

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА**

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Кафедра фізичної географії та картографії

До захисту допустити
Зав. кафедри _____ доцент **Анатолій БАЙНАЗАРОВ**
« _____ » _____ 2025 р.

**ТЕНДЕНЦІЇ СУЧАСНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН
НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Виконав: студентка 4-го курсу д.ф.н,
групи ГФ- 41
спеціальність: 106 Географія
освітня програма: Фізична географія,
моніторинг і кадастр природних ресурсів
Вікторія Костянтинівна КАБАНОВА
Науковий керівник:
доцент, к.геогр.н. **Борис ШУЛКА**

Кваліфікаційна робота захищена з оцінкою

Голова ЕК Валентина РЕДІНА

Секретар ЕК Тетяна БУЛГАКОВА
« _____ » _____ 2025 р.

Харків – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	6
1.1. Фізико-географічна характеристика території	6
1.2. Кліматичні умови Харківської області	9
РОЗДІЛ 2. ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	12
2.1. Історія та сучасний стан дослідження клімату України	12
2.2. Особливості змін клімату на території міста Харків	15
2.3. Особливості сучасних змін клімату на території міста Харків	17
2.4. Порівняння кліматичних змін на території міста Харків з іншими населеними пунктами Харківської області	39
РОЗДІЛ 3. НАСЛІДКИ ТА ПРОГНОЗ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	51
3.1. Створення прогнозу змін клімату	51
3.2. Рекомендації щодо адаптації до змін	55
ВИСНОВКИ	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	59

ВСТУП

Актуальність роботи. На початку XXI століття світова спільнота, та світове співтовариство визнало, що кліматичні зміни це проблема, що є актуальною для світової спільноти багатьма міждержавними організаціями, як наприклад Міжурядовою групою експертів по зміні клімату (IPCC) [1]. Це становить високий ризик для світової спільноти, а саме зміна таких показників як: зростання середньої річної температури, підняття рівня моря, посухи, підтоплення та інші природні катастрофи [11].

Міжнародна спільнота досягла консенсусу у тому, що однією з основних кліматичних загроз зараз вважається глобальне потепління [12, 13]. Потепління зараз має значний вплив на будь-які умови життя, починаючи від будівельної сфери [5, 6] та закінчуючи сільськогосподарською сферою [11]. Негативна наслідки будь-яких кліматичних змін, найбільш ймовірно, будуть найбільше позначатися на бідних та соціально незахищених верствах населення, які вже зараз відчувають нестачу ресурсів та можливостей для підготовки до нових викликів.

В Україні, це є значною проблемою, так як за дослідженнями українських та міжнародних дослідників [5, 7] клімат України вже зазнає змін протягом багатьох років. Основними векторами зміни клімату вважаються зростання середньорічної та середньомісячної температури повітря та зміна кількості опадів протягом року. Основним ризиком для України внаслідок таких змін є зміна в умовах вирощування різноманітних сільськогосподарських культур [8], так як великий відсоток економіки України є сфокусованим саме на первинному секторі економіки [19].

Внаслідок таких змін великий відсоток ВВП буде напряму залежати від ефективності адаптації одного сектору до потенційних змін клімату (із найбільш ймовірних відмічаються такі зміни, як підвищення середньої температури в усі

місяці року, збільшення тривалості відлиг, зміна довжини періоду без заморозків, та вегетаційного періодів [9]), тож має місце початок адаптацій вже зараз.

Дана тема дослідження була обрана, так як зміни клімату під час, та внаслідок ведення активних дій на локальному рівні є відносно недослідженою річчю у науковій спільноті (у більшості випадків розглядається загальний вплив військових дій на атмосферу планети у цілому. Декілька організацій розглядали цей вплив і у минулих війнах, і у сучасних [2, 3, 4]. Основними регіонами для дослідження були В'єтнам, Кувейт та Ізраїль), а не на окремий регіон. Також ця тема є достатньо актуальною у теперішньому стані речей, так як активні бойові дії досі ведуться на території України і у тому числі Харківської області, і точна дата їх завершення не є відомою. Подібні дослідження дадуть можливість підготуватися до очікуваних змін у кліматі регіону, а саме у очікуваних змінах температури повітря, напрямку вітру, температури ґрунту.

Це є важливою темою для розвитку Харківської області через декілька причин. По-перше, на території Харківської області було і є достатньо розвинене сільське господарство, і будь-які зміни призведуть до того, що це відобразиться на видах та сортах вирощуваних культур. На додаток до цього, будь-які зміни клімату відобразяться на стандартах будівництва та подібних галузях.

Формулювання мети та завдань дослідження.

Мета роботи складається у виявленні та встановленні закономірних змін клімату на території Харківської області, а також у виділенні окремої мінливості у певних населених пунктах.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати динаміку змін клімату Харківської області на регіональному рівні.
2. Визначити основні тренди та особливості у зміні кліматичного режиму на території Харківської області.

3. Відокремити вплив активних бойових дій на точність та повноту кліматичних спостережень, а також на локальні мікрокліматичні умови на території Харківської області.

4. Сформулювати прогноз змін клімату для обраних населених пунктів Харківської області, а також розробити рекомендації для боротьби і адаптації до цих змін.

Методи дослідження: теоретичний; емпіричний: опис, вимірювання, порівняння, спостереження; методи оброблення даних: статистичний аналіз, створення прогнозів, метод графічних зображень.

Визначення об'єкта та предмета дослідження.

Об'єктом дослідження є мінливість кліматичних умов Харківської області.

Предметом дослідження виступає інформація про клімат Харківської області та його зміни.

Структура та обсяг дипломної роботи. Загальний обсяг роботи дорівнює 65 сторінок, складається з вступу, 3 розділів, висновку. Кваліфікаційна робота включає 16 рисунків, 7 таблиць. Список джерел містить 65 одиниць літератури.

Апробація результатів роботи була проведена на двох щорічних наукових конференціях студентів та аспірантів «Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи», присвячених пам'яті професора Г. П. Дубинського, а саме за 2024 та 2025 роки.

РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА КЛІМАТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ УМОВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Фізико-географічна характеристика території дослідження

Харківська область – одна з областей України, що є розташованою в історичному районі Слобожанщина. Як і більшість східних областей, цей регіон є частим об'єктом вивчення для українських науковців [10].

Харківська область розташовується на північному-сході України та охоплює степову та лісостепову фізико-географічні зони і, як наслідок, межує на півдні та сході зі степовими районами, а на півночі та заході – з лісостеповими. Область з півночі на південь є протягнутою з с. Дегтярне ($50^{\circ}27'32''$ пн. ш.) до с. Далеке ($48^{\circ}34'57''$ пн. ш.), з заходу на схід область потягнута з с. Капранське ($34^{\circ}52'10''$ сх. д.) до с. Терни ($38^{\circ}06'37''$ сх. д.). Територія області знаходиться на краю Середньоруської височини, що у свою чергу знаходиться на території Східноєвропейської рівнини [22].

Площа області становить 31,4 тис. км – 5,2% території України. Область є компактною та має округлу форму, що з урахуванням загалом рівнинного рельєфу сприяє розвитку сільського господарства всередині області.

За геоботанічним районуванням на території Харківської області розташовані Харківський округ дубових, липово-дубових лісів та лучних степів та Полтавський округ липово-дубових, соснових, дубово-соснових лісів, остепнених луків, лучних степів та евтрофних боліт Східноєвропейської лісостепової провінції дубових лісів, остепнених луків та лучних степів, а також Самарський лівобережний округ різнотравно-злакових степів, байрачних лісів та засолених луків Понтичної степової провінції. Як наслідок більша частина лісового покриву території знаходиться на північно-західній частині області.

За фізико-географічним районуванням Харківська область є складеною з декількох фізико-географічних областей: Східнополтавської височинної області

(характеризується малорозчленованими лучностеповими межиріччями та чорноземами), Харківської схилово-височинної області (характеризується розчленованими межиріччями лісостеповими та чорноземами середньогумусними), Орільсько-Самарської низовинної області (характеризується слаборозчленованими лесовами рівнинами), та Старобільської схилово-височинної області (характеризується розчленованими лесовими рівнинами та терасами). Також малий відсоток площі області знаходиться на території Західнодонецької схилово-височинної області, яка загалом характеризується долинно-балковими та заплавними місцевостями [15 - 18, 20, 21].

Як наслідок більшість території займають звичайні підвищення, лісостепові підвищення, північностепові рівнинні ландшафти. На території області, а саме на півночі, розташоване незначне підвищення на Воронежському кристалічному масиві – відроги Середньоруської височини. На півдні розташована велика кількість відрогів Донецького кряжа. Територія усієї області є значно розмежованою ярами, балками та річковими долинами. Найвища точка (точка південніше села Довгеньке, Ізюмський район) розташовується на висоті 242,9 метри над рівнем моря і незначно перевищує середню висоту області – 143 метри над рівнем моря.

В області є значні поклади мінеральних ресурсів, та область за природно-ресурсним потенціалом посідає доволі високі позиції – вона є п'ятою за ним в Україні. Корисні копалини в основному складаються з будівельних матеріалів (піски та глини, що складають 53,4% з усіх мінеральних запасів Харківської області), паливно-енергетичних ресурсів (що є представленими в основному кам'яним вугіллям, газом та нафтою та складають 28,5% з усього мінерально-ресурсного потенціалу), прісних мінеральних вод та сировини кольорових металів, які у великій частині не зазнають активного видобутку [24, 25].

Річкова долина є достатньо розгалуженою та належить суббасейнам Середнього та Нижнього Дніпра (у межах басейну Дніпра) та суббасейну

Сіверського Дінця (у межах басейну Дону) [23]. В межах області протікає 156 значних річок (більше 10 км довжини), серед яких найдовшими є Сіверський Дінець (довжина в межі області – 380 км), Орель (200 км), Оскіл (177 км).

Як наслідок на території області сформувалася значна кількість заливних долин, стариць та інших подібних формацій, що відображають вплив річкової системи на поверхню.

На режим річок Харківської області значний вплив мають весняні повені, які слугують основним джерелом живлення річок на рівні з підземними водами. Має місце високий рівень господарського освоєння басейнів річок, а також підземних вод – на території області зафіксовано 95 родовищ підземних вод різного призначення.

Більшість річок належить басейну Дону (75%), інші належать басейну Дніпра.

Болота на території області фактично відсутні. Але є присутня значна кількість замкнутих водойм як природного (озера та стариці), так і штучного (водосховища) походження. Це, по-перше, є ще однією ознакою антропогенного впливу на поверхню, а по-друге створює можливості для подальшої трансформації поверхні.

Характерні для області ґрунти формувалися в основному на глинистих, супіщаних, суглинкових та піщаних поверхнях, що відображається на їх фізичних та хімічних якостях.

Більшість ґрунтів Харківщини складаються з дерново-підзолистих (з високим вмістом глини та пісків), опідзолених на лесах, реградованих чорноземах та чорноземах на лесах, глинах та пісках. Також мають місце солонцюваті лучні та чорноземо-лучні ґрунти. Також є присутні дернові ґрунти з великим вмістом піску та глини [29].

Абсолютна більшість території зайнята чорноземами різних видів (чорноземи типові, звичайні глибокі та звичайні сумарно займають 85,68% площі усієї області). На території області спостерігаються значні площі середньо-

кислих ґрунтів, а саме 6,2 тис. га, і ці ґрунти вимагають постійної хімічної обробки.

1.2. Кліматичні умови Харківської області

Кожен регіон планети Земля має власні кліматичні особливості.

Як наслідок, на деяких територіях є більші шанси утворення специфічних трендів температурного режиму, режиму опадів, швидкості та напрямку повітря та інших кліматичних показників.

Клімат Харківської області (рис. 1.1) визначається як помірно-континентальний. Зима характеризується нестабільністю. Існує переважання м'яких зим з частими відлигами і нестійкими морозами. Літо характеризується спекою [31, 34-36].

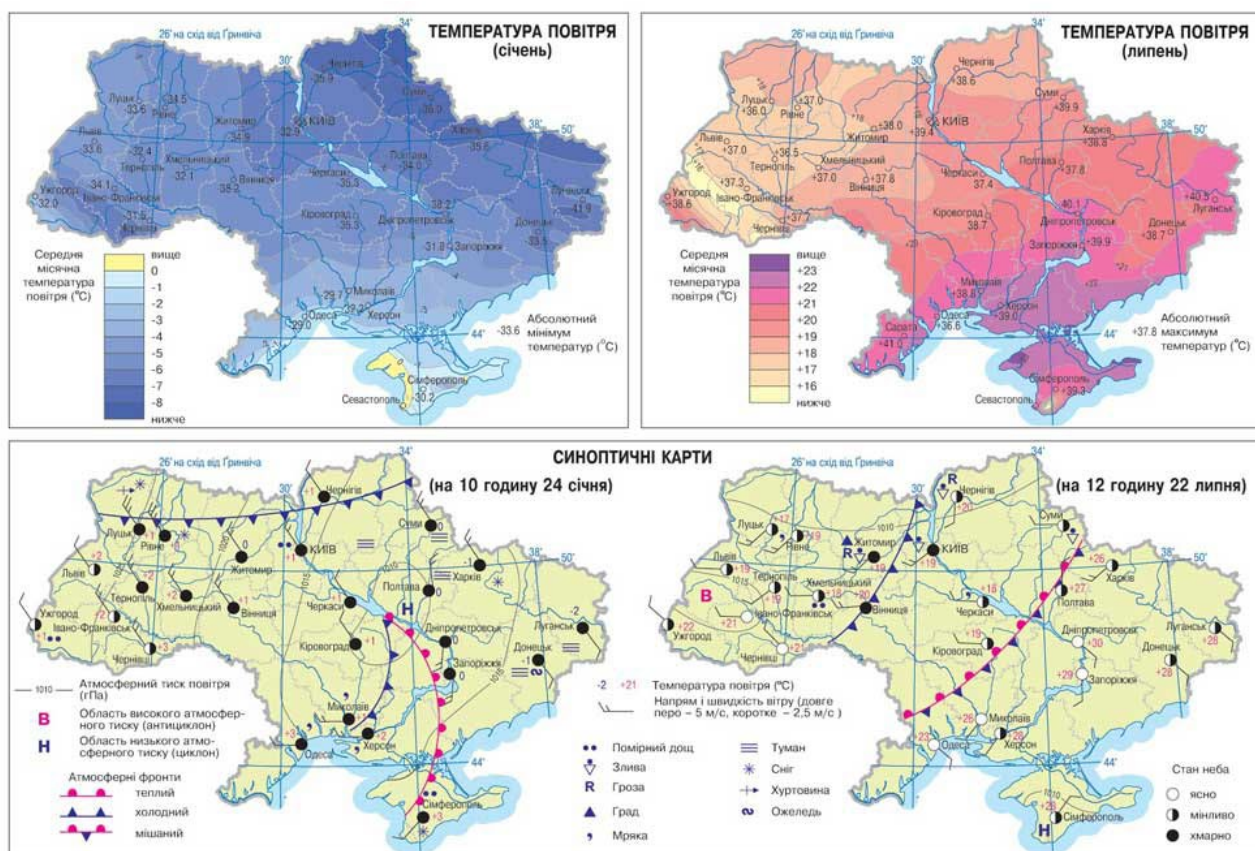


Рис 1.1. Кліматична карта України [30]

Сонячне сяйво в середньому є наявним 1850 годин на рік, у той час як хмарних днів трохи менше 100.

Річна сума опадів складає 520 мм та варіюється від частини області. Розподіл опадів є більше підпорядкованим меридіанній залежності, ніж широтній. Західна частина області має в середньому вищу річну кількість опадів, і становить 570 мм. Найбільш вологими є 6-7 місяці року. Є меридіанна залежність в кількості опадів (в західних районах до 20 мм більше опадів, ніж у східних). Протягом року опади більш рівномірно випадають в західних районах області.

Агрокліматичне районування проходить так, що більшість території області знаходиться у помірно-посушливій зоні, а окремі частини західної та північної частини області – у зоні недостатнього зволоження, що є характерним для степу [32, 33].

Середня температура становить 21°C влітку та -7°C взимку. Найбільш холодними є 1-2 місяці року, найбільш теплими – 7-8. Середня температура повітря підвищується з півночі на південь.

Зима (перехід середньої добової температури нижче 0°C) починається з десятих чисел листопада і триває від 125 діб (південь області) до 135 діб (північ області). Літо (перехід середньої добової температури вище 15°C) починається у десятих числах травня.

Сума середніх температур добових вище 0°C на території області в середньому становить 3170°C, вище 5°C - 3080°C.

Кліматичні умови різних частин Харківської області не є однаковими (табл. 1.1), що у свою чергу має прямий вплив на розподіл рослинності та утворення біотопів [28].

Таблиця 1.1

Кліматичні умови регіонів Харківської області

Кліматичні умови	Північні райони області	Південні райони області
Середня річна температура повітря, °С	+7,2	+8,6
Пересічна січнева температура, °С	-7,5	-6,5
Пересічна липнева температура, °С	+19,5	+21
Абсолютний мінімум температури, °С	-36	-40
Абсолютний максимум температури, °С	41	40
Тривалість холодного періоду, дні	135	120

Північні райони області можна охарактеризувати більш суворим кліматом, а також більшим холодним періодом разом з меншою річною амплітудою повітря (табл. 1.1), і відповідно південні райони області мають тепліший та коротший зимовий період, вищу середньорічну температуру, і спекотніше літо.

РОЗДІЛ II. ОСОБЛИВОСТІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА ТЕРИТОРІЇ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1. Історія та сучасний стан дослідження клімату України

Україна знаходиться на сході Європи та омивається водами Азовського та Чорного морів на півдні. Україна географічно займає територію південно-західної частини Східноєвропейської рівнини. Країна лежить в Північній та Східній півкулі, а саме між $55^{\circ}22'$ та $44^{\circ}23'$ градусами північної широти і $22^{\circ}10'$ та $40^{\circ}13'$ градусами східної довготи. Протяжність України з півночі на південь складає 893 км, а протяжність зі сходу на захід – 1316 км. За природно-кліматичними умовами Україну можна поділити на декілька зон: зону мішаних лісів на північному заході, зону лісостепу в центральній частині та зону степу в східній та південній частині. На території країни переважає рівнинний рельєф. На території Чернівецької, Львівської, Івано-Франківської та Закарпатської областей протягається зона висотної поясності – Українські Карпати, а на території автономної республіки Крим розташована зона висотної поясності Кримських гір.

Історія досліджень клімату на території України протягається на декілька століть. Перші метеорологічні станції на території сучасної України почали з'являтися на початку XIX-го століття у таких населених пунктах, як Київ, Одеса, Полтава та інші. У середині та наприкінці XIX-го сторіччя кліматичні дослідження мали більше точковий характер, ніж загальний. Дослідження проводилися окремими вченими (такими як Клосовський О.В.) та розглядали особливості міст та районів проведення досліджень [37, 38].

На території міста Харків проводяться регулярні метеорологічні спостереження з 1891-го року. Вони проводилися на базі Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. У 1921-му році було створено український гідрометцентр [40].

Систематизація кліматичних досліджень почалася вже у ХХ-му столітті, а саме з моменту створення Української метеорологічної служби (УкрМЕТу) 19 листопада 1921 року. В наступні декілька років почалася активна публікація робіт, тематика яких розглядає кліматичні особливості міст, губерній та регіонів України. Паралельно із цим у 1925-му році було створено перший режимний кліматологічний підрозділ – Бюро опадів.

Після створення цього об'єкту в Україні почався перший процес режимної кліматології – систематичний друк результатів спостережень, узагальнення цих спостережень та загалом кліматичних досліджень. Перший керівник «Бюро опадів» – М. І. Гук – був одним із найбільш видатних науковців свого часу. За його участі було опубліковано видатні праці з вивчення атмосферних опадів (монографія «Клімат УРСР» у співавторстві з І. К. Головка та Г. Ф. Приходько) та було створено фундаментальні кліматичні карти («Кліматичний атлас України» у співавторстві з Д. К. Педаєвим). Валентина Миколаївна Бабіченко була одним із провідних кліматологів СРСР та України. За її редакції було випущено декілька значних монографій, які зараз становлять основу для кліматології на території сучасної України.

У наступні декілька років збір та систематизація кліматичних даних стала однією з основних задач географічного товариства. Цей процес було частково перервано на час другої світової війни, але кліматологічні ряди даних не були перервані, що надало можливість створити «Климатологический Справочник СССР в. 10. по Украинской ССР и Молдавской ССР» у 1950 році. Над його створенням працювали М. І. Гук, М. М. Акимович, І. О. Бучинський, К. С. Розова та ін. Подібна тематика у прямій чи непрякій формі піднімалася у працях таких вітчизняних вчених, як М. І. Кульбіда, В. І. Осадчий, Т. І. Адаменко, О. О. Косовець, М. Б. Барабаш, С. Г. Бойченко, В. М. Бабіченко та інших.

У 1960-х роках набирає популярність дослідження клімату України зі сторони агрономії, внаслідок чого було видано перший агрокліматичний атлас України. У цей ж період почалася розробка перших повноцінних довідників

клімату ЄСРЄ (у який на той момент входила і Україна). Цей довідник є особливий своїм розподілом на 5 частин (сонячна радіація та сонячне сяйво; вітер; температура повітря та ґрунту; вологість повітря, атмосферні опади та сніговий покрив; хмарність та атмосферні явища), що стане основою для майбутнього кліматичного кадастру України.

