2020 р., ст. 34300 АП Харків

3.2 Особливості циркуляції при формуванні аномалій температури

Представляє інтерес визначити, аномалії максимальної і мінімальної температури взимку 2019-2020 р. були локалізовані за даними однієї станції, тобто вплив малі місцеві умови, або аномалія охоплювала різні регіони в однакові дати, тобто мав місце макромасштабний процес. З цією метою побудовані комплексні графіки для всіх міст розподілу T_{max} і T_{min} помісячно – рис.3.25-3.27.

За даними максимальної температури у грудні знаки аномалії для усіх станцій здебільшого співпадають. Проте амплітуда коливань T_{max} різна: максимальні відхилення належать Одесі, а найменші – Харкову. Чітко співпадає зниження T_{max} на початку другої декади грудня та наприкінці місяця – рис.3.25. Криві розподілу T_{min} у грудні 2019 р. мають менший розкид, в окремі дні практично накладаються для Харкова, Львова та Києва. Одеса знову має

вищі показники T_{\min} , на початку третьої декади знак аномалії різниться – в Одесі, на відміну від інших станцій, вона додатна. Також у Львові виділяється найбільше зниження T_{\min} у першій декаді місяця.

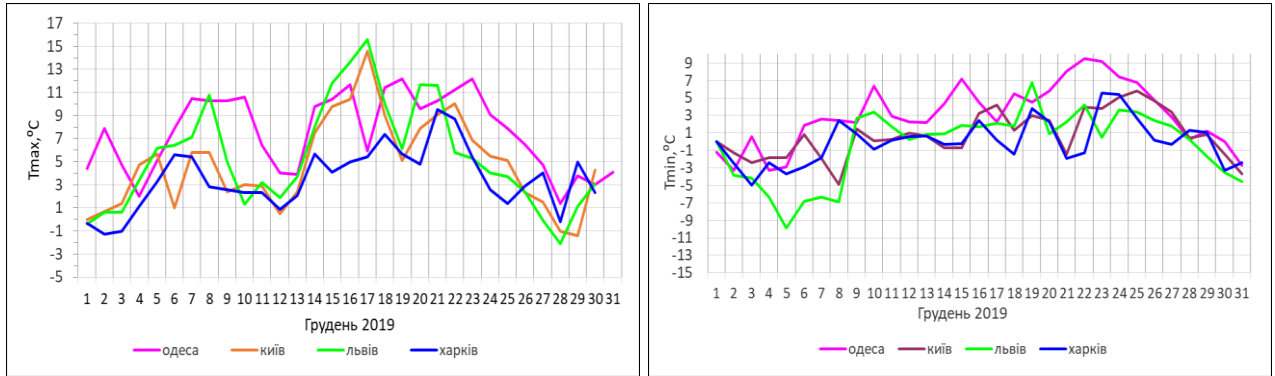


Рис. 3.25. Розподіл максимальної та мінімальної температури повітря, грудень 2019 р.

У січні 2020 р. сімейства кривих T_{\max} демонструють складну картину – багато пікових значень чергуються з падінням максимальної температури, при цьому між станціями більш часто мають однаковий знак аномалії криві розподілу T_{\max} у Львові, Харкові та Києві, а Одеса знову має вищі показники і більшу амплітуду T_{\max} – рис.3.26.

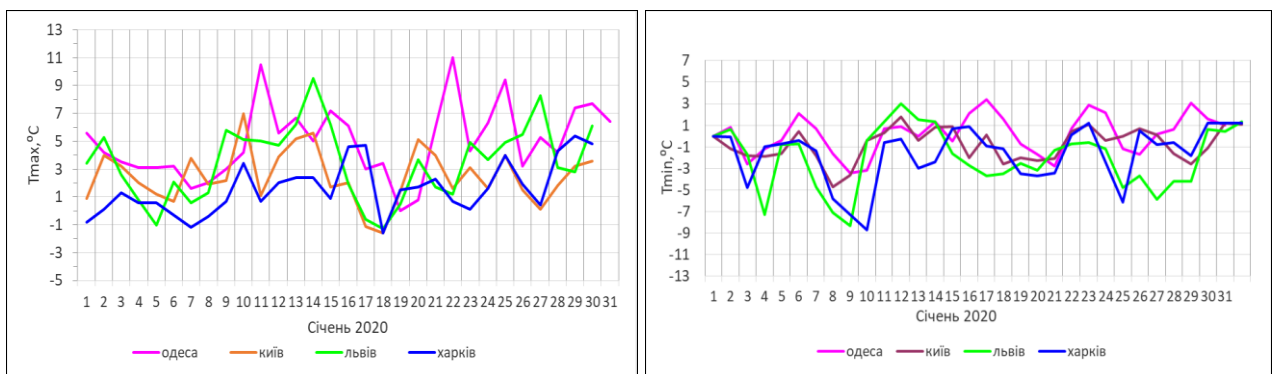


Рис. 3.26. Розподіл максимальної та мінімальної температури повітря, січень 2020 р.

Хід T_{\min} у січні практично співпадає за знаком аномалії та амплітудою, знаходячись у межах $-9...3^{\circ}\text{C}$; найбільші зниження мінімальної температури спостерігаються у Львові та Харкові.

У ході як максимальної, так і мінімальної температури у лютому 2020р. простежується злам кривих для всіх станцій до суттєвого падіння показників у кінці першої декади (рис.3.27). Надалі T_{\max} і T_{\min} підвищуються і мають схожу конфігурацію. Проте більші відмінності присутні у ході T_{\min} ; а Харків знову має найнижчі показники, як T_{\max} так і T_{\min} .

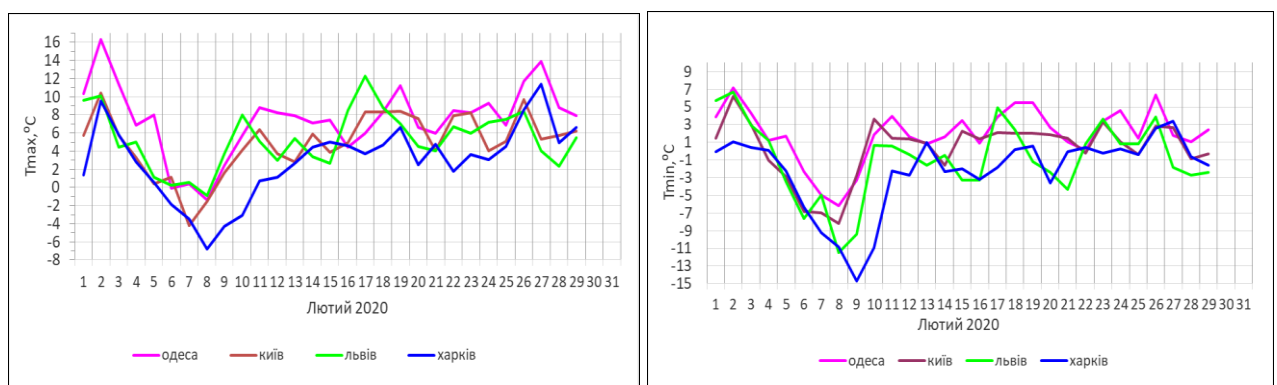


Рис. 3.27. Розподіл максимальної та мінімальної температури повітря, лютий 2020 р.

Таким чином, значних різниць у знаках аномалії T_{\max} і T_{\min} для досліджуваних станцій немає, отже, суттєве переважаюче підвищення T_{\max} і T_{\min} в грудні 2019 р. – лютому 2020 р. сформувалося під впливом однакових циркуляційних умов, дещо змінюючи амплітуду відхилень внаслідок місцевих особливостей регіонів.

У загальному визначимо структуру приземного баричного поля, що сприяло виникненню аномалій температурного режиму – рис.3.29.

Типовим для формування додатних аномалій температури повітря у зимовий період є встановлення стійкого зонального перенесення повітряних мас. При цьому, згідно сезонній зміні градієнта температури океан-материк, водна поверхня є більш теплою, ніж вихолоджений материк і потоки з

Атлантики виносять на Європу тепле вологе повітря. Саме такий тип циркуляції атмосфери мав місце у зимовий період 2019-2020 рр. Особливо чітко простежується зональність течій у січні та лютому над європейським сектором – ізобари практично паралельні колам широти і лише у південних широтах відмічається деяке порушення зональності. При посиленні зональності послаблений міжширотний обмін, сибірський максимум послаблений, ісландський мінімум поглиблений. Майже весь європейський сектор (за виключенням півдня) охоплений від'ємною аномалією тиску.