Востаннє в історії української кліматології клімат окремих великих міст розглядався протягом 1980-х років, коли йшла активна розробка серії монографій «Клімат больших городов», до яких увійшли роботи про клімат Києва, Харкова, Дніпра (на момент видання – Дніпропетровська), Полтави, Луцька, Львова, Одеси, Вінниці, Чернівців. Після розпаду ЄСРЄ розробка подальших робіт у цій серії частково зупинилась. Не зважаючи на прийняте ще у 2008 році рішення про поновлення написання та видавництва монографій цієї серії, була перероблена лише одна монографія – «Клімат Києва» 2010 року.

На даний момент на території України знаходяться 187 станцій, з яких частина зараз знаходиться на тимчасово окупованих територіях. Доступ до точної кількості метеорологічних постів та станцій на час військових дій є частково обмеженим. Частина метеорологічних станцій через військові дії припиняла роботу, внаслідок цього у частині даних за певними метеорологічними станціями відсутні дані.

У теперішній момент кліматологічні дослідження на станціях проводяться за такими показниками, як температури повітря, показники температури ґрунту, вологості повітря, атмосферного тиску, швидкість вітру, хмарність, товщина снігового покриву та подібне [39].

2.2. Особливості історичних змін клімату на території міста Харків

Будь-який регіон має власні індивідуальні особливості кліматичного режиму. Таким чином одні території мають більші ризики утворення певних трендів температури повітря, ґрунту, кількості опадів, швидкості повітря та інших кліматичних показників.

Виявлення кліматичних аномалій не є новітньою темою для українських вчених. Віра Балабух, провідний український кліматолог, спільно з іншими вченими вже проводила дослідження (рис. 2.1) щодо всеукраїнських кліматичних аномалій за певні роки [42].

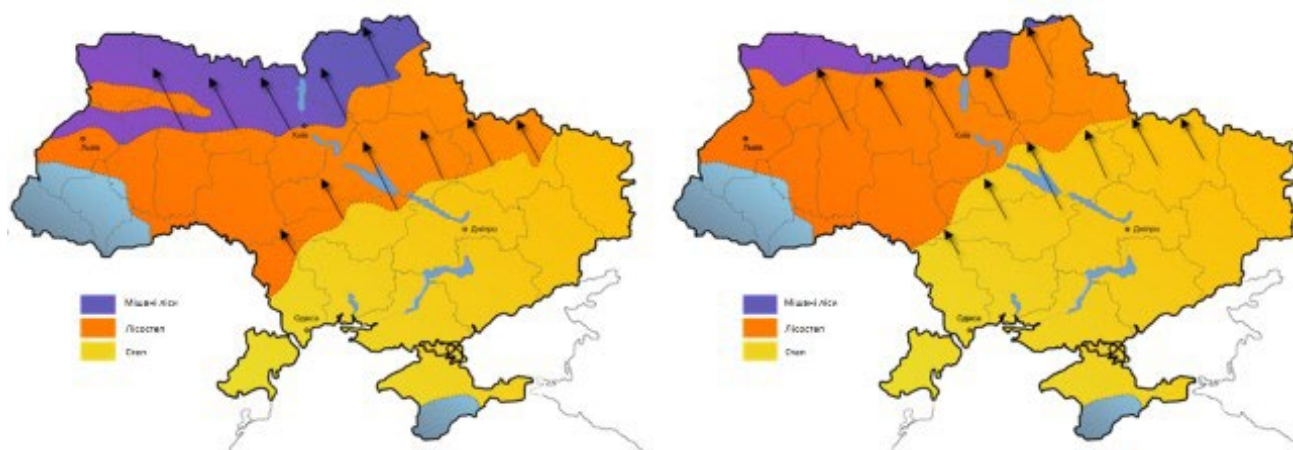


Рис. 2.1. Зміна меж природно-кліматичних зон України [41].

Загалом на території Харківської області протягом останніх років спостерігається збільшення кількості стихійних метеорологічних явищ, що є ознакою коливань клімату [43-45]. Прослідковується статистично значний тренд [46]. Це можна визначати як один із проявів перерозподілу атмосферних опадів, що є реакцією на зростання температури біля поверхні землі [47].

Повітря є одним із основних факторів кліматотворення, а відносно великі коливання у циркуляції атмосферного повітря формують нестійкі погодні умови, які є чутливими до зовнішніх змін [48, 49]. Температурний режим Харкова є характерним для континентального помірного клімату. Найбільш холодним

місяцем є січень (середня температура – -7 C°), найтеплішим – липень (середня температура – $20,9\text{ C}^\circ$) [50, 51]. Протягом багатьох років спостерігається тренд щодо підвищення середньої температури як більшості місяців, так і річної середньої температури [52, 53, 54, 55].

Найбільш яскраво вираженим є підвищення у зимові та літні місяці [56]. Подібне зростання температури раніше було пов'язано з антропогенними факторами і, як наслідок, становить високу зацікавленість для дослідження зв'язку із посиленням ситуації внаслідок активних бойових дій на території області [57].

На момент написання роботи температурний режим Харкова вже зазнав значних змін у бік потепління у літній період, що було відмічено у статистиці щодо частоти появ та довжини теплових хвиль. Також було виявлено тенденцію щодо збільшення мінімальної, середньої та максимальної температур із найбільшим підвищенням мінімальної [58].

За дослідженнями Тетяни Ткаченко та Світлани Решетченко також спостерігається тенденція щодо збільшення суми активних температур повітря на території області, особливо чітко це можливо відмітити на півдні та південному заході області [8].

Зміни режиму опадів на території області прослідковуються у зменшенні річної кількості опадів, що пояснюється змінами у циркуляції у Атлантико-Європейському регіоні, під впливом якого знаходиться територія області. Найбільш поширеним видом опадів є дощі, туман та град є значно рідшими. Не зважаючи на те, що деякі вчені, як наприклад М. Барабаш, пов'язує потепління кліматичних умов із збільшеною кількістю опадів. Але на території області, різких змін у режимі опадів не прослідковувалося, хоча існує тренд зменшення кількості опадів загалом.

Вологість ґрунтів, згідно зі спільними дослідженнями українських та американських вчених, мала негативний тренд на початок 2000-х років, що є ще одним із візуальних проявів зміни меж природно-кліматичних зон. Цей тренд

прослідковується і зараз, а саме прогнози на це десятиріччя підтвердили минулий тренд щодо зменшення середнього вмісту вологи у ґрунті, а також збільшення ризиків появи посух, а також їх довжини, особливо у східних регіонах України, не зважаючи на те, що В.Ф. Мартазінова наприкінці ХХ сторіччя відмічала зменшення кількості процесів, що можуть призвести до утворення посух.

У Харкові спостерігається відносно стабільний режим вітру, із повторюваністю смерчів та сильних шквальних вітрів раз на декілька років. Також такими вченими як Івус Г. П. та Зубкович С. О. відмічається загальне послаблення швидкості вітру на території України, що можна віднести як один із проявів змін макромасштабних циркуляцій, що відбуваються незалежно від подій на території України. На території Харківщини тенденція зменшення середньої швидкості вітру повторює загальноукраїнські. Паралельно із цим на території області можна відмітити два піки посилення швидкості вітру – весняний та осінній. Це відбувається на фоні посилення Азорського максимуму на території області [60].

Авторський аналіз показників температур повітря та ґрунту, вологості повітря та напрямків та сили вітру проводився на основі даних з метеостанції Харків-АМСГ, Лозова, Богодухів. Дані були надані за 2010-2023 роки. Розглядатимуться декілька періодів – 1910-1980 рр., 1961-1990 рр., 2010-2021 рр., 2010 – 1 пол. 2022 рр., 2011-2023 рр.

2.3. Особливості сучасних змін клімату на території міста Харків

Протягом частини дослідження проводився емпіричний пошук ознак змін у кліматичних показниках Харкова для наступного дослідження кліматичних змін на території інших населених пунктів задля ефективного пошуку систематичних змін. Були досліджені наступні ознаки: температурний режим повітря, температурний режим ґрунту, показники вологості, режим вітру.

Показники, що показали зміни у трендах перемін після 2022 року будуть розглянуті окремо у частині 2.4.

Температура повітря – це один із основних показників, що характеризує стан атмосфери. На основі спостережень, проведених на метеостанції в Харкові, вдалося простежити загальні зміни температурного режиму в просторі.

За минулими дослідженнями [57] було виявлено, що найбільше потепління спостерігалось протягом пізньої зими-ранньої весни. Також відмічається наявність «острова тепла» на території міста у порівнянні з замиською територією. Також спостерігається загальний ріст активних температурних показників.

Аналіз відхилень температури від кліматичних норм за періоди 1910–1980 та 1961–1990 років допоміг виявити, як змінювалася температура з часом. Це також дало можливість порівняти ці зміни з температурними тенденціями до та після початку активних бойових дій у Харкові.

За період 2010–2021 років температурний режим міста змінювався незначно в порівнянні з періодом 1910–1980 років. Проте загалом спостерігалось поступове підвищення температури, причому в останньому періоді ці зміни стали більш помітними (табл. 2.1).

На основі статистичних даних можна зробити висновок, що на метеостанції АМГС Харків за період 2010–2021 років середня температура повітря зросла. Зокрема, у зимові та літні місяці вона підвищилася на 2-2,5 °C порівняно з періодом 1910–1980 років. У порівнянні з інформацією з кліматичного кадастру за період 1961-1990 рр. спостерігається збільшення середньої річної температури та середньої температури більшості місяців (окрім літніх місяців). Водночас найтепліший і найхолодніший місяці року залишилися тими самими — ця частина температурного режиму не зазнала змін.

Для початку дослідження були обрані ряди даних Харкова, для виявлення наявних трендів в області і подальшого максимально ефективного фокусування досліджень.

Таблиця 2.1

Щомісячна середня температура повітря, °С, за даними Харків АМСГ.

Період	Період 1910-1980 рр.	Період 1961-1990рр.	Період 2010-2021 рр.	Період 2022-2023 рр.
1	-7,3	-7	-4,8	-2,5
2	-6,1	-5,7	-3,4	-2
3	-1,2	-0,3	1,9	4,9
4	8,3	8,9	10,2	10,9
5	15,3	15,6	17,1	15,9
6	19,2	19	21,1	19,5
7	20,9	20,4	22,9	22
8	19,8	19,5	22,4	23,2
9	14,2	14,1	15,9	17,5
10	6,8	7,3	8,4	9,5
11	1,3	1,3	2,8	3,5
12	-3,7	-3,3	-1,5	0
Рік	7,3	7,5	9,4	10,2

На графіках (рис. 2.2, 2.3) можна побачити показники температури повітря у Харкові за 2010-2021 рр. та за 2010-2023 рр. Виходячи з візуалізації даних, можна побачити, що у дослідженому проміжку 2023 року можна побачити різке зменшення середньої денної температури взимку. Також можна відмітити більш рівномірний розподіл температур протягом усього періоду 2 пол. 2022-2023 рр. Ці зміни є характерними для Харкова (у порівнянні з минулими досліджуваними періодами), і є більш виразними ніж щорічні зміни за минулі періоди.

Загалом можна відзначити посилення існуючих трендів підвищення температури на території міста. Цей показник буде надалі порівняний з показниками за іншими містами.

Також були створені графіки порівняння середніх температур січня та липня, для дослідження змін середніх температур окремих місяців на території міста (рис. 2.4 – 2.7).

Ці два місяці були обрані як репрезентація найбільш холодного та найбільш теплого місяців року на території міста.

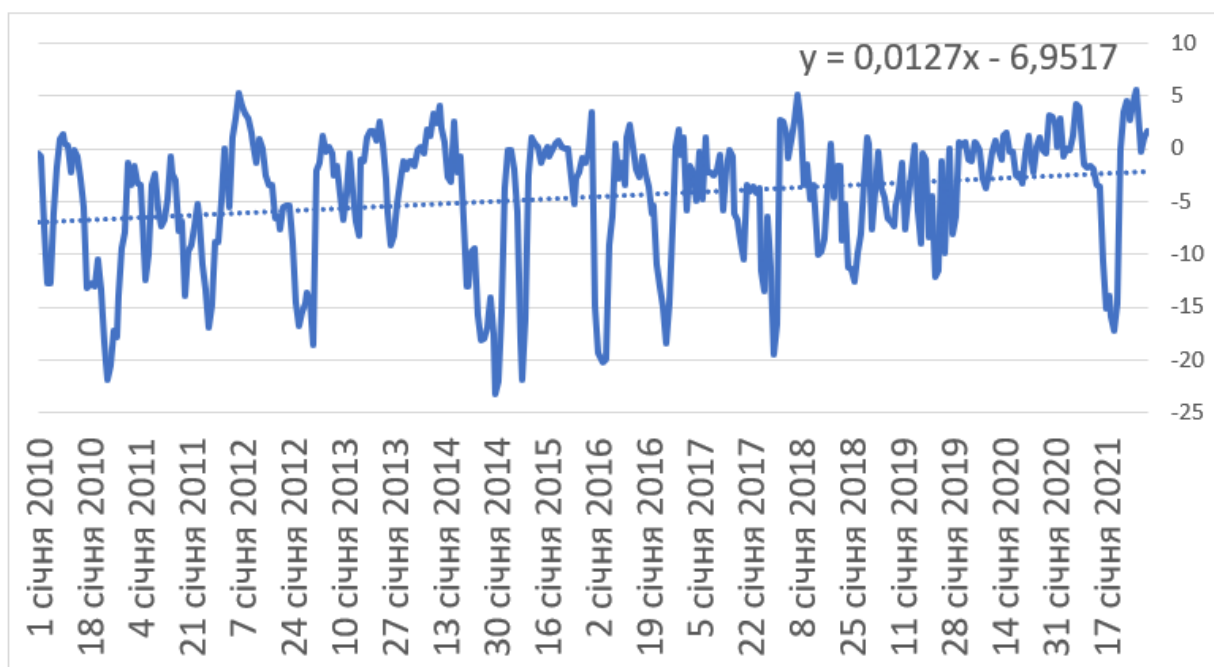


Рис. 2.4. Графік зміни середньої температури повітря у січні на території м. Харків (2010-2021 рр.)

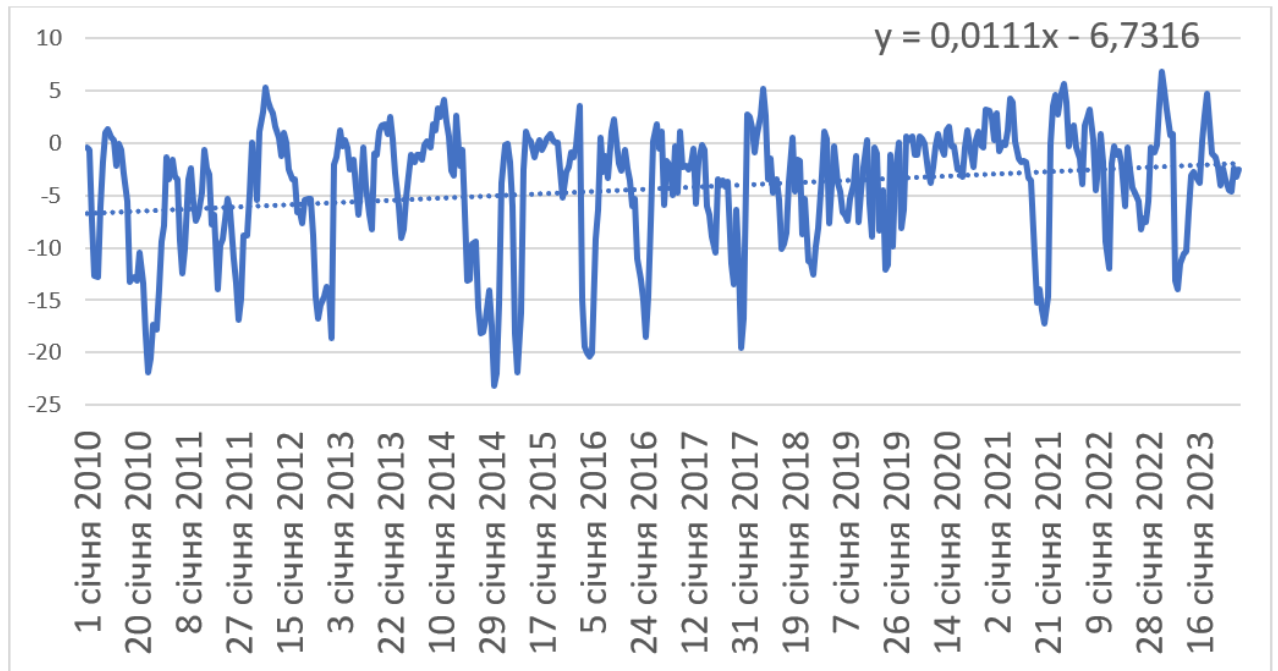


Рис. 2.5. Графік зміни середньої температури повітря у січні на території м. Харків (2010-2023 рр.)

На графіках вище (рис. 2.4, 2.5) зображені зміни середньої температури повітря в Харкові у січні за періоди 2010–2021 та 2010–2023 років. На візуалізації можна помітити, що загальний тренд росту температури повітря зберігається. Також можна відмітити те, що температура повітря в останні роки має більш теплі «пікові» найхолодніші дні, що продовжується у графіку за 2023 рік, у якому такі падіння температури взагалі не спостерігалися.

Також спостерігається факт, що у порівнянні з графіком на рисунку 2.4, на рисунку 2.5 можна побачити падіння залежності температури повітря від дати, що може означати не характерність температур останнього періоду досліджень у порівнянні з попередніми.

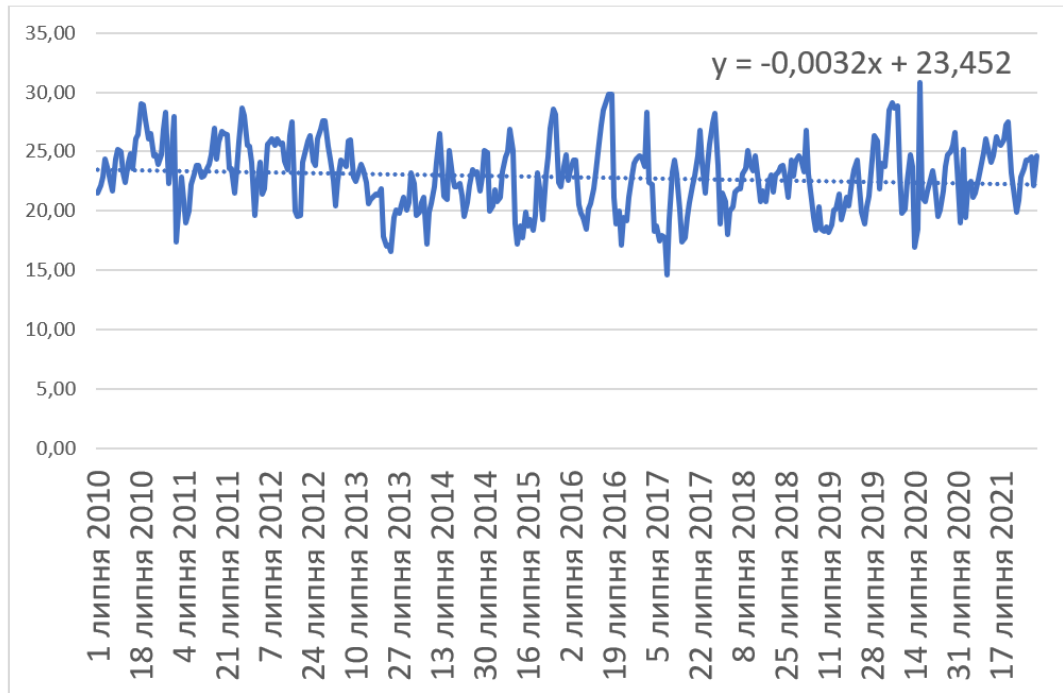


Рис. 2.6. Графік зміни середньої температури повітря у липні на території м. Харків (2010-2021 рр.)

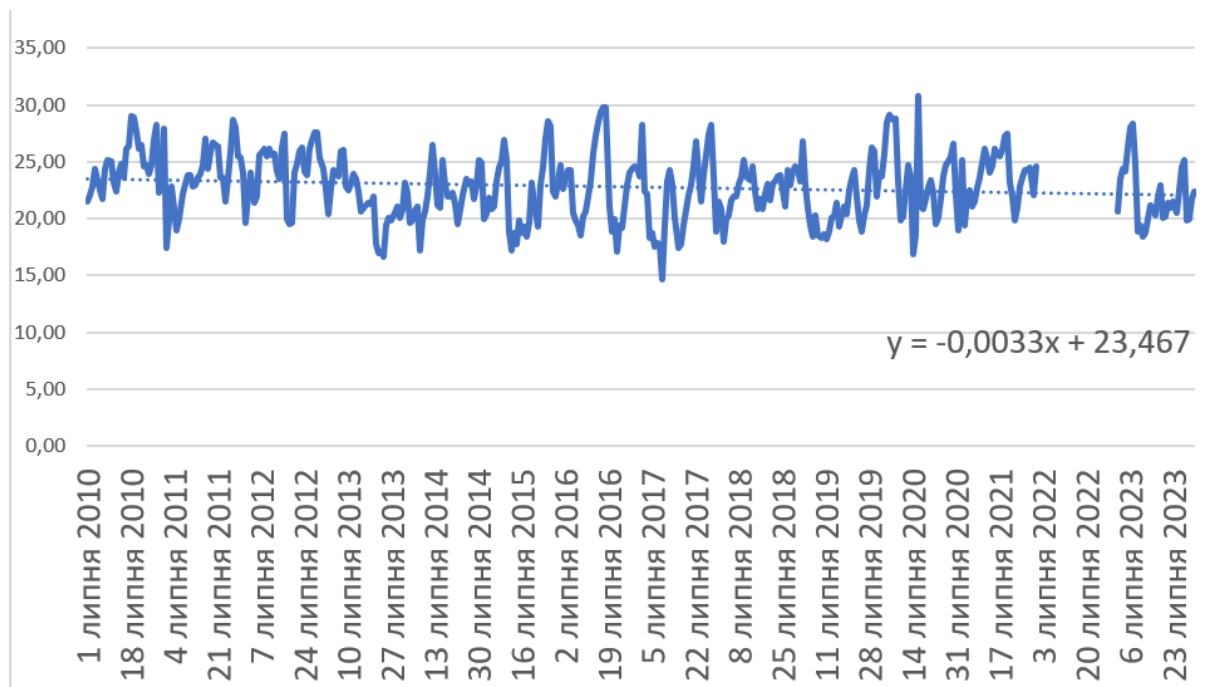


Рис. 2.7. Графік зміни середньої температури повітря у липні на території м. Харків (2010-2023 рр.)