Аномальність процесів досліджуваного сезону полягає у тривалому збереженні такої структури баричного поля, оскільки у сучасну кліматичну епоху у глобальному масштабі відмічається послаблення зональної циркуляції і зростання меридіональної південної складової в усі сезони року.

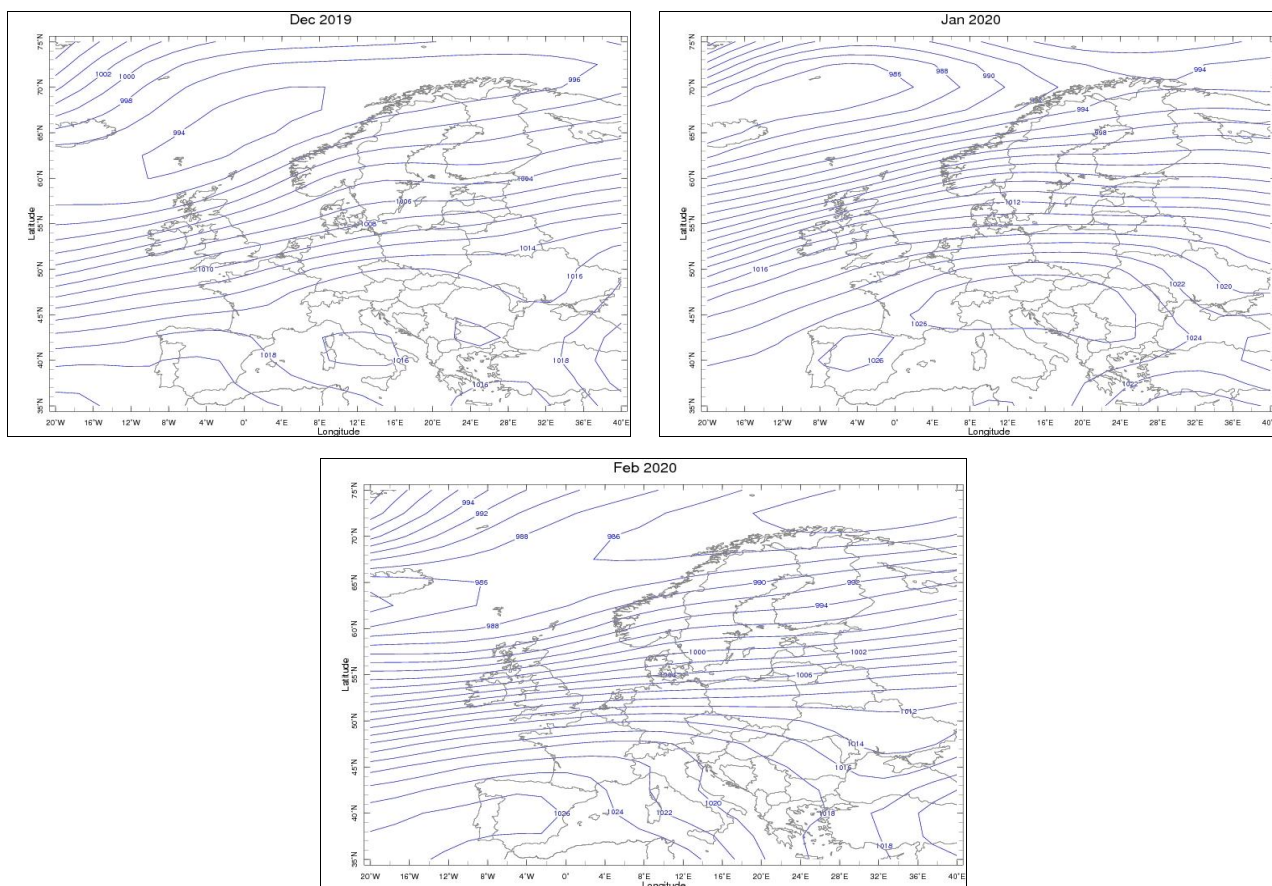


Рис. 3.29. Карти розподілу середньомісячного тиску на рівні моря за період грудень 2019 р. - лютий 2020 р.