Неповнота даних за період 2022 року пов'язана з тим, що на станції Харків АМСГ у цей час не проводилися спостереження.

На графіках вище зображені зміни середньої температури повітря в Харкові у липні за періоди 2010–2021 та 2010–2023 років. З візуалізації можна зрозуміти, що у Харкові в липні останнє десятиріччя спостерігається поступове падіння та вирівнювання середньої температури повітря. Також на рисунку 2.7 можна побачити тренд, аналогічний тренду з рисунку 2.5 – відсутність різких «пікових» температур.

Також можна побачити, що лінія тренду температур на обох графіках є майже ідентичною, що показує відсутність зв'язку між активними військовими діями та температурою літа на короткій дистанції.

Другим досліджуваним фактором є температура поверхні ґрунту на території міста.

Температура ґрунту є показником, що є сильно пов'язаним з температурою повітря – вона має головне місце у формуванні температурного режиму ґрунтів. Також значний вплив мають склад ґрунту та тривалість теплового дня. Ці фактори, в свою чергу, впливають на кількість рослинності, що росте на території. Кількість та тип рослинності також мають суттєвий вплив на температурний режим ґрунтів [61-63].

Загальний температурний режим ґрунту є схожим на температурний режим повітря (табл. 2.2). Найтеплішим місяцем року є липень – у цей час середня температура ґрунту становить близько $+28,4$ °С. Після цього спостерігається поступове зниження середньої денної температури, і найнижчих значень вона досягає в січні – близько $-5,1$ °С. Стійкий перехід до від'ємних середніх температур ґрунту відбувається наприкінці листопада. Протягом року температура ґрунту тримається вище $+5$ °С приблизно 220–230 днів, що трохи більше, ніж для температури повітря. Такі переходи до і від $+5$ °С фіксують у першій декаді квітня та першій декаді листопада. У рідкісних випадках спостерігаються перші заморозки у вересні та останні у травні. [21, 22, 52]

Протягом останніх років зими Харківської області характеризуються протяжними відлигами із відносно високими температурами для такого періоду у +12...+14°C. Середня температура ґрунтів має незначні коливання під час таких відлиг [64].

Таблиця 2.2

Щомісячна середня температура ґрунту за 2010-2023 рр., °С
(за даними АМСГ Харків)

Рік	Середня температура ґрунту в січні (°С)	Середня температура ґрунту в липні (°С)	Середня температура ґрунту за рік (°С)
2010	-9,45	30,74	11,7
2011	-7,32	28,58	10,6
2012	-4,71	32,06	13,27
2013	-3,65	26,71	11,49
2014	-7,48	27,84	10,85
2015	-3,87	25,65	11,47
2016	-8,26	28,52	10,3
2017	-7,74	26,52	11,19
2018	-3,29	28,65	11,42
2019	-5,45	26,84	12,59
2020	-0,45	29,61	12,51
2021	-2,39	32,29	11,3
2022*	-3,81	-	-
2023	-2,87	24,94	11,06

* - щодо 2022 року має місце недоступність даних за певний час.

Як вже було зазначено вище, на території Харківської області зараз спостерігається підвищення середніх температур повітря, що матиме неодмінний вплив на середню температуру ґрунту [53].

Зараз на території Харкова відмічається відсутність значимого нахилу до росту температури поверхні ґрунту, а також рухи до будь-яких можливих змін.

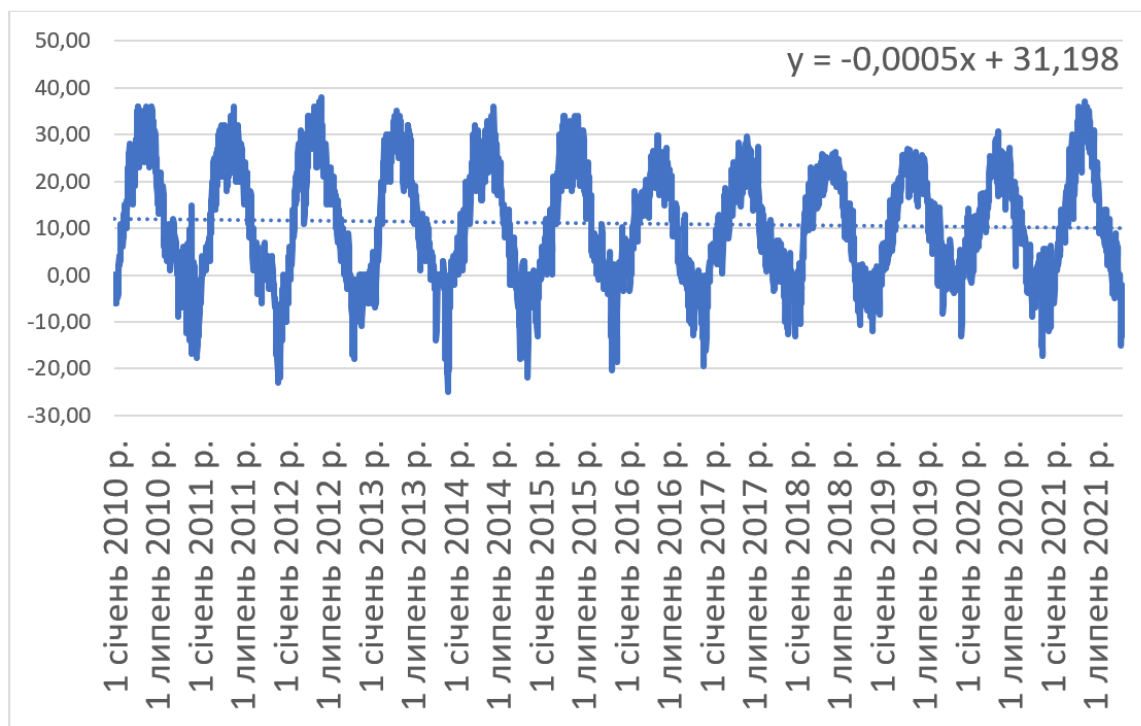


Рис. 2.8. Графік зміни середньої температури ґрунту на поверхні протягом року на території м. Харків (2010-2021 рр.)

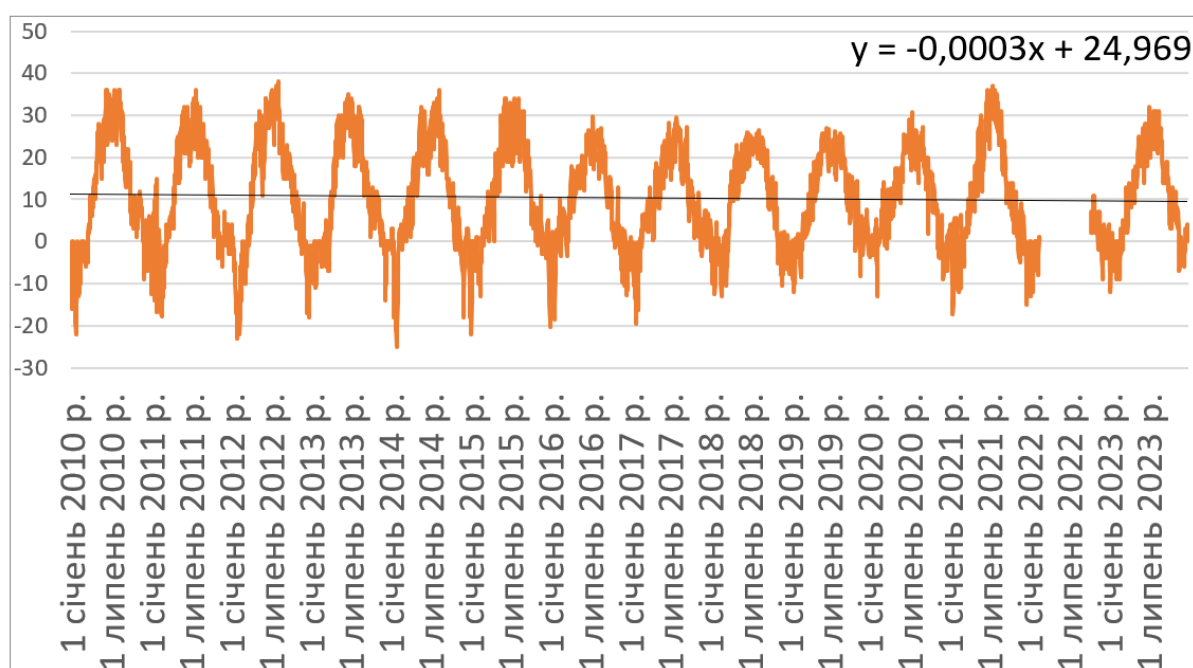


Рис. 2.9. Графік зміни середньої температури ґрунту на поверхні протягом року на території м. Харків (2010-2023 рр.)

За графіками, наданими вище, (рис. 2.8 – 2.9) можна відмітити, що графіки середньодобової температури ґрунту що за проміжок часу 2010-2021 рр., що за 2010-2023 рр. візуально повторюють зміни у середньодобовій температурі повітря.

Також можна відмітити загальну відсутність значних змін у загальному тренді середньої температури, які відображають поступове зменшення температури ґрунту (відображається відсутністю змін у графіку трендів температури).

Загалом візуалізація декількох років температурного режиму поверхні ґрунту (рис. 2.9) показує різку відмінність режиму 2023 року від минулих років, щодо яких наявні дані. Головною відмінністю, що можна відмітити, є набагато нижчий піковий рівень температур влітку та вищий взимку, а також менша дисперсія температур протягом місяця у порівнянні з періодом 2010-2021 рр., що є абсолютним повтором змін, що були виявлені під час дослідження змін температурного режиму повітря на території міста Харків.

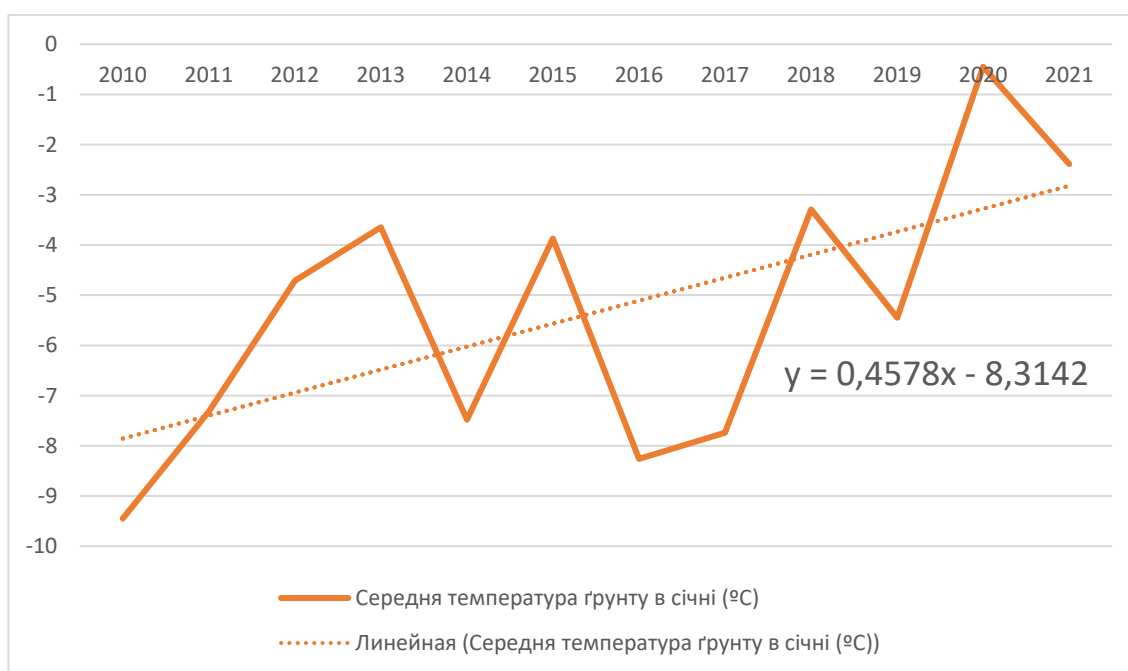


Рис 2.10. Середня температура ґрунту у січні на території міста Харків (2010-2021 рр.)

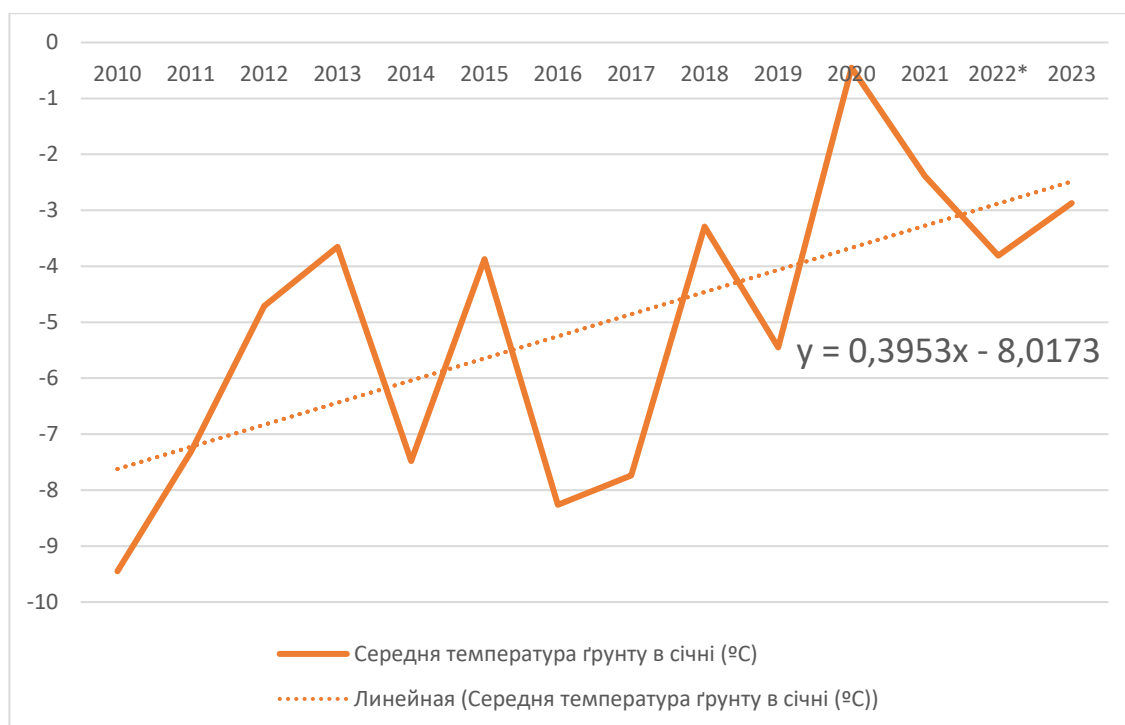


Рис 2.11. Середня температура ґрунту у січні на території міста Харків (2010-2023 рр.)

На рисунках (рис. 2.10, 2.11) можна побачити, що зміни у середній температурі січня є стабільними у порівнянні періодів 2010-2021 рр. та 2010-2023 рр. та загалом не мають між собою статистично значимих відмінностей, а також не мають ознак змін у трендах зміни температури.

На візуалізації середньої температури поверхні ґрунту у липні також можна побачити відсутність різких змін у трендах температури, що повторює результати порівняння графіків за січень та показує відсутність вагомих впливів військових дій на температуру поверхні ґрунту.

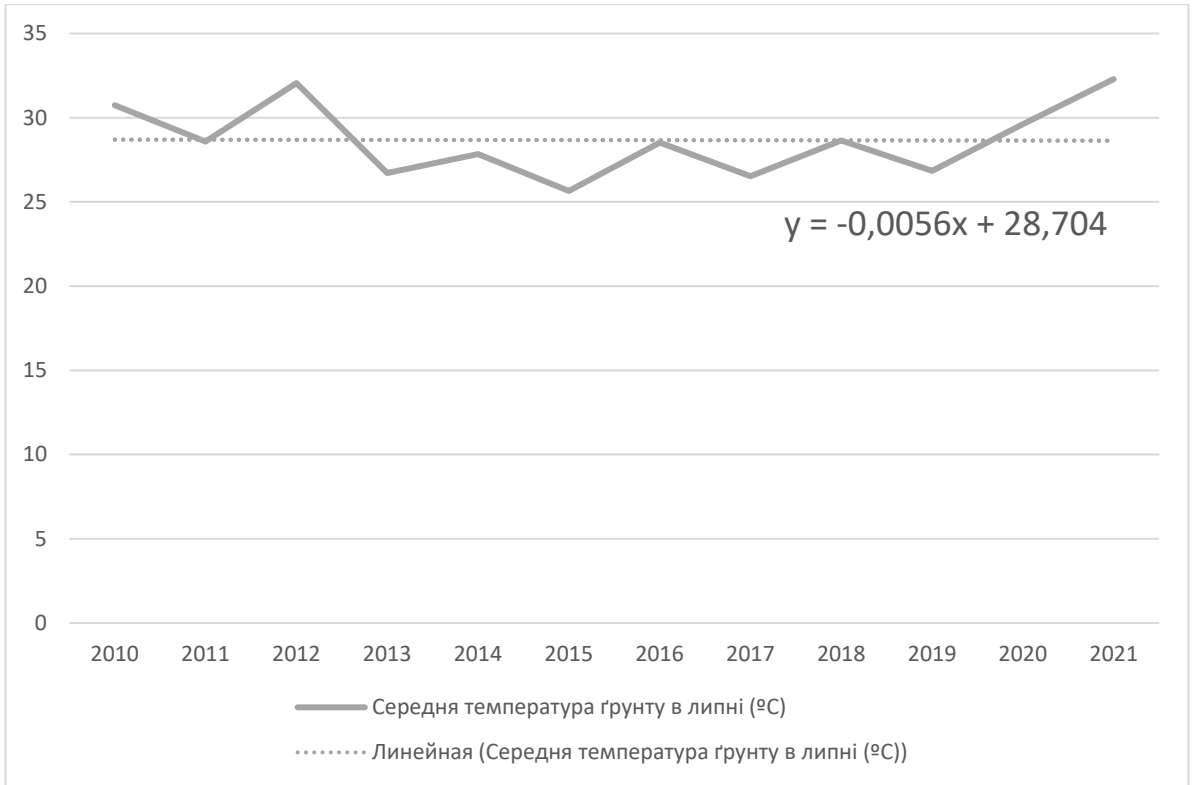


Рис 2.12. Середня температура ґрунту у липні на території міста Харків (2010-2021 рр.)

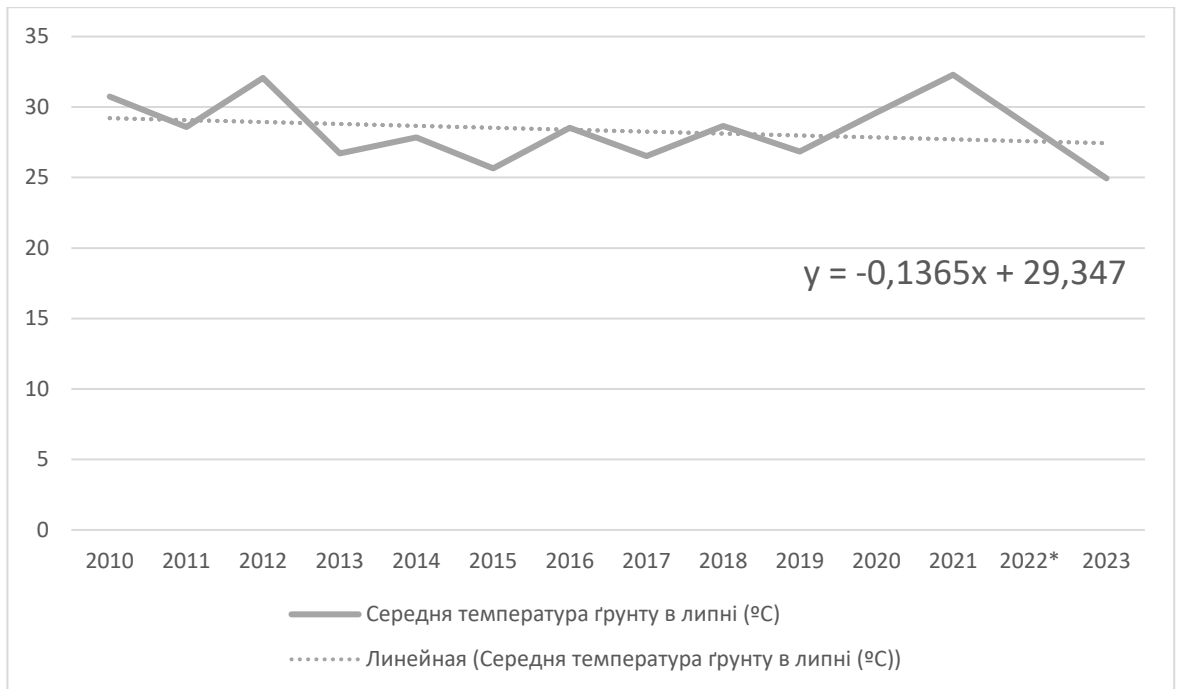


Рис 2.13. Середня температура ґрунту у липні на території міста Харків (2010-2023 рр.)

Як наслідок можна відзначити, що прямого впливу на температурний режим поверхні ґрунтового покриву бойові дії не мають, і відображують лише суміжні зміни з температурним режимом повітря, так як на жодному з графіків неможна прослідкувати появу чи втрату існуючих змін у температурі поверхні ґрунту.

Через подібні проміжні результати у подальшому значення температури поверхні ґрунту не порівнюватимуться зі значеннями на території інших населених пунктів області.

Аналіз показників вологості повітря проводився на основі показників відносної вологості повітря, а саме середніх та мінімальних денних значень.

Відносна вологість повітря характеризується двома основними факторами, а саме абсолютною вологістю та температурою повітря що, у свою чергу, означає що відносна вологість повітря має залежність від вітрового режиму, а саме від напрямів вітру.

Зокрема, за даними Національної академії аграрних наук України [62], зміна відносної вологості температури на території України повторює загальні тренди – ознака виражається менш інтенсивно на півночі та сході країни.

Ситуація із періодом, де найбільше проявляється ознака є стабільною протягом часу спостережень та не співпадає з тепловим режимом повітря та ґрунту. Місяцями з найвищим показником відносної вологості повітря є зимові місяці – місяцем з найбільш високим показником відносної вологості повітря є грудень, під час якого середня денна відносна вологість повітря в середньому становить 87,63%, другим за подібною ознакою є січень із середньою денною відотною вологістю повітря у 86,02%. Відносна вологість повітря продовжує падати до серпня, коли вона досягає мінімальної позначки у 55,17%. Загалом спостерігається 3 чіткі періоди відносно місяців – вологий період (листопад-лютий, відносна вологість повітря у районі 80-85%), сухий період (квітень-вересень, відносна вологість повітря складає 55-60%) та перехідні місяці.

Під час літнього сезону прослідковується більша різниця у показниках середньої та мінімальної відносної вологості повітря, ніж у зимовий період та перехідні місяці. (табл. 2.3, 2.4)

Протягом останніх років спостерігається незначна зміна у показниках вологості, а саме зменшення кількості днів у зимовий вологий період, де спостерігається 100% вологість повітря.

Таблиця №2.3

Показники середньої відносної вологості повітря за даними метеостанції
Харків-АСМГ (2010-2023 рр.)

Рік	Середня відносна вологість повітря в січні (%)	Середня відносна вологість повітря в липні (%)	Середня відносна вологість повітря за рік (%)
2010	81,35	55,42	69,3
2011	86,58	63,32	69,7
2012	87,06	50	70,5
2013	92,26	63,29	73,52
2014	83,42	56,81	67,85
2015	86,45	63,07	67,07
2016	84,94	61,74	74,06
2017	88,65	59,48	70,38
2018	87,68	65,77	68,76
2019	86,61	60,61	69,48
2020	86,35	55,84	66,1
2021	88,29	55,87	70,66
2022*	85,03	-	-
2023	79,68	64,97	70,8

* - щодо 2022 року має місце недоступність даних за певний час.

Таблиця №2.4.

Показники усередненої мінімальної відносної вологості повітря за даними метеостанції Харків-АСМГ (2010-2023 рр.)

Рік	Мінімальна відносна вологість повітря в січні (%)	Мінімальна відносна вологість повітря в липні (%)	Мінімальна відносна вологість повітря за рік (%)
2010	74,77	34,23	53,37
2011	78,9	44,55	54,39
2012	79,87	32,35	55,2
2013	86,68	44,68	58,55
2014	75,45	38,42	51,39
2015	79,52	42,23	51,11
2016	78,77	40,81	58,67
2017	81,65	39,29	55,08
2018	78,48	46,61	53,57
2019	80,03	39,48	53,53
2020	77,55	35,87	50,01
2021	80,06	36,48	53,88
2022*	74,81	-	-
2023	69,23	44,29	54,8

* - щодо 2022 року має місце недоступність даних за певний час.

Для аналізу будуть представлені річні значення, а також значення січня та липня для пошуку змін в окремих періодах.

Як можна побачити на графіках (рис. 2.14-2.17), показники вологості на території Харкова є стабільними, зі слабкою тенденцією до зниження протягом часу. Різниця між середньою та усередненою мінімальною вологістю кожного року є відносно стабільною та становить 15-18%.

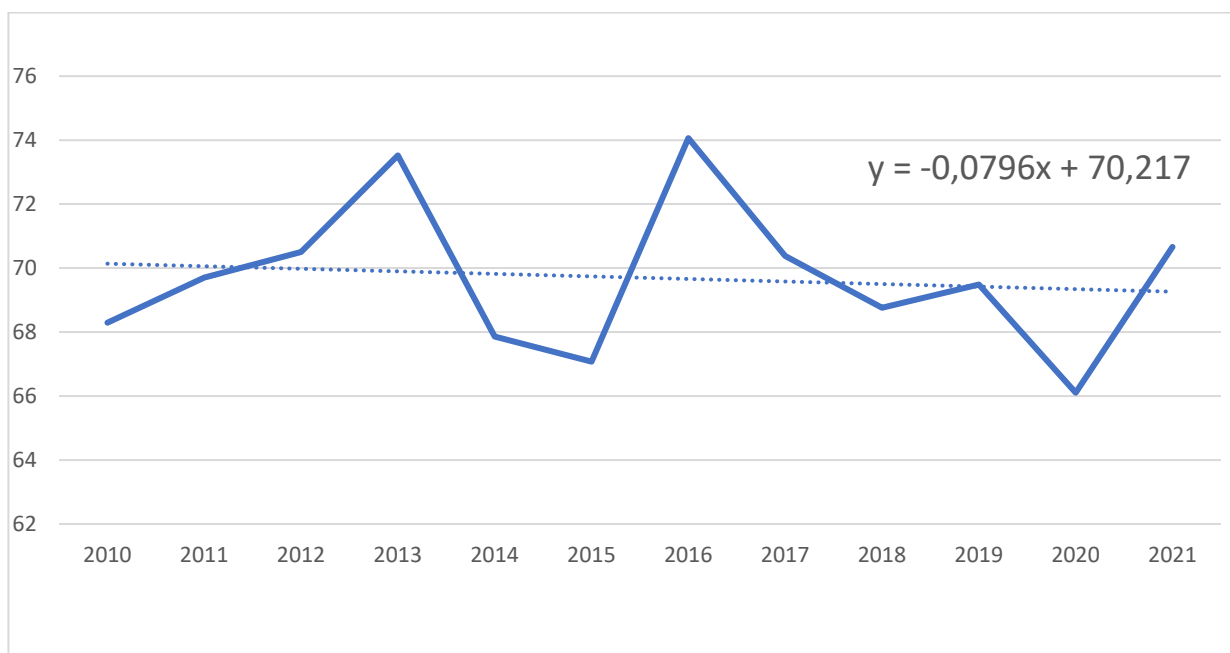


Рис 2.14. Середні річні показники середньої вологості повітря (у відсотках) на території м. Харкова (2010-2021 рр.)

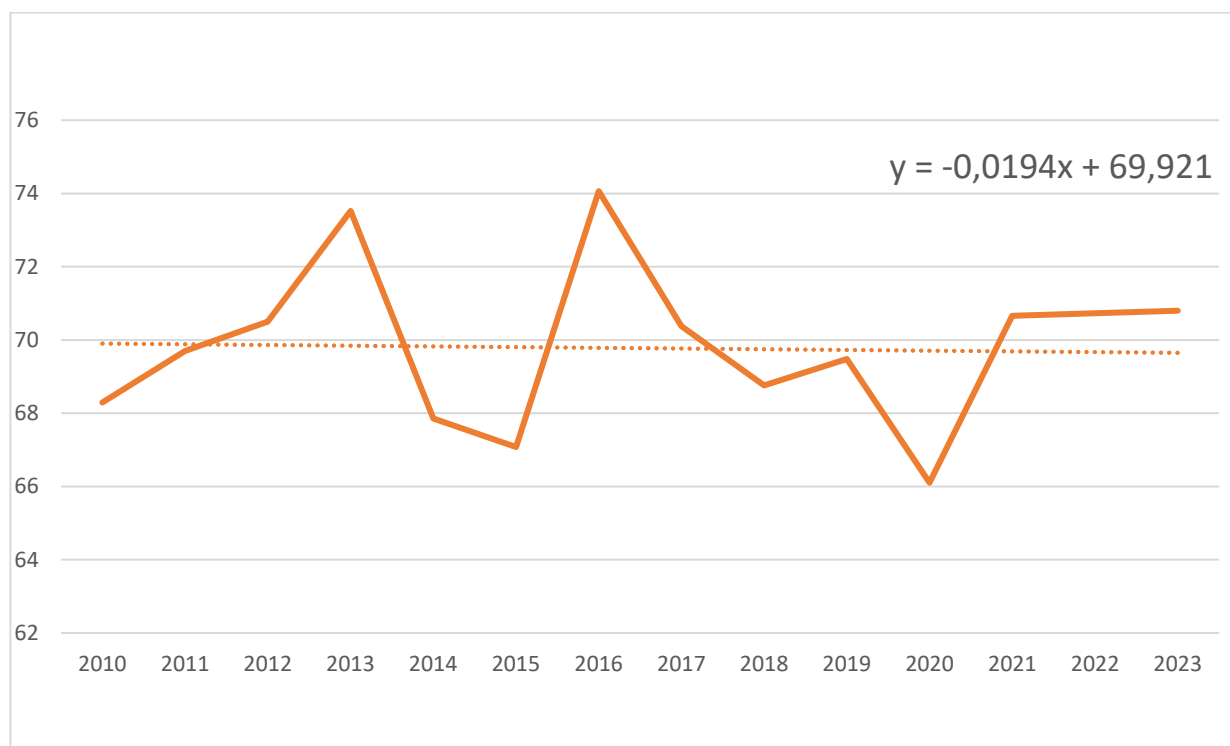


Рис 2.15. Середні річні показники середньої вологості повітря (у відсотках) на території м. Харкова (2010-2023 рр.)

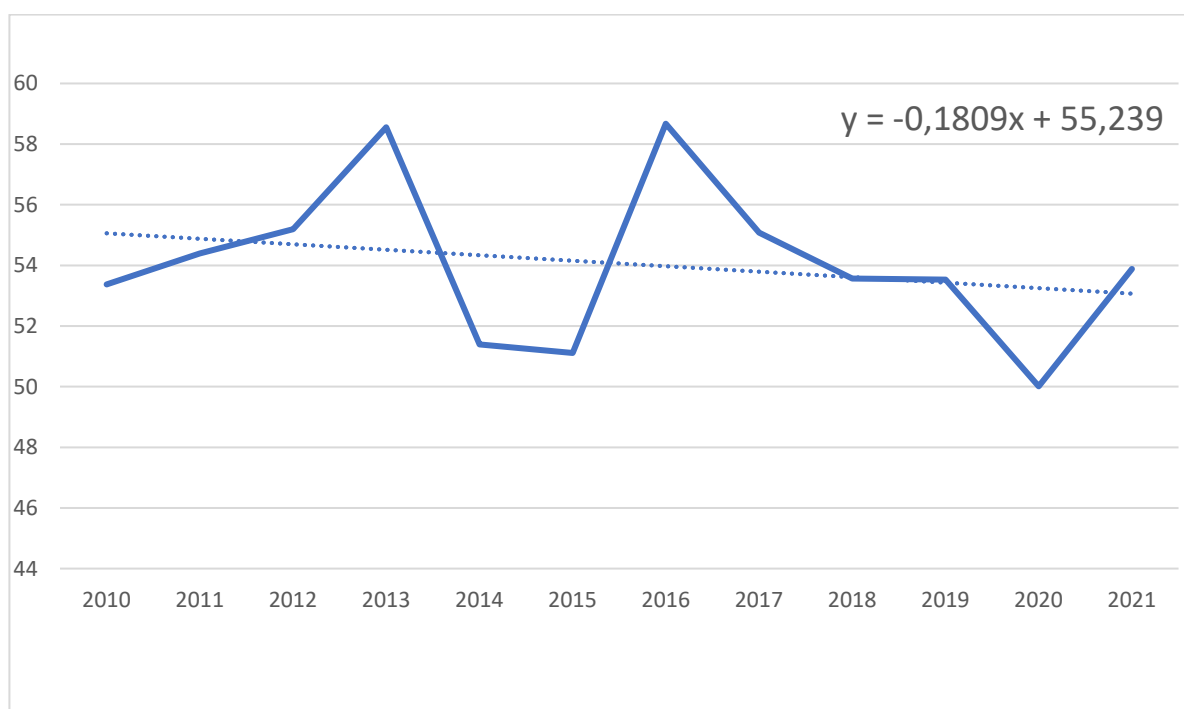


Рис 2.16. Середні річні показники середньої вологості повітря (у відсотках) на території м. Харкова (2010-2021 рр.)

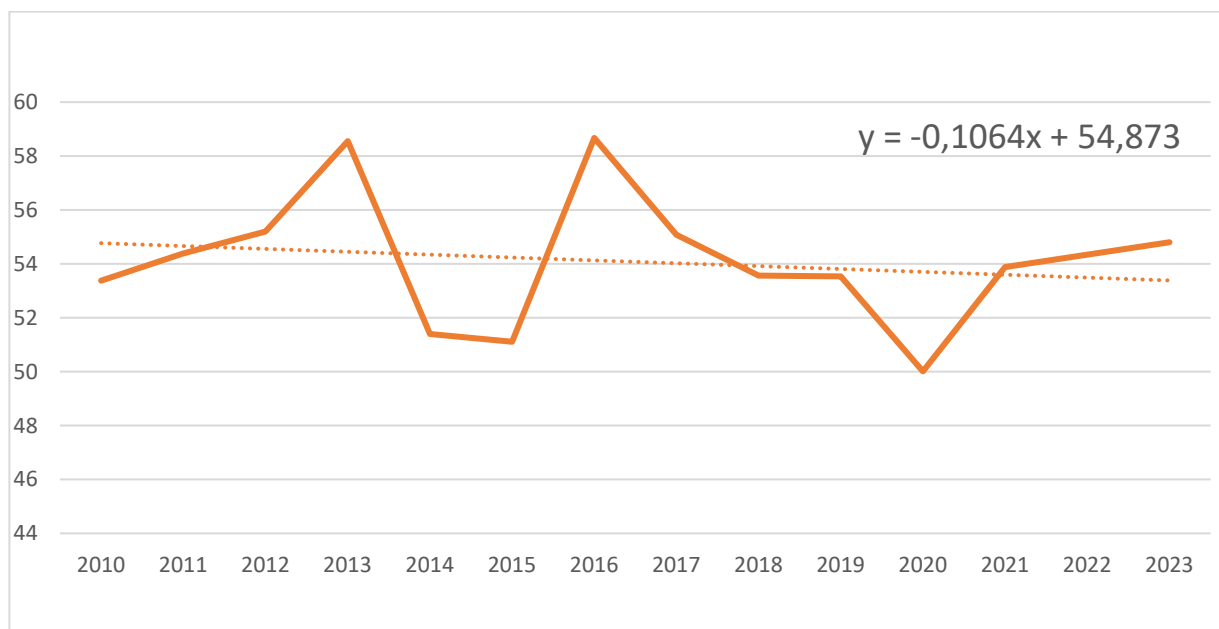


Рис 2.17. Середні річні показники мінімальної вологості повітря (у відсотках) на території м. Харкова (2010-2023 рр.)

За аналізом графіків на рисунках (рис. 2.3.19-2.3.22) можна побачити, що у випадку вологості повітря у Харкові не спостерігаються будь-які значні зміни у трендах. Також є відсутньою будь-яка залежність у середній та мінімальній вологості повітря та часом. Січень 2023 року є більш сухим, ніж попередні роки, але недостатньо сухим, щоб мати вплив на існуючі тенденції.

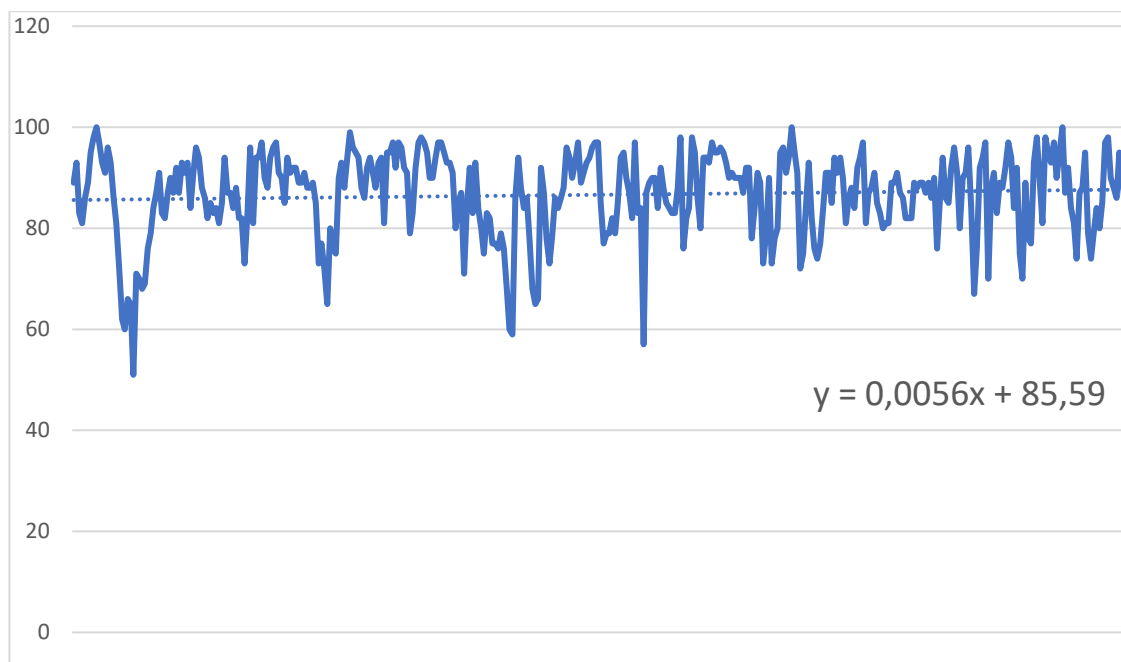


Рис 2.18. Середня відносна вологість повітря у січні на території м.Харкова (2010-2021 рр.)

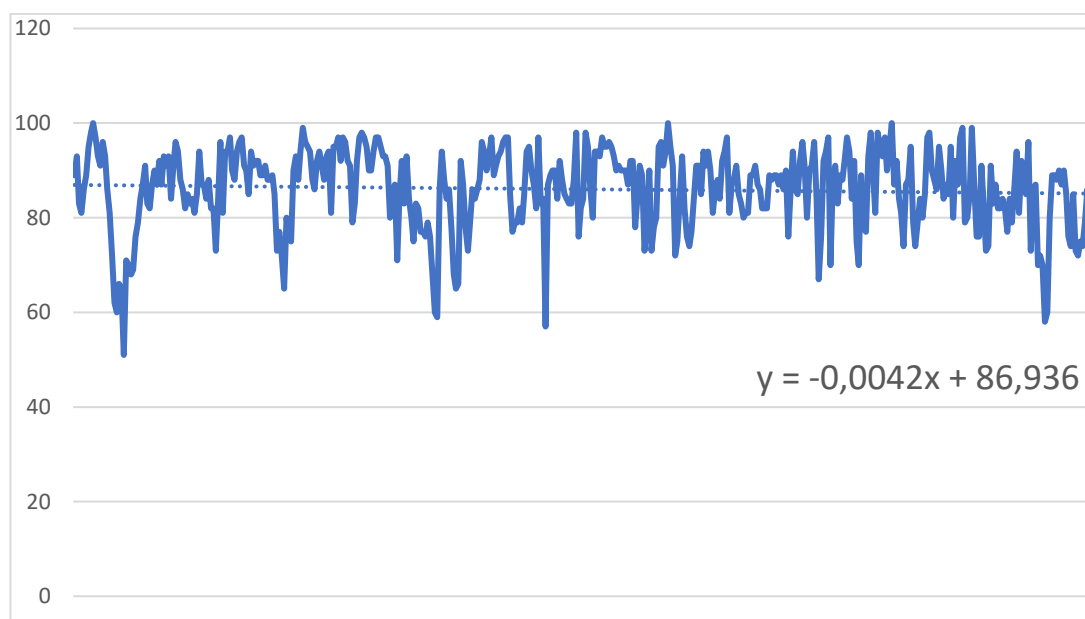


Рис 2.19. Середня відносна вологість повітря у січні на території Харкова (2010-2023 рр.)