ВИСНОВКИ

В результаті виконаного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Показники максимальної та мінімальної температури у період грудня 2019 р. – лютого 2020 р. за даними станцій Одеса, Київ, Харків, Львів виділяють переважаючі додатні аномалії температури.
2. У грудні 2019 р. найвищі значення T_{\max} для Одеси $12,2^{\circ}\text{C}$ (додатна аномалія 8°), а T_{\min} зростала до $9,5^{\circ}$ (додатна аномалія $10,6^{\circ}$). У Києві відмічався екстремум 22 грудня: $T_{\max}=14,6^{\circ}$ ($\Delta T=14,7^{\circ}$); розподіл T_{\min} має тільки додатні відхилення з максимумом до 10° . У Львові найбільше додатне відхилення у 15°C - 18 грудня. У Харкові T_{\max} і T_{\min} мали додатні відхилення від норми з максимумом до $10-12^{\circ}\text{C}$.
3. У січні 2020 р. для Одесі найвищі позначки T_{\max} складають $9,4...10,5^{\circ}$ ($\Delta T=10...12^{\circ}$); мінімальна температура має додатні відхилення до 7° . У Києві найвища максимальна температура склала 7° (додатна аномалія $9,6^{\circ}$), T_{\min} має додатні відхилення до 4° . За даними Львова T_{\max} зростала до $8-9^{\circ}$, що склало аномалію у $10-11^{\circ}$; найвища $T_{\min}=3^{\circ}$ ($\Delta T=10,7^{\circ}$). У Харкові найвища додатна аномалія T_{\max} в 8° ; T_{\min} при слабких додатних показниках становила додатну аномалію більше 10° .
4. У лютому 2020 р. в Одесі встановлений максимум температури у $16,4^{\circ}$ - відхилення 12° ; T_{\min} зростала до 7° ($\Delta T=10^{\circ}$). У Києві найбільше додатне відхилення T_{\max} 11° , а для T_{\min} 13° . У Львові зареєстровано $T_{\max}=12,3^{\circ}$ ($\Delta T=12,7^{\circ}$), T_{\min} зростала до $5-6^{\circ}$. По Харкову пікове значення T_{\max} склало $11,4^{\circ}$ ($\Delta T=14^{\circ}$), найвище додатне відхилення T_{\min} 12° . При цьому у Харкові і Львові на початку місяця відмічалася від'ємна аномалія до $5-6^{\circ}$.
5. Циркуляційним фактором, що зумовив значні додатні аномалії температури повітря стало встановлення стійкого зонального перенесення повітряних мас, при аномально тривалому збереженні такої структури баричного поля.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бабиченко В.Н., Адаменко Т.И., Бондаренко З.С., Николаева Н.В., Рудишина С.Ф., Гущина Л.М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата // Глобальные и региональные изменения климата. Киев, Ника-Центр, 2011. С.161–173.
2. Кліматичний Кадастр України (електронна версія) Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. К., 2006.
3. Климат Украины / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ. Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
4. Кульбіда М.І., Єлістратова Л.О., Барабаш М.Б. Прогноз змін клімату України на початку ХХІ століття. Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія. 2011. Вип.23. С.10-17.
5. Кульбіда М.І., Єлістратова Л.О., Барабаш М.Б. Сучасний стан клімату України. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С. 118-130.
6. Лялько В.І., Єлістратова Л.О., Кульбіда М.І., Апостолов О.А., Барабаш М.Б. Особливості змін клімату в Україні на кінець ХХ – початок ХХІ ст. за наземними та супутниковими даними // Український журнал дистанційного зондування Землі. 2015. Вип.6. С.33-84.
7. Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К. Синоптические процессы, определяющие современный климат Украины // Фізична географія та геоморфологія. 2009. Вип.57. С. 18–22.
8. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату // Український географічний журнал. 2013, №4. С.32-39.
9. http://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/Global/Atm_Temp/Anomaly.html
10. http://rp5.ua/Погода_в_мире
11. <http://www2.wetter3.de/fax> <http://www.wetterzentrale.de/>

Додаток А

Вихідні дані

Таблиця А.1 – Температурні показники на ст. 33837 Одеса за період грудень 2019 р. – лютий 2020 р.

Число місяця	Температура повітря, °С					
	грудень 2019		січень 2020		лютий 2020	
	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}
1	-1,2	4,4	0,8	5,6	3,9	10,3
2	-3,3	7,9	-2,6	4,2	7,2	16,3
3	0,6	4,7	-1,2	3,5	4,3	11,4
4	-3,3	2,0	-0,4	3,1	1,2	6,9
5	-2,9	5,1	2,1	3,1	1,7	8,0
6	1,9	7,9	0,7	3,2	-2,3	-0,1
7	2,6	10,5	-1,6	1,6	-5,0	0,4
8	2,4	10,3	-3,4	2,0	-6,2	-1,4
9	2,2	10,3	-3,2	3,0	-3,3	2,4
10	6,4	10,6	0,7	4,2	1,9	5,7
11	2,9	6,4	0,9	10,5	4,0	8,8
12	2,3	4,0	0,0	5,6	1,6	8,2
13	2,2	3,9	1,3	6,7	0,8	7,9
14	4,4	9,8	-0,5	5,0	1,6	7,1
15	7,2	10,4	2,1	7,2	3,5	7,4
16	4,5	11,7	3,4	6,1	0,9	4,4
17	2,3	5,9	1,6	3,0	3,9	6,0
18	5,5	11,4	-0,7	3,4	5,5	8,3
19	4,5	12,2	-1,7	0,0	5,5	11,2
20	5,8	9,6	-2,8	0,8	2,7	6,6
21	8,1	10,3	0,7	6,0	1,1	6,0
22	9,5	11,2	2,9	11,0	0,1	8,5
23	9,2	12,2	2,2	4,3	3,4	8,2
24	7,4	9,1	-1,2	6,3	4,6	9,3
25	6,8	7,9	-1,7	9,4	1,5	6,9
26	4,8	6,5	0,2	3,2	6,4	11,7
27	2,8	4,7	0,6	5,3	1,8	13,9
28	0,3	1,4	3,1	4,2	1,1	8,8
29	1,2	3,8	1,6	7,4	2,4	7,9
30	0,0	3,0	1,0	7,7		
31	-2,7	4,1	0,6	6,4		

Таблиця А.2 – Температурні показники на ст. 33345 Київ (АП Жуляни) за період грудень 2019 р. – лютий 2020 р.

Число місяця	Температура повітря, °С					
	грудень 2019		січень 2020		лютий 2020	
	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}
1	-1,3	2,7	-1,2	3,0	1,5	5,7
2	-2,4	0,0	-1,8	0,9	6,2	10,4
3	-1,8	0,7	-1,9	4,0	3,0	5,7
4	-1,8	1,4	-1,6	3,2	-1,0	3,3
5	0,8	4,7	0,4	2,0	-2,9	0,4
6	-1,9	5,7	-1,8	1,2	-6,8	1,1
7	-4,9	1,0	-4,7	0,7	-7,0	-4,2
8	1,5	5,8	-3,6	3,8	-8,2	-1,5
9	0,1	5,8	-0,4	1,9	-2,7	1,6
10	0,3	2,4	0,3	2,2	3,6	4,1
11	1,0	3,0	1,8	7,0	1,5	6,4
12	0,7	2,9	-0,4	1,1	1,4	3,7
13	-0,7	0,5	0,8	3,9	0,9	2,8
14	-0,7	2,4	0,9	5,2	-1,6	5,9
15	3,2	7,5	-2,0	5,6	2,3	3,9
16	4,2	9,8	0,1	1,7	1,4	4,9
17	1,3	10,4	-2,6	2,0	2,1	8,3
18	3,0	14,6	-2,0	-1,1	2,0	8,3
19	2,4	9,0	-2,3	-1,6	2,0	8,4
20	-1,4	5,1	-2,1	1,4	1,9	7,6
21	4,0	7,9	0,4	5,1	1,5	4,0
22	3,8	9,1	1,1	4,0	-0,2	7,9
23	5,1	10,0	-0,4	1,6	3,3	8,2
24	5,8	6,9	0,0	3,1	1,1	4,0
25	4,7	5,5	0,7	1,6	-0,4	5,1
26	3,4	5,1	0,1	4,0	2,8	9,7
27	0,4	2,3	-1,6	1,5	2,7	5,3
28	0,8	1,5	-2,6	0,1	-0,9	5,7
29	-1,4	-1,0	-1,1	1,8	-0,3	6,2
30	-3,7	-1,4	1,2	3,2		
31	0,0	4,3	1,1	3,6		

Таблиця А.3 – Температурні показники на ст. 33393 Львів за період
грудень 2019 р. – лютий 2020 р.