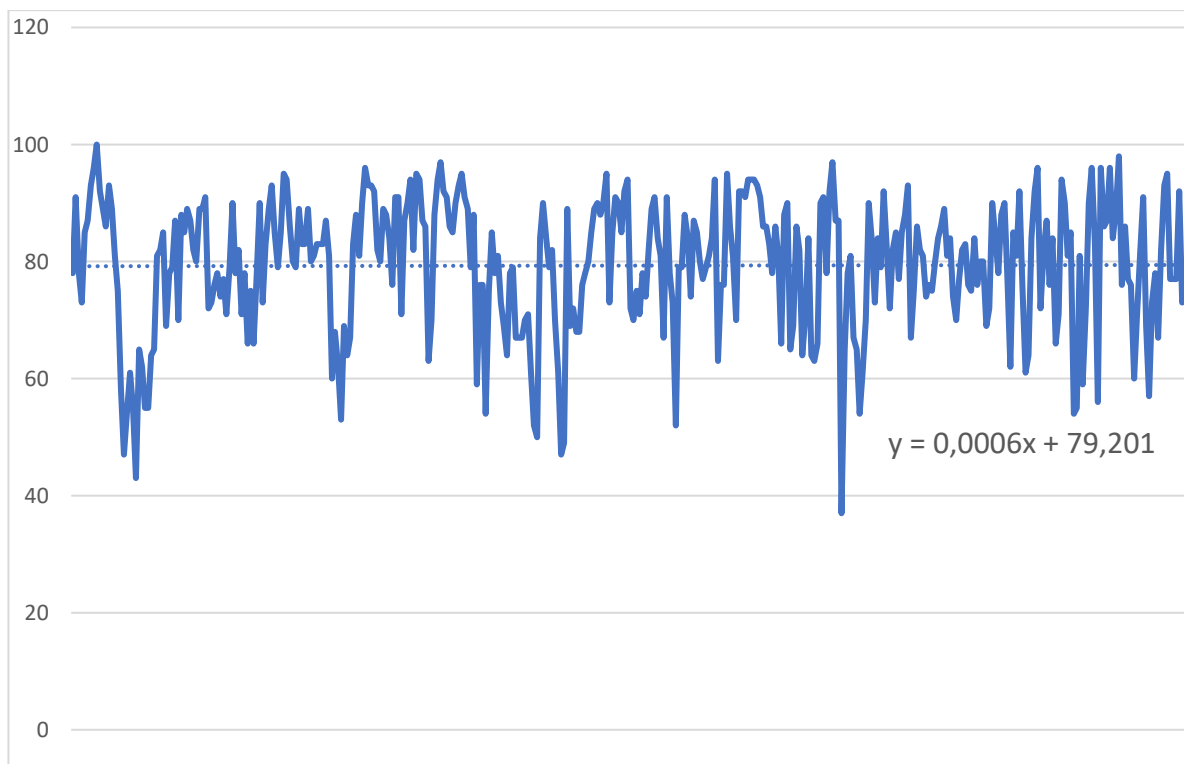


Рис 2.20. Усереднена мінімальна відносна вологість повітря у січні на території м. Харкова (2010-2021 рр.)

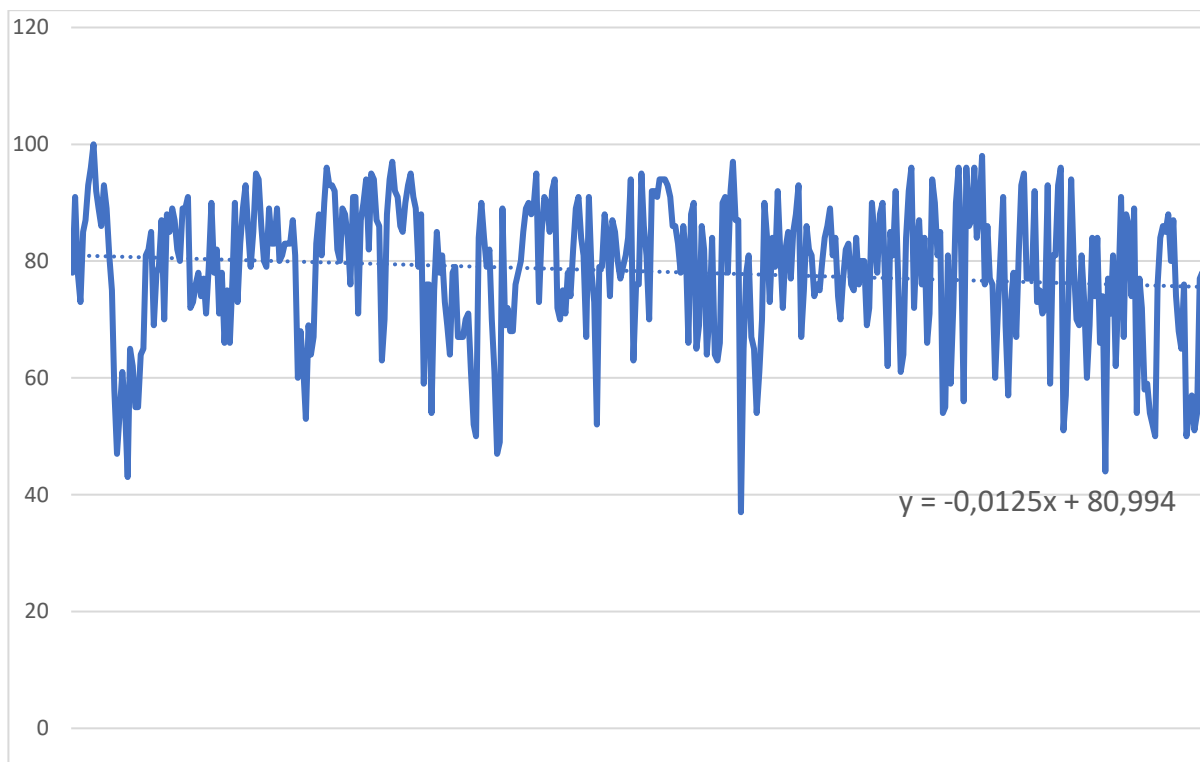


Рис 2.21. Усереднена мінімальна відносна вологість повітря у січні на території м. Харкова (2010-2023 рр.)

Середня відносна вологість повітря липня не зазнала якихось видимих змін у порівнянні з періодом 2010-2021 рр. (рис. 2.22 – 2.25)

Усереднена мінімальна вологість, у свій час, спостерігається поява малого тренду до підвищення усередненої мінімальної відносної вологості.

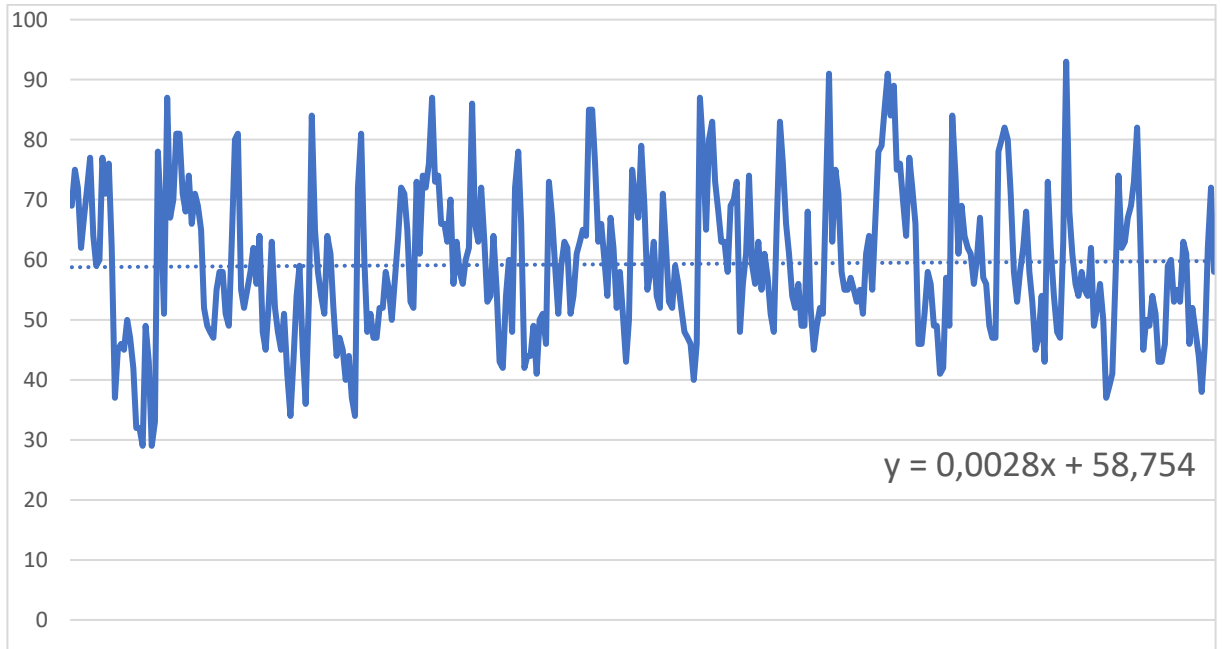


Рис 2.22. Середня відносна вологість повітря у липні на території м. Харкова (2010-2021 рр.)

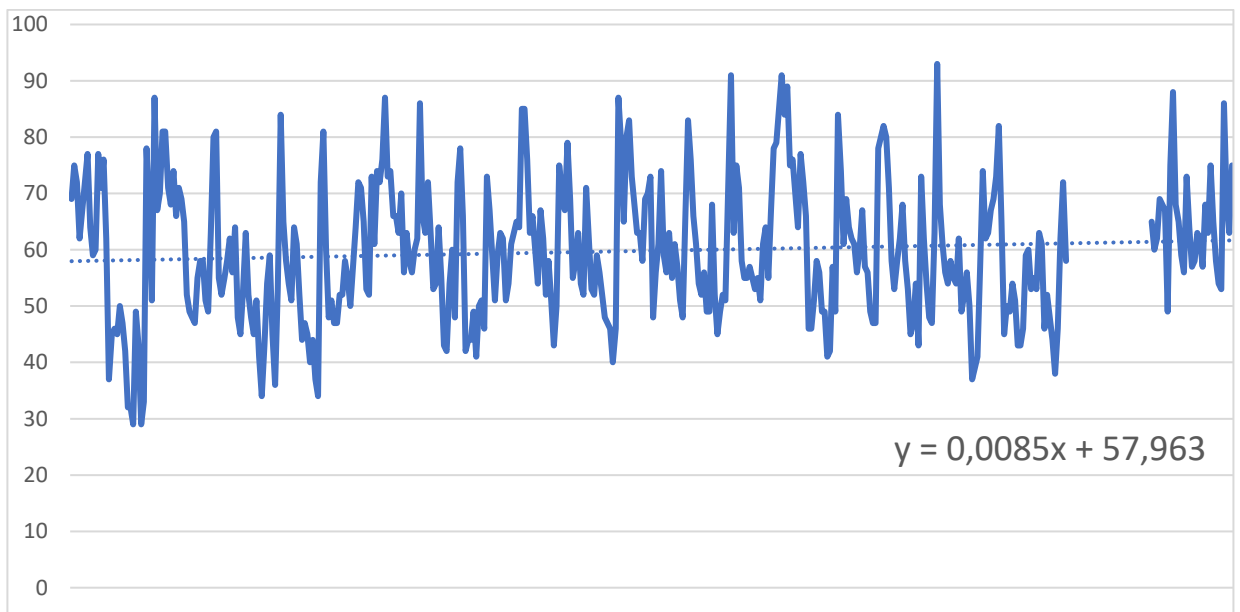


Рис 2.23. Середня відносна вологість повітря у липні на території Харкова (2010-2023 рр.)

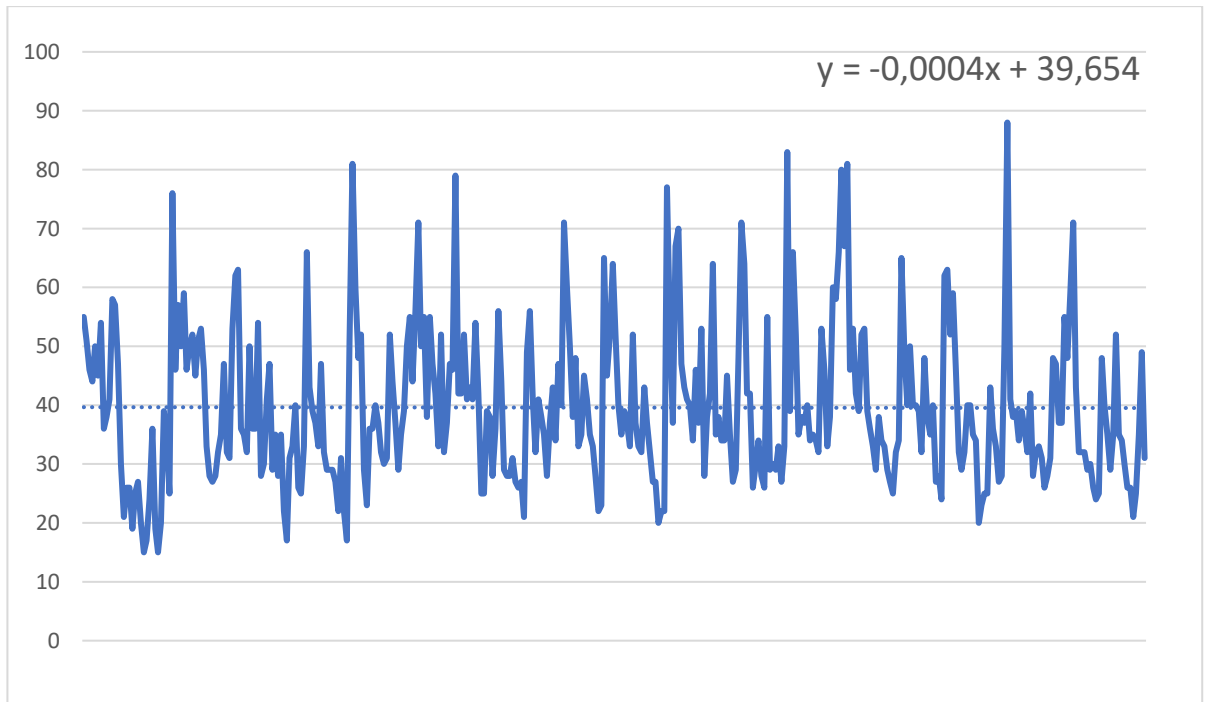


Рис 2.24. Усереднена мінімальна відносна вологість повітря у липні на території м. Харкова (2010-2021 рр.)

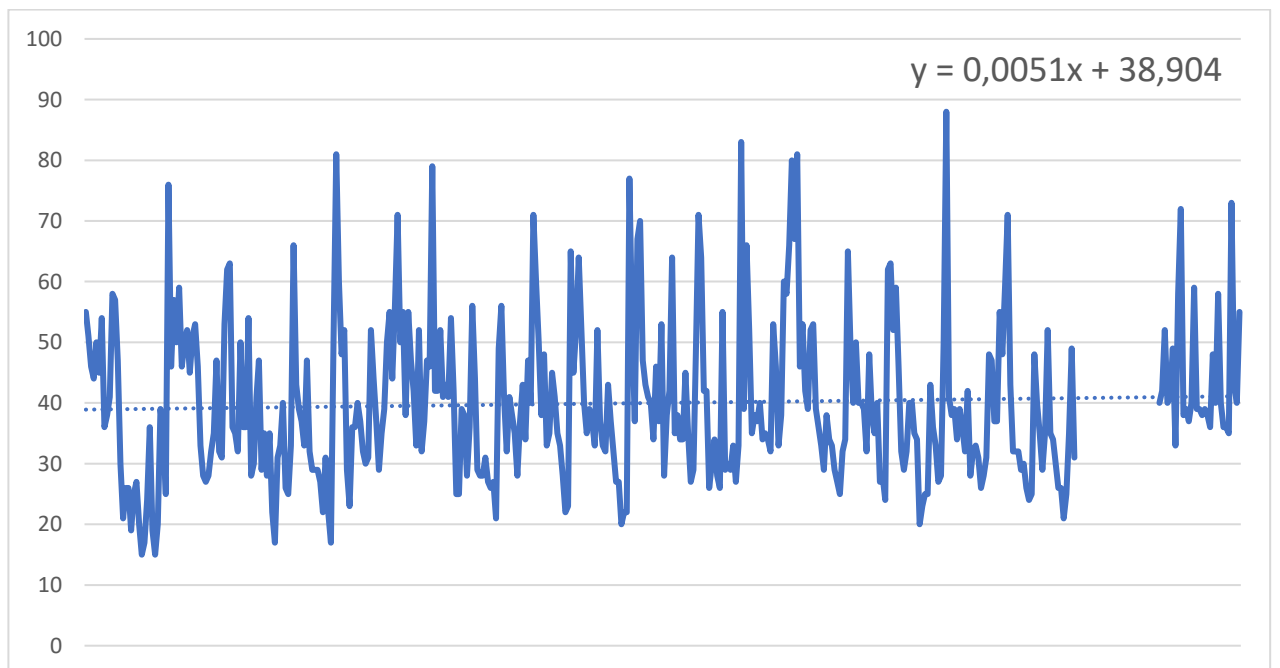


Рис 2.25. Усереднена мінімальна відносна вологість повітря у липні на території м. Харкова (2010-2023 рр.)

Вітровий режим – це кліматична характеристика, яка описує домінуючі напрями та швидкості вітру на певній місцевості.

Домінуюче місце у формуванні вітрового режиму займають декілька речей, а саме характер підстильної поверхні та великомасштабна атмосферна циркуляція повітря. В основному важелями впливу другого фактору є наявність циклонів та антициклонів. Також значний вплив має сонячна радіація.

2.4. Порівняння кліматичних змін на території міста Харкова з іншими населеними пунктами Харківської області.

Аналіз проводився на основі даних за метеорологічною станцією м. Лозова за 2010-2023 роки. За допомогою аналізу температурних рядів на метеорологічній станції встановлено загальні закономірності просторових змін температурного режиму повітря.

За кліматичну норму, з якою будуть порівнюватися дані, що були отримані та оброблені протягом написання роботи, були взяті дані метеорологічною станцією (м. Лозова) за період 1961-1990 рр., надані кліматичним кадастром України. Також для порівняння даних був розглянутий період до початку повномасштабних дій, для відстеження змін, що існували до початку військових дій у досліджуваному регіоні, а саме був взятий період 2010-2021 рр. (табл. 2.5)

Частина даних за 2022 рік не була доступною чи наявною, через що існує часткове спотворення результатів.

Таблиця 2.5

Середньорічна температура, °С, за даними метеорологічної
станції м. Лозова

Період	Період 1961- 1990 рр.	Період 2010- 2021 рр.	Період 2022- 2023 рр.
1	-6,5	-4,4	-2,7
2	-5,2	-3,3	-0,6
3	0	2,1	4,9
4	9,1	10,2	9,9
5	15,7	17,1	15,3
6	19,2	21,1	19
7	20,8	22,9	22
8	19,9	22,4	22,9
9	14,6	16,1	17,7
10	7,6	8,5	10,6
11	1,7	2,8	3,8
12	-2,9	-1,4	0,3
Рік	7,8	9,6	10,26

Для аналізу температурних рядів були взяті значення середніх температур. За аналізу змін клімату пропонується використовувати значення середніх температур за увесь рік протягом останніх 14 років (2010-2023 рр.). Також окремо розглядатимуться найбільш теплий та найбільш холодний місяці, а саме січень та липень.

За дослідженням, що було проведено у 2024 році було виявлено, що у обласному центрі досліджуваного регіону – м. Харків – до початку повномасштабних дій спостерігався тренд на підвищення температуру. На території міста Лозова спостерігається аналогічний тренд із підвищенням температури. Але, на відміну від раніше досліджуваного об'єкта, за даними

метеорологічної станції м. Лозова не спостерігається зміна найтеплішого або найхолоднішого місяця протягом досліджуваних періодів, як було помічено за даними станції Харків АМСГ. У випадку якщо подібна тенденція в обох містах буде спостерігатися протягом довшого періоду, то можна буде робити висновки про більший вплив мікрокліматичних особливостей на територію м. Харків.

Рисунки 2.26. – 2.29. ілюструють зміну графіків середньої денної температури на території міста Лозова за інтервалами 2010-2021 рр., 2010-1 пол. 2022 рр. та 2010-2023 рр.

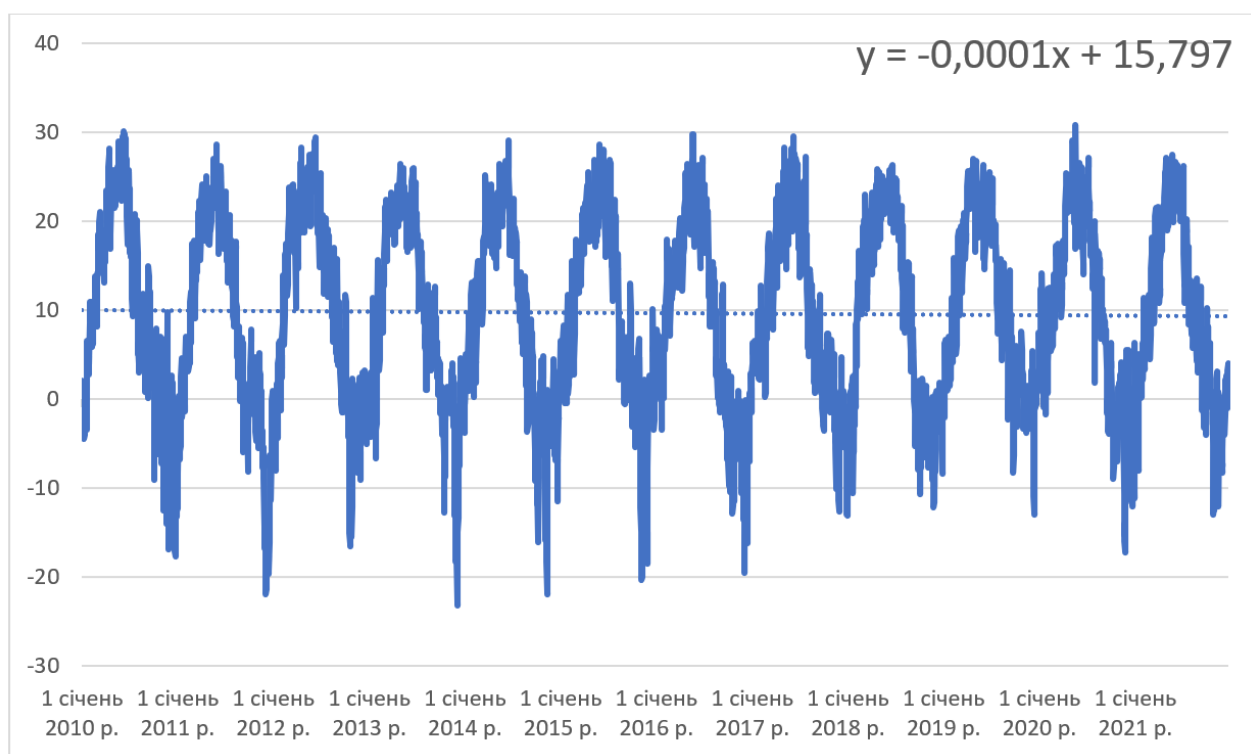


Рис 2.26. Графік зміни середньої температури повітря протягом року на території м. Лозова (2010-січень 2022 рр.)

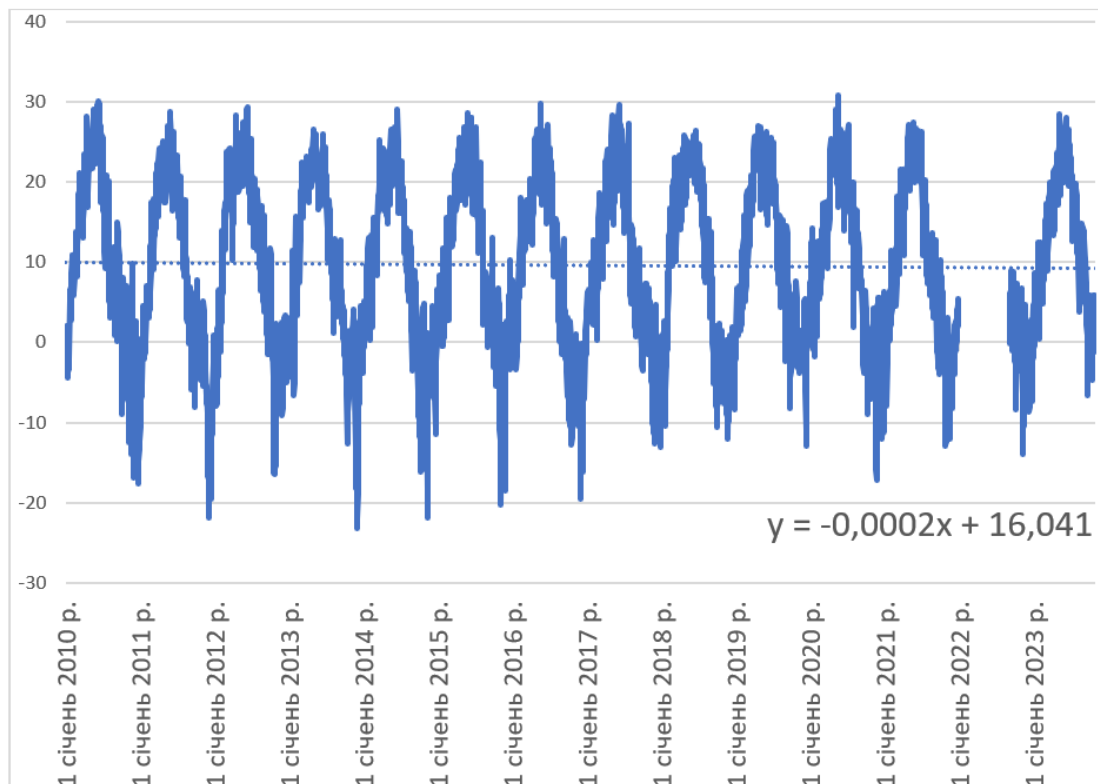


Рис 2.27. Графік зміни середньої температури повітря протягом року на території м. Лозова (2010-2023 рр.)

За даними, що зображені вище (рис. 2.26., 2.27), можна зробити декілька висновків. По-перше, зміна між трендами зміни температури між періодами 2010-січень 2022 рр. та 2010-2023 рр. є несуттєвою. По-друге можна відмітити, що тренд зміни температур за цей період також не має значних візуальних змін у порівнянні зі змінами, що прослідковувались між періодами 1961-1990 рр. та 2010-січень 2022 рр.

Можна відмітити те, що показники середньої літньої температури не мають такого розриву між роками 2010-2021 рр. та 2023 р., що може свідчити про наявність певної залежності між веденням активних військових дій та середньою температурою літа. Також відсутнє різке підвищення середньої зимової температури, що спостерігалось на території метеостанції АМСГ Харків.

Подібні результати не співпадають із результатами даних, що були оброблені за метеостанцією Харків АМСГ.

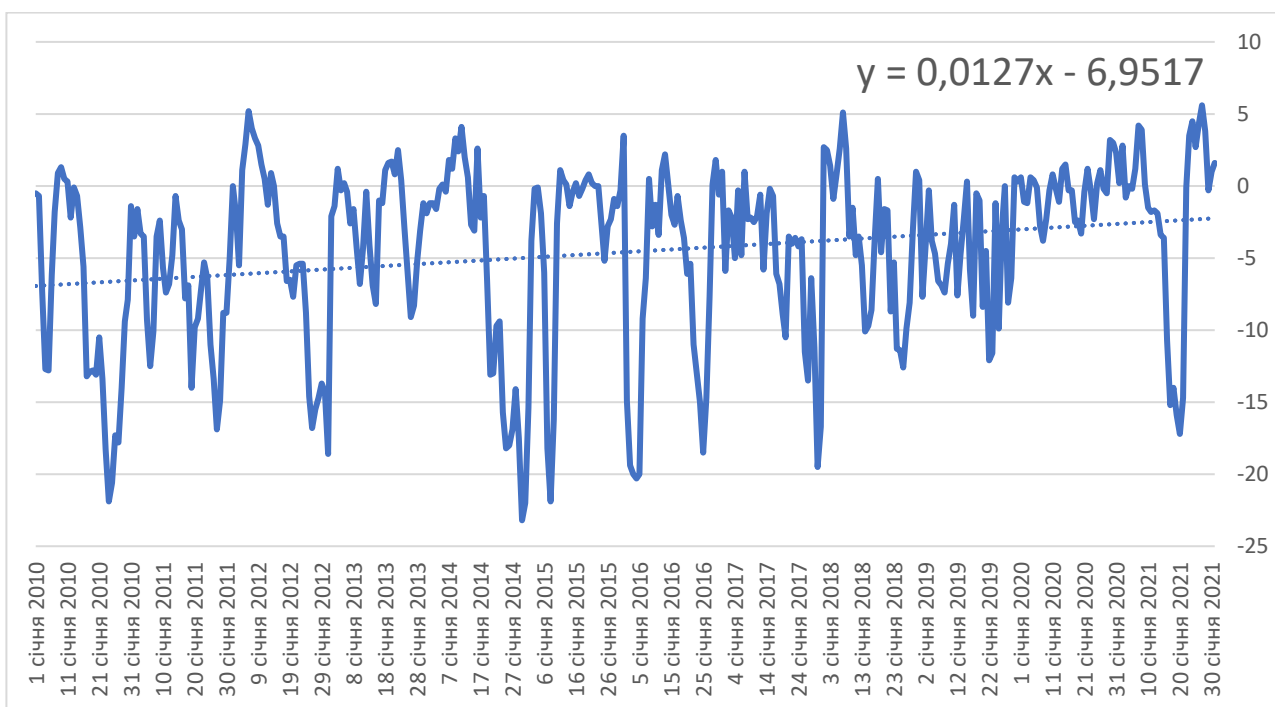


Рис 2.28. Графік зміни середньої температури повітря у січні на території м. Лозова (2010-2021 рр.)

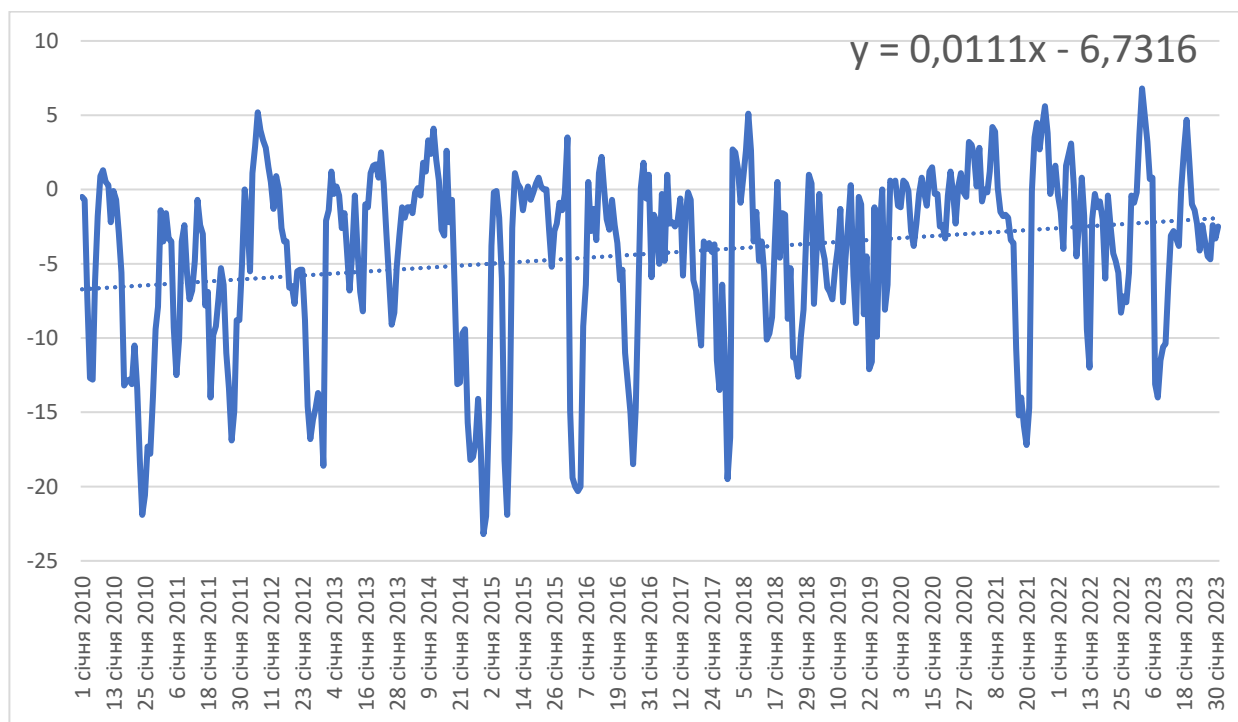


Рис 2.29. Графік зміни середньої температури повітря у січні на території м. Лозова (2010-2023 рр.)

На графіках зображені значення температури повітря в місті Лозова за періоди 2010–2021 та 2010–2023 років (рис. 2.30-2.31). З аналізу візуалізації видно, що в зимовий період 2023 року спостерігалися такі ж існуючі тренди зміни температури, як і у періоді 2010-2021 рр.

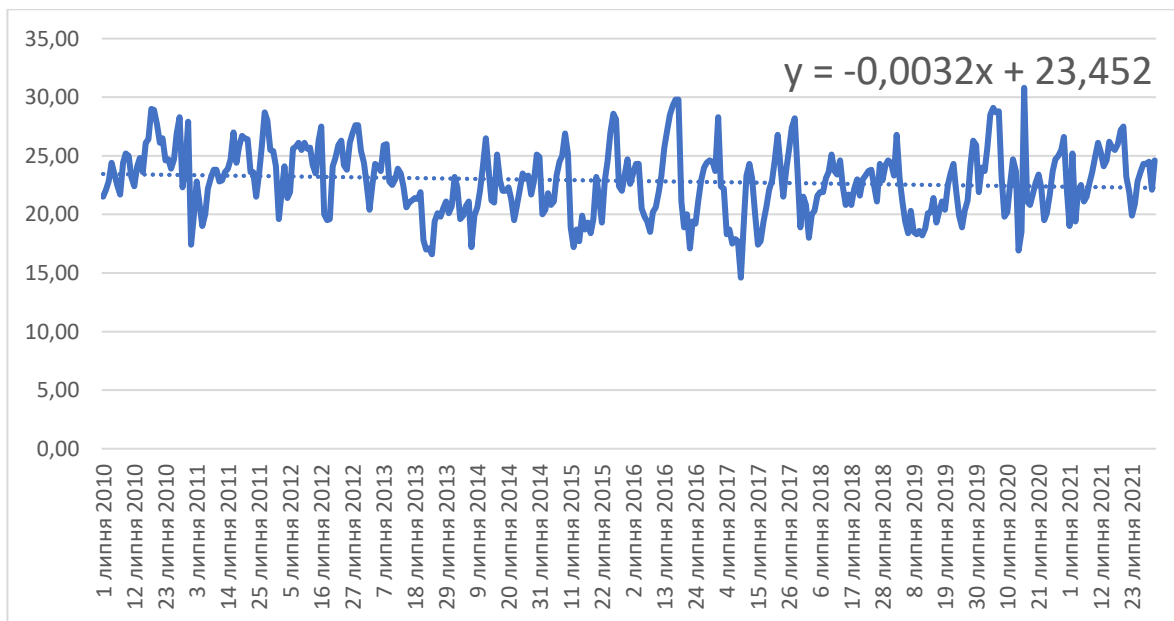


Рис. 2.30. Графік змін середньої денної температури липня на території м. Лозова (2010-2021 рр.)

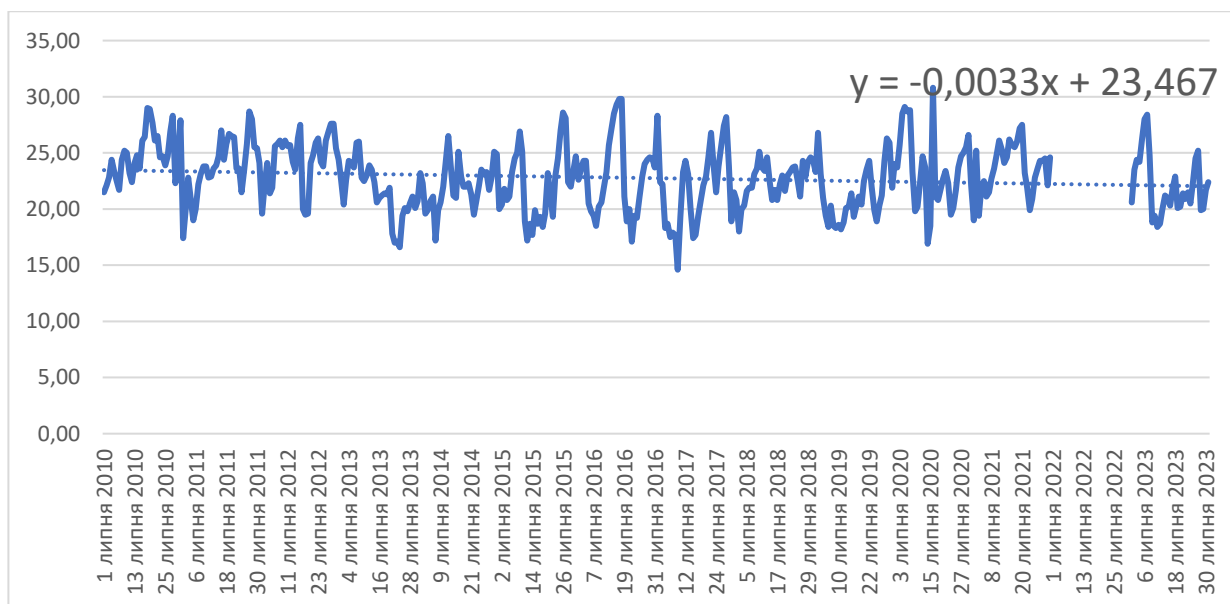


Рис. 2.31. Графік змін середньої денної температури липня на території м. Лозова (2010-2023 рр.)

Результат не є подібним до існуючих результатів обробки даних за метеостанцією Харків АМСГ, де відмічалася зміна у трендах добової температури повітря.

На графіках, що були зображені вище, можна побачити повторення відсутності змін середньої денної температури.

Загалом можна зробити висновок, що по місту Лозова не спостерігаються зміни у температурному режимі повітря.

Також, було виконано аналіз на основі даних за метеорологічною станцією Богодухів за 2010-2023 роки (табл. 2.6). За допомогою аналізу температурних рядів за інформацією з метеорологічної станції встановлено загальні закономірності змін температурного режиму повітря на території міста.

За кліматичну норму, з якою будуть порівнюватися дані, що були отримані та оброблені протягом написання роботи, були взяті дані за метеорологічною станцією Богодухів за період 1961-1990 рр., надані кліматичним кадастром України. Також для порівняння даних був розглянутий період до початку повномасштабних дій, для відслідковування змін, що існували до початку військових дій у досліджуваному регіоні, а саме був взятий період 2010-2021 рр.

Для аналізу температурних рядів були взяті значення середніх температур за аналізу змін клімату пропонується використовувати значення середніх температур за увесь рік протягом останніх 14 років (2010-2023 рр.). Також окремо розглядатимуться найбільш теплий та найбільш холодний місяці, а саме січень та липень.

У місті Богодухів спостерігається характерна для усієї області тенденція на підвищення середньої річної температури.

Таблиця 2.6

Середньорічна температура, °С, за даними метеорологічної
станції м. Богодухів

Період	Період 1961- 1990 рр.	Період 2010- 2021 рр.	Період 2022- 2023 рр.
1	-7,5	-5,1	-2,9
2	-6,3	-3,7	-0,6
3	-1	1,6	4,9
4	8,1	9,8	9,9
5	14,9	16,8	15,3
6	18,1	20,4	19
7	19,5	22	22,1
8	18,7	21,8	22,3
9	13,5	15,6	17,6
10	6,8	8,1	9,6
11	0,7	2,8	3,3
12	-4	-1,7	-0,3
Рік	6,8	9,1	10

Рисунки нижче (рис. 2.32., 2.33.) ілюструють зміну графіків середньої денної температури на території міста Богодухів за інтервалами 2010-2021 рр. та 2010-2023 рр.

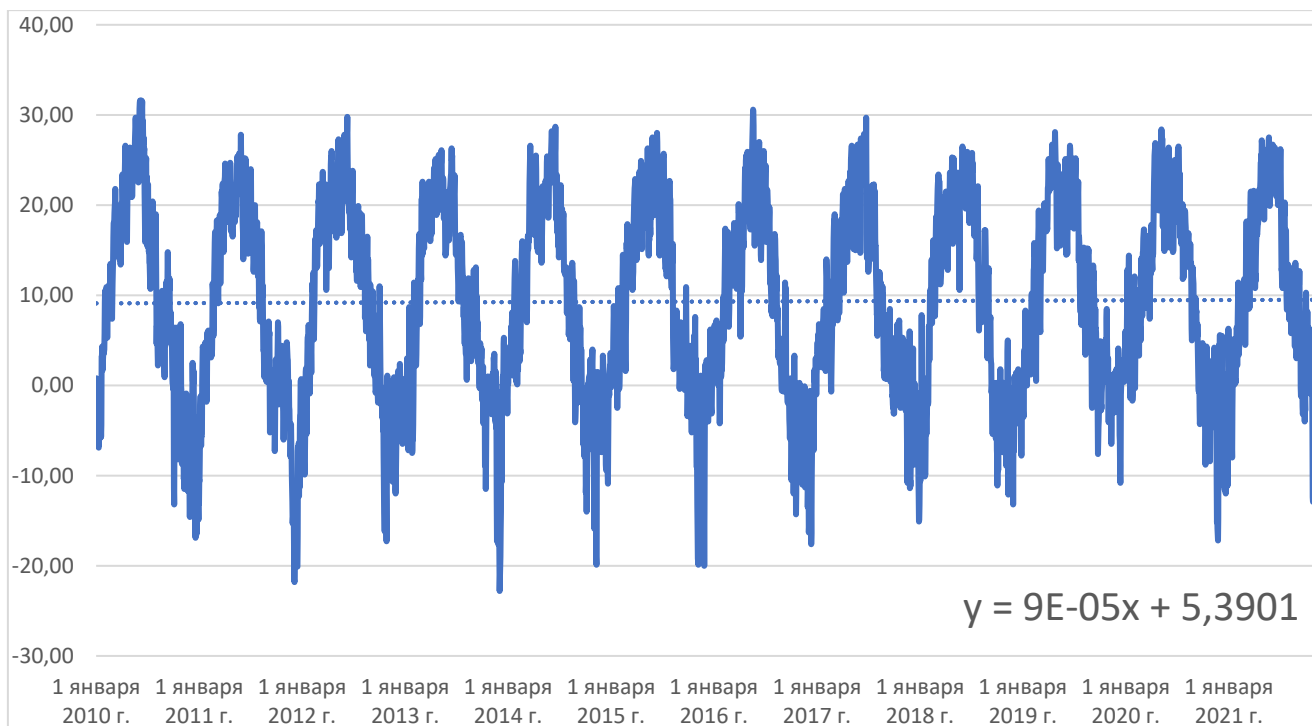


Рис 2.32. Графік змін середньої денної річної температури на території м. Богодухів (2010-2021 рр.)