Число місяця	Температура повітря, °С					
	грудень 2019		січень 2020		лютий 2020	
	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}
1	-3,8	1,4	0,6	3,0	5,7	9,6
2	-4,2	-0,4	-1,7	3,4	6,7	10,1
3	-6,3	0,6	-7,3	5,3	2,9	4,4
4	-9,9	0,6	-0,8	2,6	1,2	5,0
5	-6,8	3,4	-0,7	0,8	-3,4	1,1
6	-6,3	6,2	-4,7	-1,0	-7,6	0,2
7	-6,9	6,4	-7,1	2,1	-5,0	0,6
8	2,7	7,1	-8,3	0,6	-11,5	-0,9
9	3,4	10,8	-0,4	1,3	-9,4	3,7
10	1,7	5,0	1,3	5,8	0,7	8,0
11	0,3	1,3	3,0	5,1	0,6	5,1
12	0,8	3,2	1,5	5,0	-0,4	3,0
13	0,9	1,9	1,3	4,7	-1,6	5,4
14	1,9	3,7	-1,6	6,2	-0,5	3,4
15	1,7	8,0	-2,7	9,5	-3,3	2,7
16	2,1	11,8	-3,7	6,2	-3,3	8,5
17	1,8	13,6	-3,5	1,9	4,9	12,3
18	6,8	15,6	-2,5	-0,6	2,4	8,8
19	0,9	10,0	-3,2	-1,3	-1,2	7,0
20	2,3	6,1	-1,3	0,5	-2,4	4,5
21	4,2	11,7	-0,7	3,7	-4,3	4,0
22	0,5	11,6	-0,6	1,7	0,8	6,7
23	3,6	5,8	-1,2	1,2	3,6	6,0
24	3,4	5,3	-4,8	4,9	0,8	7,2
25	2,4	4,0	-3,7	3,7	0,8	7,5
26	1,8	3,7	-5,9	4,9	3,9	8,4
27	0,3	2,4	-4,2	5,5	-1,8	4,0
28	-1,7	-0,1	-4,2	8,3	-2,7	2,3
29	-3,5	-2,1	0,6	3,1	-2,4	5,5
30	-4,6	1,1	0,4	2,8		
31	0,7	3,1	1,3	6,1		

Таблиця А.4 – Температурні показники на ст. 34300 АП Харків за період
грудень 2019 р. – лютий 2020 р.

Число місяця	Температура повітря, °С					
	грудень 2019		січень 2020		лютий 2020	
	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}	T _{min}	T _{max}
1	-2,5	1,0	-0,1	2,2	-0,1	1,4
2	-5,0	-0,3	-4,8	-0,8	1,1	9,5
3	-2,4	-1,3	-1,0	0,1	0,4	5,8
4	-3,7	-1,0	-0,7	1,3	0,1	2,8
5	-2,9	1,1	-0,4	0,6	-2,2	0,6
6	-1,8	3,3	-1,4	0,6	-6,3	-1,9
7	2,4	5,6	-5,8	-0,3	-9,2	-3,5
8	0,9	5,4	-7,3	-1,2	-10,8	-6,8
9	-0,9	2,8	-8,7	-0,4	-14,7	-4,3
10	0,2	2,6	-0,6	0,7	-10,9	-3,1
11	0,6	2,3	-0,3	3,4	-2,2	0,7
12	0,7	2,3	-3,0	0,7	-2,7	1,1
13	-0,3	0,9	-2,4	2,0	1,0	2,7
14	-0,2	2,1	0,7	2,4	-2,3	4,4
15	2,4	5,7	0,9	2,4	-2,0	5,0
16	0,2	4,1	-0,9	0,9	-3,2	4,6
17	-1,4	5,0	-1,2	4,6	-1,8	3,7
18	3,8	5,4	-3,5	4,7	0,2	4,7
19	2,3	7,4	-3,7	-1,6	0,6	6,6
20	-1,9	5,7	-3,4	1,5	-3,6	2,5
21	-1,3	4,8	0,1	1,7	-0,1	4,8
22	5,6	9,5	1,2	2,3	0,4	1,8
23	5,4	8,7	-2,4	0,7	-0,2	3,6
24	2,7	5,4	-6,1	0,1	0,3	3,1
25	0,2	2,6	0,5	1,6	-0,4	4,5
26	-0,3	1,4	-0,8	4,0	2,6	8,6
27	1,3	2,9	-0,6	1,9	3,4	11,4
28	1,1	4,0	-1,8	0,4	-0,6	4,9
29	-3,3	-0,2	1,2	4,3	-1,6	6,6
30	-2,4	5,0	1,2	5,4		
31	-2,1	2,3	1,2	4,8		