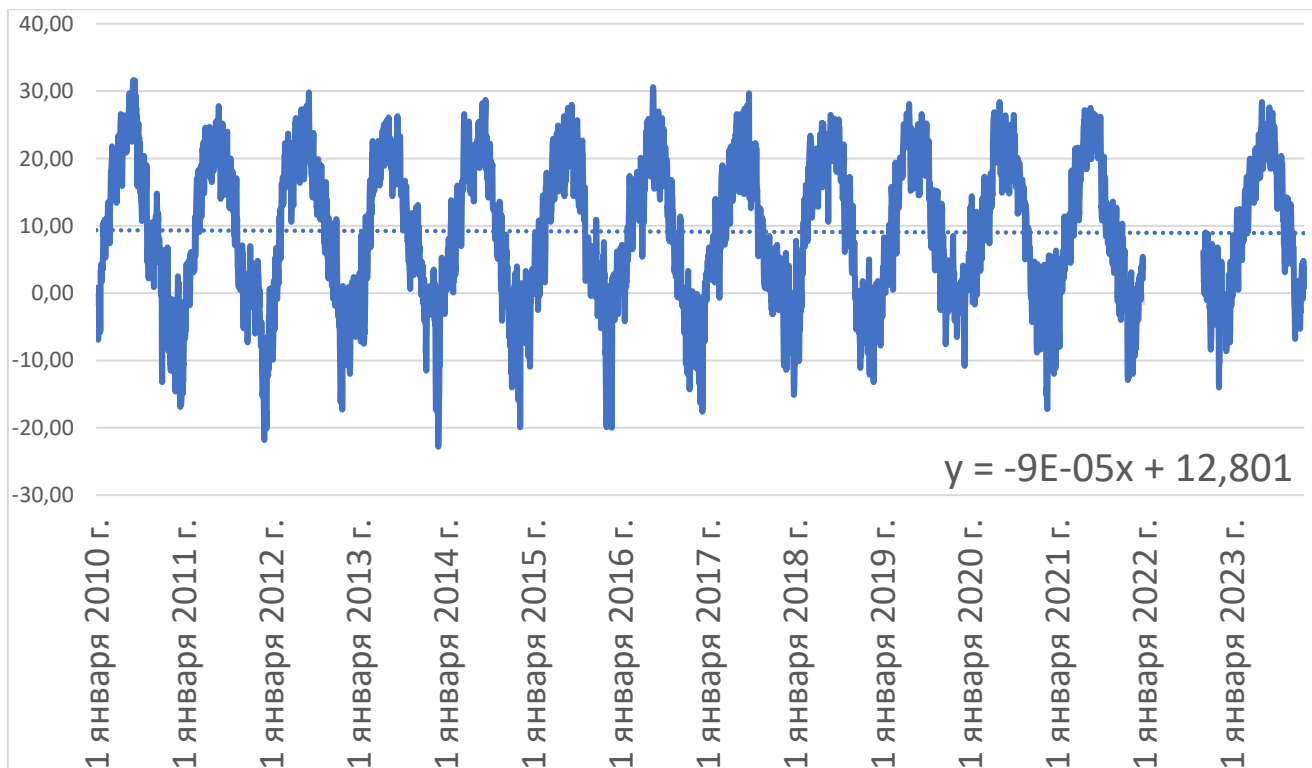


Рис 2.33. Графік змін середньої денної річної температури на території м. Богодухів (2010-2023 рр.)

За даними, що зображені на 3 графіках можна побачити, що графіки та зміна у тенденціях температури (а точніше майже повна відсутність) повторює ситуацію із даними з метеорологічної станції м. Лозова.

Подібні результати не співпадають із результатами даних, що були оброблені за метеостанцією АМСГ Харків.

На графіках (рис. 2.34., 2.35) можна побачити, що значні зміни у зміні температури січня відсутні, в обох випадках прослідковується підвищення середньої місячної температури з однаковою швидкістю.

Результат є подібним до ситуації, що спостерігається на метеорологічній станції м. Лозова.

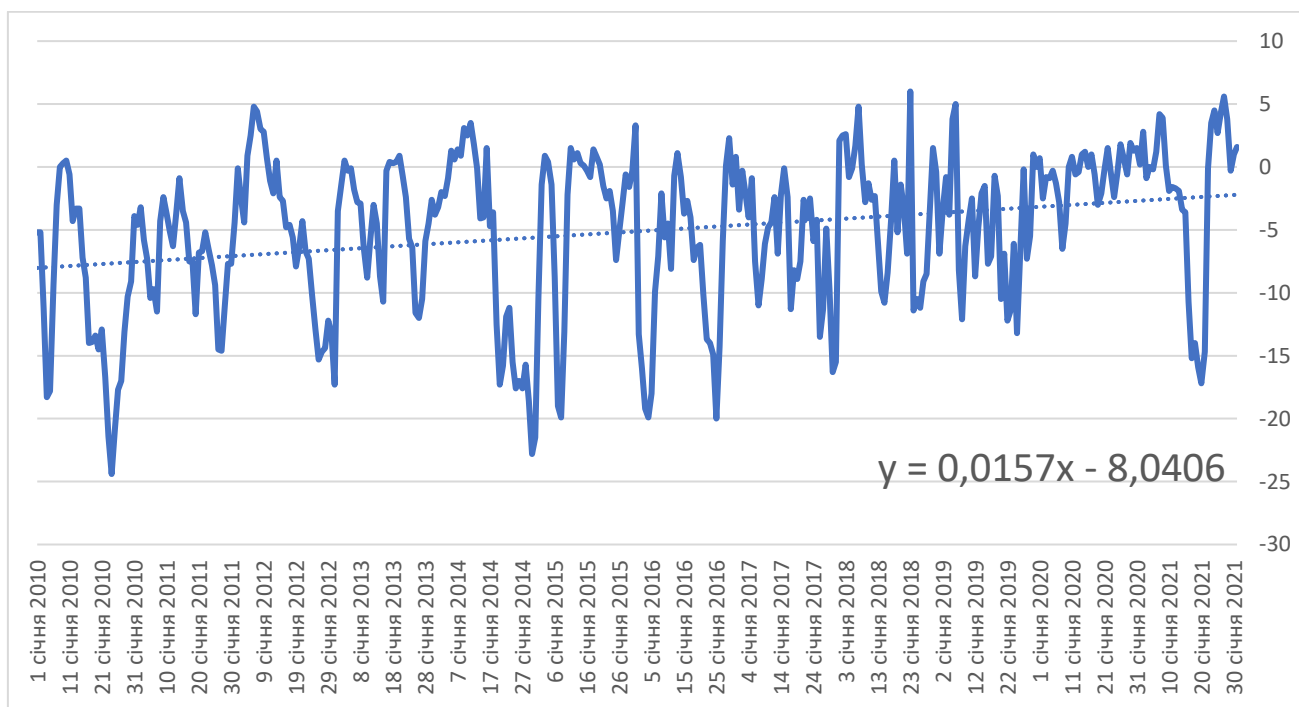


Рис 2.34. Графік змін середньої денної температури січня на території м. Богодухів (2010-2021 рр.)

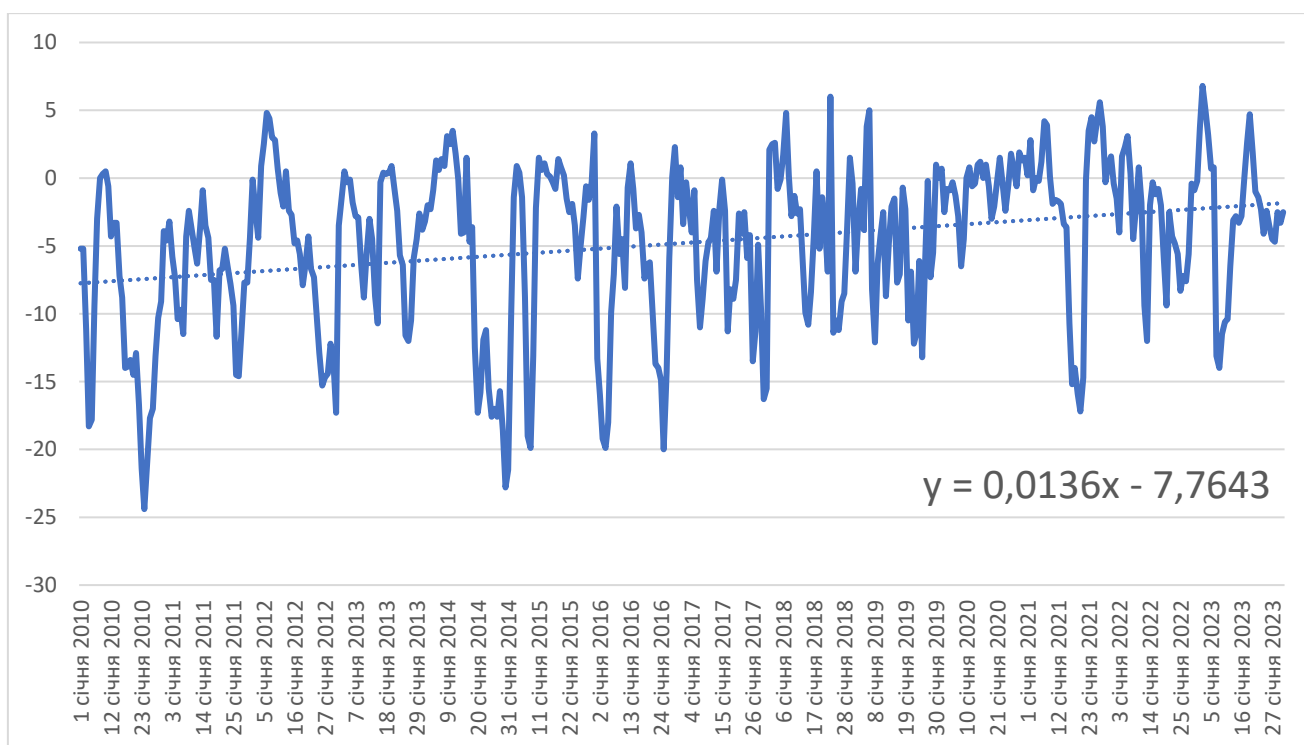


Рис 2.35. Графік змін середньої денної температури січня на території м. Богодухів (2010-2023 рр.)

Візуальний аналіз графіків (рис. 2.36., 2.37) зміни середньої денної температури січня та липня разом вказує на певну схожість з багаторічними змінами температур у м. Харків, а саме підняття середньої температури найхолоднішого місяця і пониження середньої температури найбільш теплого місяця, що можна вважати характерною зміною для прифронтових територій.



Рис 2.36. Графік змін середньої денної температури липня
на території м. Богодухів (2010-2023 рр.)

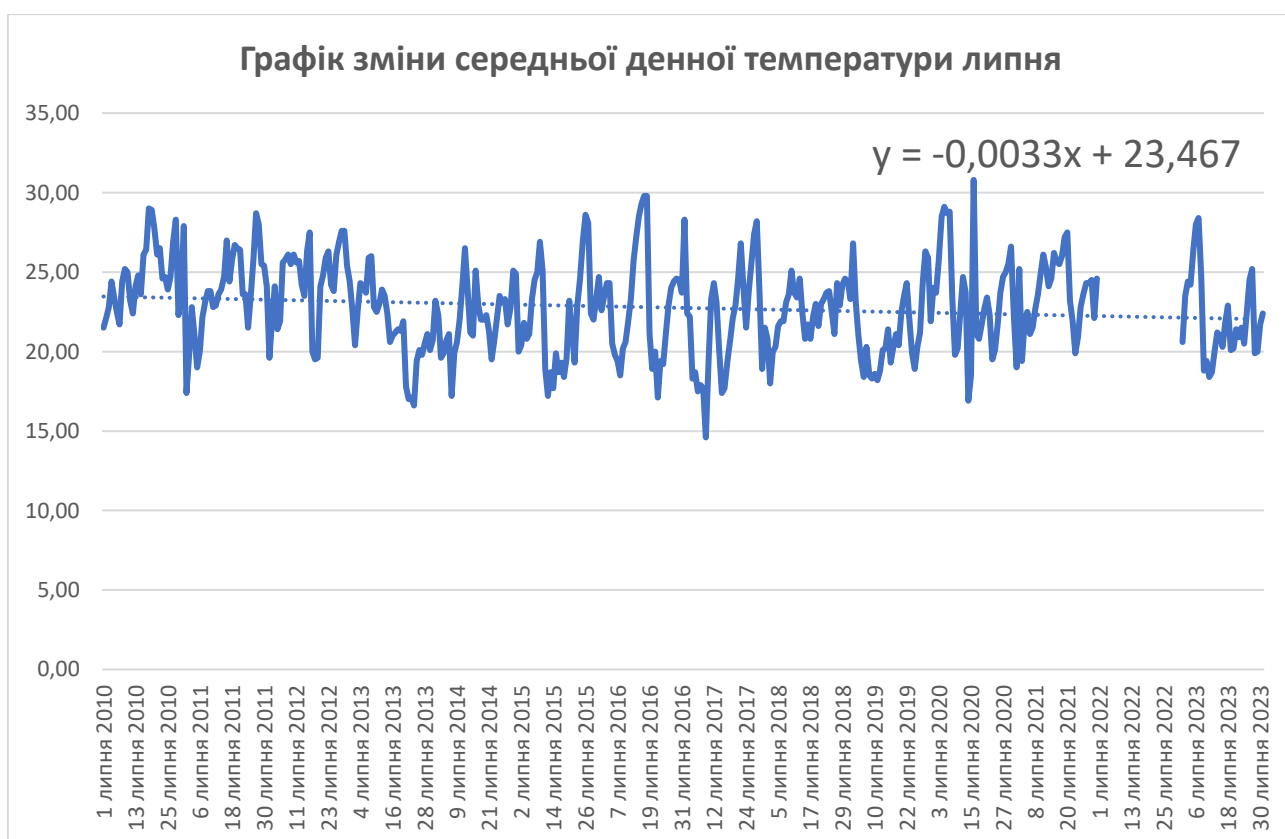


Рис 2.37. Графік змін середньої денної температури липня
на території м. Богодухів (2010-2023 рр.)

РОЗДІЛ 3. НАСЛІДКИ ТА ПРОГНОЗ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

3.1. Створення прогнозу змін клімату

Зміна клімату – це зміни у різноманітних частинах кліматичних систем, що простягаються на роки. Прогноз зміни клімату – це математична модель, яка показує вірогідність певних змін у багаторічних нормах різних частин кліматичних систем.

Актуальність прогнозування зміни клімату полягає у тому, що кліматичні зміни мають вплив на більшість аспектів людського життя, у той час як прогнозування змін дасть можливість підготуватися до них.

Для прогнозування температурного режиму міста Харків було створено два графіка з прогнозом середніх денних температур на 2 роки. Прогноз було зроблено у програмному забезпечення Statistica.

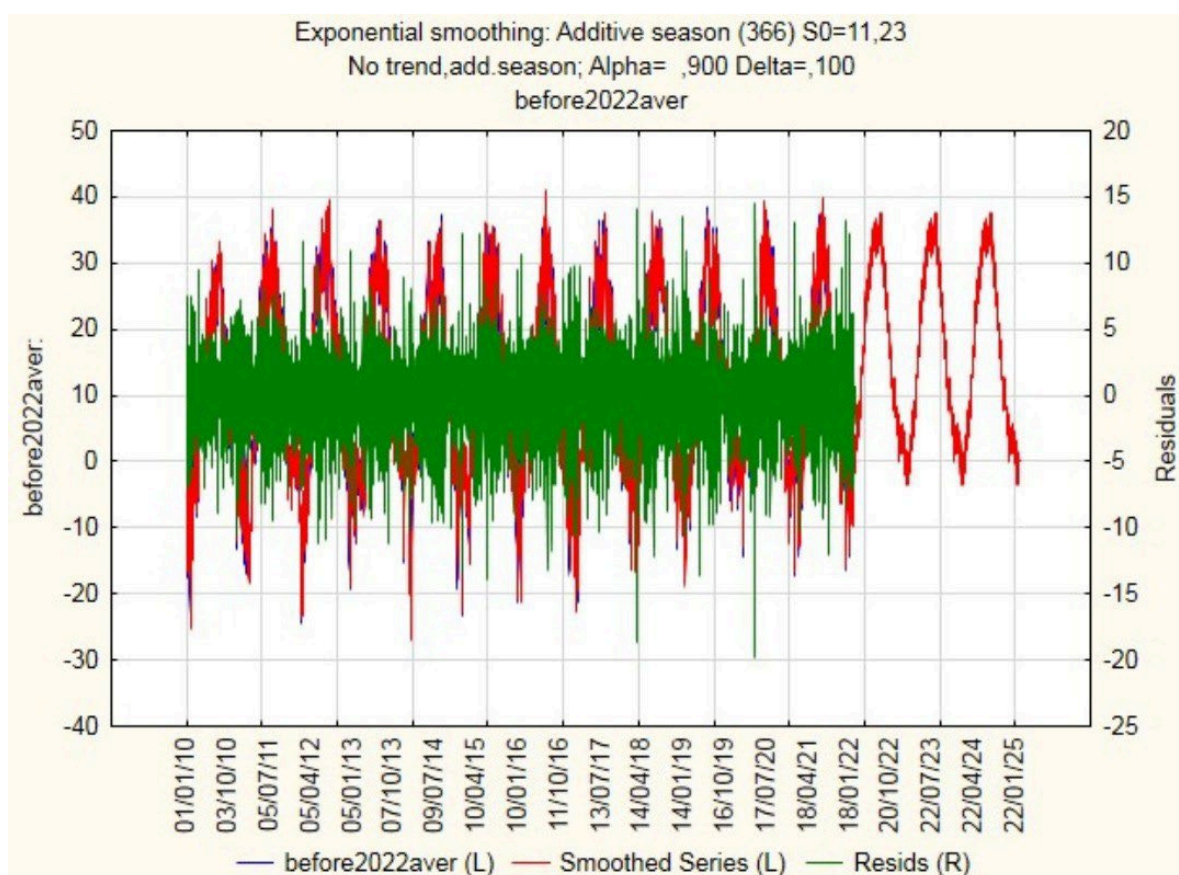


Рис. 3.1. Графік прогнозу змін температури м. Харкова за періодом даних січень 2010 – лютий 2022 до січня 2025 р. Авторський графік

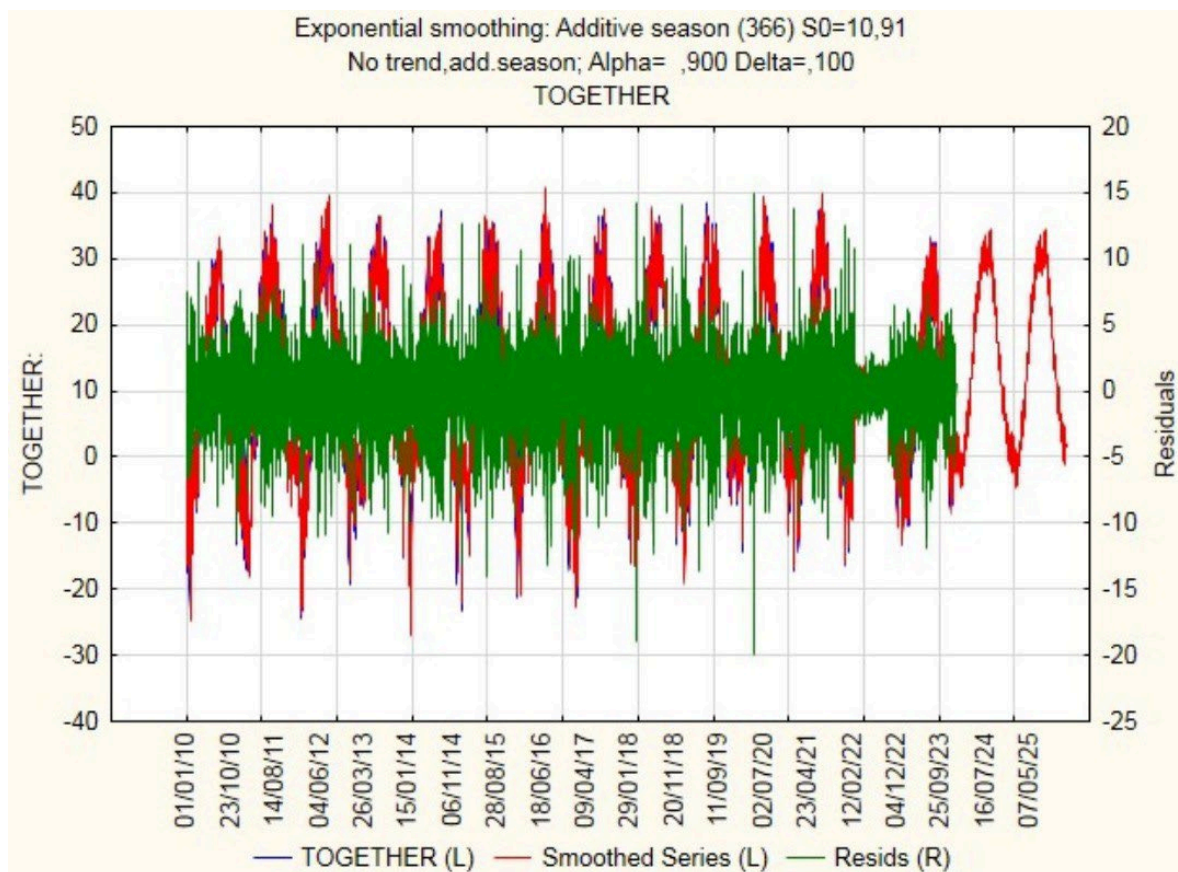


Рис. 3.2. Графік прогнозу змін температури м. Харкова за періодом даних січень 2010 – грудень 2023 до січня 2026 р. Авторський графік

В результаті візуалізації даних було виявлено, що у порівнянні з прогнозом за періодом 2010-2021 рр., прогноз за періодом 2010-2023 рр. має декілька особливостей. По-перше відзначається те, що середня очікувана літня температура є на градус нижчою, ніж середня очікувана літня температура за менший період, і вона є стабільною. По-друге на другому графіку прогноз змін спостерігається зростання середньої зимової температури, яке не спостерігалось на графіку прогнозу температур за період 2010-2021 рр. [59].

Також було створено графік прогнозу змін середньої річної температури на території міста до 2033 р. в програмному середовищі Excel (рис. 3.3, 3.4).

В класичному варіанті лінійної множинної регресії Графіки показують рівняння тренду та значення коефіцієнта детермінації R^2 , який допомагає оцінити, наскільки надійним є прогноз. Цей коефіцієнт використовується у статистиці, щоб визначити, наскільки сильно пов'язані між собою залежна і незалежна змінні. Його значення показує, яку частину змін залежної змінної можна пояснити за допомогою моделі.

Іншими словами, R^2 показує, наскільки точно модель відображає реальні дані. У класичних моделях лінійної множинної регресії значення R^2 знаходиться в межах від 0 до 1. Чим ближче воно до 1, тим кращою вважається модель.



Рис. 3.3. Графік прогнозу змін середньої річної температури Харкова за періодом даних 1990 – 2023 до 2032 р.

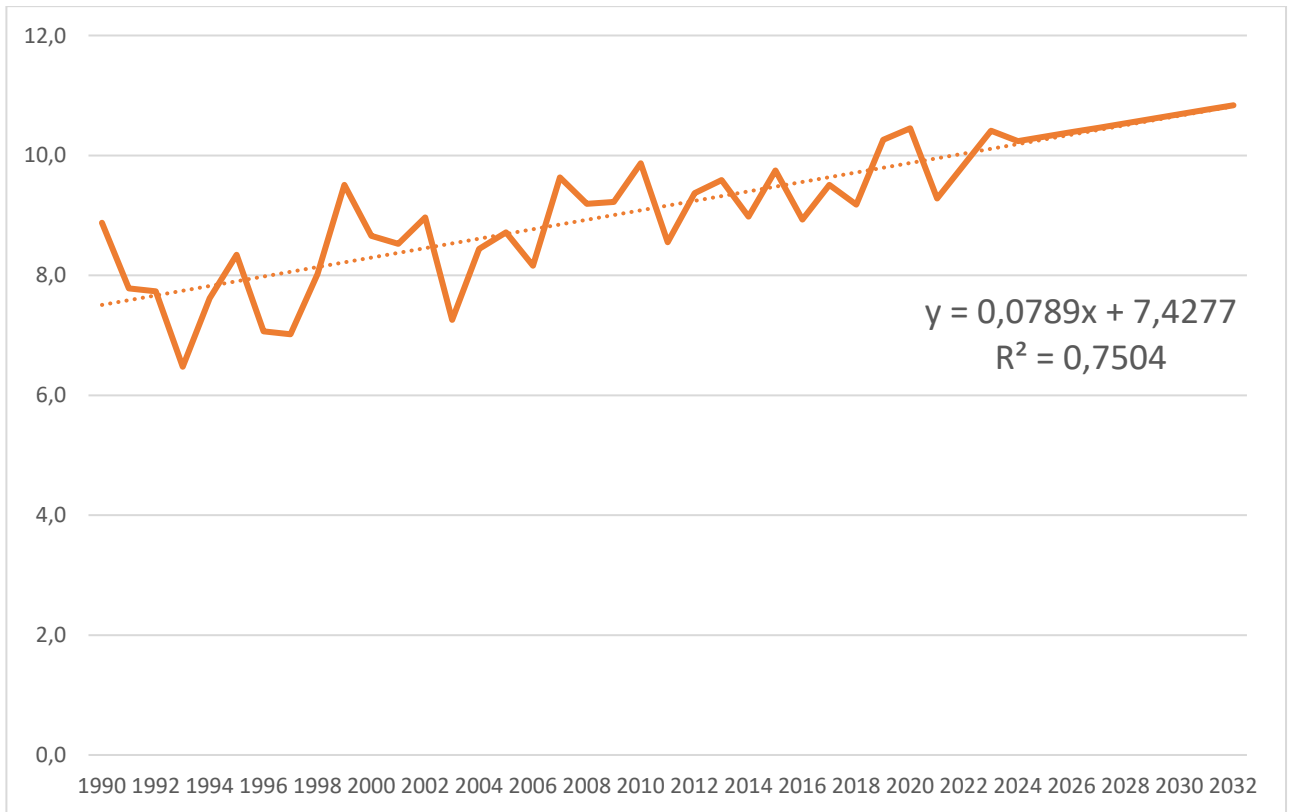


Рис. 3.4. Графік візуалізації трендів змін середньорічної температури повітря з урахуванням прогнозу

В результаті створення графіків було отримано формулу прогнозу моделі зміни клімату на території міста Харків:

$$y = 0,0789x + 7,4277$$

Вона була виведена з використанням лінійного тренду, так як він максимально наближує коефіцієнт детермінації до 1 ($R^2 = 0,7504$).

В результаті аналізу даної моделі можна зробити висновок, що середньорічний темп збільшення температури становить 0,0789 градуси Цельсія, у той час як мінімальна середньорічна температура становитиме 7,4277 градуси Цельсія.

3.2. Рекомендації щодо адаптації до змін

В Україні державна політика щодо адаптації до зміни клімату ґрунтується на Концепції, яку затвердив Кабінет Міністрів у грудні 2016 року. Це перший комплексний офіційний документ у цій сфері. Основна мета Концепції — покращити кліматичну політику країни, щоб забезпечити сталий розвиток, створити необхідні правові та організаційні умови для поступового переходу до економіки з низьким рівнем викидів, при цьому зберігаючи економічну, енергетичну та екологічну безпеку, а також підвищуючи рівень життя населення.

У випадку Харківської області на теперішній момент реалізуються декілька проектів з протидії змінам клімату, серед яких є:

- План заходів на 2025-2027 роки з реалізації Стратегії розвитку Харківської області на 2021 – 2027 роки (у новій редакції), затвердженої рішенням обласної ради від 24 квітня 2025 року № 1150 –VIII
- Програма економічного і соціального розвитку Харківської області на 2025 рік
- стратегія розвитку Харківської області на 2021-2027 роки
- Звіт про стратегічну екологічну оцінку документу державного планування комплексної програми охорони навколишнього природного середовища харківської області на 2021-2027 роки

Для створення рекомендацій для протидії та адаптації кліматичним змінам вимагатиме урахування вищезазначених документів.

Стандартним протоколом для боротьби буде посилення стратегій, що сфокусовані на існуючому антропогенному впливі на температуру повітря.

Головними потенційними ризиками зміни клімату для Харківщини, як для регіону де було виявлено стабільну тенденцію до підвищення температури повітря, є такі речі як тепловий стрес та загроза для сільськогосподарського сектору.

Для боротьби з тепловим стресом пропонується ввести подібні рішення: інформування населення щодо можливості небезпечної спеки протягом дня, збільшення зелених зон у місті, що сприятиме відсутності прямого сонячного світла на поверхні ґрунту і, як наслідок, його нагріванню, а також створення пунктів для оперативної допомоги населенню у випадку теплового удару.

Для адаптації сільськогосподарського сектору економіки пропонується введення державних стипендій, субсидій та аналогічного фінансового заохочення переходу на більш посухостійкі культури, а також створення державних програм закупівель подібних культур та подальшої їх переробки та використання задля створення гарантованого побуту на час переходу сільських господарств.

ВИСНОВКИ

Проблема зміни клімату, та впливу активних військових дій в Україні є доволі важливою, і це зокрема стосується Харківської області. Для України, як країни з аграрно-сфокусованою економікою, зміна клімату є актуальною темою, та подальша економічна стабільність країни буде великою мірою залежати від ефективного прогнозування змін та адаптації до двох вищезгаданих проблем.

Одержані результати дозволяють сформулювати такі висновки:

1) В ході опрацювання літературних джерел за темою дослідження було проаналізовано загальну характеристику клімату, та кліматичні особливості обраних міст. Динаміка кліматичних змін на регіональному рівні свідчить про поступове потепління клімату: зростає середньорічна температура повітря, частішають періоди аномальної спеки та тривалих посух. Внаслідок змін у глобальному кліматі спостерігаються і локальні зміни на території Харківської області.

2) Проаналізовано статистичні дані та сталі норми температурних показників, що дозволило виділити тенденції змін клімату у 2010-2021 рр. Визначено основні тренди кліматичних змін у Харківській області, серед яких було виділено тренд на підвищення середньої річної температури, а також загальне підвищення температур протягом кожного місяця, що проявлялося більш виражено протягом зимових місяців. Також внаслідок проведення аналізу було виділено особливості змін кліматичного режиму обраних населених пунктів. Додатково було порівняно ці показники із особливостями кліматичного режиму іншого міста у досліджуваному регіоні.

3) Порівняно загальні тенденції зміни клімату обраних міст для дослідження (Лозова та Богодухів) з загальним та середніми значеннями по області, та визначені закономірності. Було виявлено локальні зміни мікроклімату (а саме температурного режиму) в цих двох містах. Було порівняно тенденції змін клімату з показниками АМСГ Харків. Визначено як і унікальні зміни у

кліматичному режимі кожного з досліджуваних населених пунктів, так і зміни, що є характерними для територій, що знаходяться у прямому наближенні до лінії бойового розмежування, де було зафіксовано зниження точності кліматичного моніторингу, а також можливі локальні зміни мікроклімату, зумовлені масштабним руйнуванням, знищенням лісових масивів та інфраструктури.

4) Було розраховано формулу прогнозу зміни температур на території міста Харків, який показує лінійний характер змін температурного режиму на території міста, у зв'язку з чим було створено список рекомендацій для адаптації.

У підсумку можна зазначити, що на території Харківської області можна спостерігати зміни, що були напряму чи не напряму викликані воєнними діями у частині досліджених факторів. Результати цього дослідження можуть стати основою для більш глобальних досліджень, що будуть охоплювати більші території та більші часові проміжки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Climate Change 2023: Synthesis Report, Contributing to Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. Intergovernmental panel on climate change (IPCC), Geneva, Switzerland, 184 pp.
2. Екодія – центр екологічних ініціатив [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://en.ecoaction.org.ua/how-war-affect-climate.html> – Дата звернення: 05.12.2024.
3. Conflict and Environment Observatory / Режим доступу: <https://ceobs.org/how-does-war-contribute-to-climate-change/>
4. P. V. Hobbs, L. F. Radke. Airborne Studies of the Smoke from the Kuwait Oil Fires. *Science*. 1992. Т. 256, вип. 5059. С. 987–991. URL: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.256.5059.987> (дата звернення: 15.05.2025).
5. Maxwell, K., S. Julius, A. Grambsch, A. Kosmal, L. Larson, and N. Sonti, 2018: Built Environment, Urban Systems, and Cities. In *Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II* [Reidmiller, D.R., C.W. Avery, D.R. Easterling, K.E. Kunkel, K.L.M. Lewis, T.K. Maycock, and B.C. Stewart (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, pp. 438–478.
6. European Commission: Directorate-General for Climate Action, *EU-level technical guidance on adapting buildings to climate change – Best practice guidance*, Publications Office of the European Union, 2023. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/585141>
7. Оцінка вразливості до Зміни клімату: Україна. *Українська кліматична мережа*: вебсайт. URL: <http://climategroup.org.ua> (дата звернення: 15.05.2025).

8. Волощук В.М. Основні закономірності сучасного потепління клімату на території України і його екологічні наслідки. Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Київ-Луцьк. Т.3. С. 202-208.

9. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України: [монографія] / колектив авт.: С. М. Степаненко, А. М. Польовий, Н. С. Лобода [та ін.]; за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: Вид. «ТЕС», 2015. 520 с.

10. Географія. *Харківська обласна військова адміністрація*: офіційний веб-сайт. URL: <https://kharkivoda.gov.ua/pro-oblast/heohrafiya> (дата звернення: 04.05.2025)

11. Climate change impacts (2025, April 2). National Oceanic and Atmospheric Administration. URL: <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/climate/climate-change-impacts>

12. Climate change impacts, risks and adaptation. *European Environment Agency's home page*. URL: <https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/climate-change-impacts-risks-and-adaptation>

13. Climate action. *United Nations*. URL: <https://www.un.org/en/climatechange/science/causes-effects-climate-change>

14. Маринич О.М. Фізична географія України. Київ: Знання. 2003. 480 с.

15. Природно-заповідний фонд Тернопільської області в розрізі територіальних громад. *Природа України*: веб-сайт. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/zoning-5.html> (дата звернення: 02.03.2025)

16. Петрина В.Н. Географія України. Фізична географія України. Навчально-методичний посібник. К.: Редакційно-видавчий центр Збройних Сил України, 2023. с. 25-32

17. Василега В.Д. Ландшафтна екологія: навчальний посібник. Суми: видавництво СумДУ, 2010. с. 54-97

18. Гродзинський М.Д. Ландшафтна екологія: підручник. Київ: Знання, 2014. с. 12-65

19. Стан і тенденції розвитку сільського господарства в структурі національної економіки України / Ю. Лупенко та ін. *Наукові Горизонти*. 2022. Т. 25, вип. 6. С. 121–128. URL: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.121-128](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.121-128).
20. Екологічний атлас Харківської області. Видання друге, перероблене. Харків, 2005. с. 41-70
21. Відкриті карти Національного атласу України: офіційний веб-сайт. URL: <https://atlas.igu.org.ua/>
22. Екологічні паспорти за 2023 рік. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*: офіційний веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichni-rasporty/>
23. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. 1(44). С. 8-20.
24. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2022 році.
25. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2022 р., 514 с.
26. Кабанова В. К. Зміни у річному температурному режимі міста Харків на тлі воєнних дій за період 2022-2023 рр. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи. збірник наукових праць* (за матеріалами щорічної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г. П. Дубинського. Харків, 11 квіт. 2024 р.). Вип. 16. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 39-41.
27. Kabanova V. K. Comparison of changes in annual temperature indicators in the city of Lozova, Kharkiv region. *Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи. збірник наукових праць* (за матеріалами щорічної наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої пам'яті професора Г.

П. Дубинського. Харків, 10 квіт. 2025 р.). Вип. 17. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 27-29.

28. Клименко В.Г., Клубань С. С. Гідрокліматичні ресурси Харківської області : Методичний посібник для студентів - географів. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2011 р. 34 с.

29. Сегіда К.Ю., Редін В.І., Чабань М.Т. Географія Харківської області: навчально-методичний комплекс для самостійної роботи студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Географія», зі спеціальності «Економічна та соціальна географія» Харків, 2012. 56 с.

30. Борона В. П. Інтегровані моделі особливості захисту посівів ріпаку від шкідливих організмів з урахуванням біологічних властивостей культури. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 4. С. 11-13.

31. Клименко В.Г., Клубань С.С. Кліматичні ресурси Харківської області. Електронний архів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ekhnuir.karazin.ua/items/12372321-c27b-4f2e-965c-be53db608b9f>

32. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ, 2014. с. 6-14

33. Гадзало Я. М., Гладій М. В., Саблук П. Т. Аграрний потенціал України / К.: Аграрна наука, 2016. 332 с.

34. Агрометеорологічні дослідження в Україні / А. М. Польовий, Л. Ю. Божко, Т. І. Адаменко. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2017. №19. Режим доступу: <https://www.uhmj.org.ua/index.php/journal/article/download/72/71>

35. Клімат України / за ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

36. Врублевська О. О. Клімат України та прикладні аспекти його використання / О.О. Врублевська [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://eprints.library.odeku.edu.ua/378/1/VrublevskayaAA_Klimat_Ukrainy_%20ta_prikladni%20aspekty_igo_vykorystanya_2012.pdf

37. Барабаш М.Б., Ткач Л.О., Гребенюк Н.П., Корж Т.В., Татарчук О.І. Сучасний та майбутній клімат України. *Географія в інформаційному суспільстві*: Зб.наук. праць. К.: ВГЛ Обрії, 2008. т. III. с. 3-23
38. Агрометеорологічні умови 2020-2021 сільськогосподарського року за даними метеостанції Умань / В. Г. Новак, А. В. Новак, *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2022. №1. С. 23-26 Режим доступу: <https://visnyk-unaus.udau.edu.ua/assets/files/1-2022/5.pdf>
39. Snizhko S., Bertola M., Ovcharuk V., Shevchenko O., Didovets I., Blöschl G. Climate impact on flood changes – an Austrian-Ukrainian comparison. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 2023, volume 71 №3 p. 271-282
40. Хільчевський В.К., Осадчий В.І. Національній гідрометеорологічній службі в Україні 95 років: хронологія змін. *Наукові праці Укр.НДГМІ*, вип. 269, 2016. С. 173-183
41. Головна астрономічної обсерваторії України: офіційний веб-сайт. URL.: <https://mao.kiev.ua/index.php/ua/>
42. Балабух В.О., Малицька Л.В., Лавриненко О.М. Особливості погодних умов 2014 р. в Україні. *Наукові праці Укр.НДГМІ*, вип. 267, 2015. С.28-38
43. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) / За редакцією Ліпінського В.М., Осадчого В.І., Бабіченко В.М. К.: Ніка-Центр, 2006. 311 с.
44. Ліпінський В.М., Сніжко С.І., Осадчий В.І., Бабіченко В.І., Мартазінова В.Ф. Глобальні зміни клімату та їх прояв на території України. *Географія в інформаційному суспільстві*. Київ: ВГЛ Обрії, 2008 с. 141-147
45. Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г., Корж Т.В. Глобальне потепління та частота стихійних явищ в Україні, 2004. с. 23-140
46. Осадчий В.І., Бабіченко В.М., Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні, 2012. с. 8-14

47. Бабіченко В.М., Ніколаєва Н.В., Рудішина С.Ф., Гущина Л.М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через 0°C) в умовах сучасного клімату, 2009. С. 25-35
48. Слизька К.П. Підходи до вивчення високих температур повітря на території України в контексті сучасних змін клімату, 2014. С. 5-32
49. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Шкільний Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. Навчальний посібник, 2005. С. 3-43
50. Осадчій В.І., Бабіченко В.М. Температура повітря на території України в сучасних умовах клімату, 2013. С. 32-39
51. Бабіченко В.М., Ніколаєва Н.В., Рудішина С.Ф., Гущина Л.М. Максимальна температура повітря на території України в умовах сучасного клімату. *Український географічний журнал*, 2010. С. 6-15
52. Атлас «Клімат і водні ресурси України»: офіційний веб-сайт. URL: <https://maps.uhmi.org.ua/>
53. Решетченко С.І., Ткаченко Т.Г., Лисенко О.Г. Зміна температурного режиму на території Харківської області. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. Серія: Геологія. Географія. Екологія. 2015. Вип. 43. С. 153-158
54. Катеруша Г.П., Сафранов Т.А., Катеруша О.В. Тенденції змін максимальної температури повітря в Україні як фактор впливу на здоров'я населення. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 33. С. 8-21
55. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. С. 3-55
56. Бабаєва О.В., Решетченко С.І. Зміни середньомісячної температури повітря та опадів за період 1951-2010 рр. у Харкові. *Проблеми безперервної географічної освіти та картографії*. 2015. С. 142-145
57. Масленніков Д.І., Ткаченко Т.Г., Решетченко С.І. Мікрокліматичні особливості температурного режиму Харківської області. *Вісник ХНАУ. Серія :*

Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання. 2016. № 1. С. 38-48

58. Шевченко О., Власюк О., Рожкова А., Ілляш О., Ваколюк М. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна, 2014. С. 4-53

59. Осадчий В.І., Бабіченко В.М., Набиванець Ю.Б., Скирник О.Я. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень [монографія]. Київ: Ніка-Центр, 2013. С. 5-154

60. Івус Г.П., Зубкович С.О., Семергей-Чумаченко А.Б. Статистичні характеристики швидкості вітру над сходом України у січні в епоху кліматичних змін. *Фізична географія та геоморфологія*. 2009. С. 23-28

61. Кучерявий В. П. Екологія: підручник. Львів: Світ, 2000. С. 5-21

62. Національна академія наук України: офіційний веб-сайт. URL: <https://www.old.nas.gov.ua/EN/Pages/default.aspx>

63. Захист рослин: фітосанітарний моніторинг, методи захисту рослин. Писаренко В.Н., Писаренко П.В. Полтава, 2007. С. 4-125

64. Чайка В. М., Білявський Ю. В., Вусатий Р. О. Глобальні зміни клімату: динаміка первинної продуктивності напівприродних екосистем в агроландшафтах Лісостепу. *Науковий вісник НАУ*. К. : 2007. № 117. С. 167–174.

65. Національний екологічний центр України: офіційний веб-сайт. URL: <http://necu.org.ua/climate/> (дата звернення 25.05.2025)