

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ОЦІНКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІНИ КЛІМАТУ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ ЗА ПЕРІОД 1974 – 2023 РР.

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42

спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пі автора _____ / Аліна СВИРИДЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Ірина КОВАЛЬ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / Надія МАКСИМЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Аліна ГРЕЧКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗИНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екологічного моніторингу та заповідної справи
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / проф. Надія МАКСИМЕНКО
підпис ім'я та прізвище.....

“ 30 ” травня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Аліни СВИРИДЕНКО

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи: Оцінка тенденцій зміни клімату в регіонах України за період 1974 – 2023 рр.

керівник роботи Ірина Коваль, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом по університету від “16” квітня 2025 року № 4301-5/967

2. Строк подання студентом роботи 30 квітня 2025 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити

- створення метеорологічних баз даних (середньорічної, максимальної, мінімальної температури, опадів, відносної вологості) для Рівненської та Полтавської метеостанцій;
- статистична обробка кліматичних даних для 1974-1998 рр. та для 1999-2023 рр. та їх порівняння;
- обчислення гідротермічних коефіцієнтів

4. аналіз матеріалу.

4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	01.05 – 30.06.2024. Аналіз літературних джерел.
2	01.07.2024 – 30.09.2024. Створення метеорологічних баз даних для Рівненської та Полтавської метеостанцій.
3	01.10.2024 – 31.03.2025. Аналіз матеріалу та підготовка публікацій.
4	01.04 – 30.05.2025. Підготовка публікацій і написання диплому.

5. Дата видачі завдання 05.2024 р.

Студент

підпис

Аліна СВИРИДЕНКО

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

Професор, Ірина КОВАЛЬ

посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

ОЦІНКА ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІНИ КЛІМАТУ В РЕГІОНАХ УКРАЇНИ ЗА ПЕРІОД 1974 – 2023 РР.

Аліна СВИРИДЕНКО

Кваліфікаційна робота «Оцінка тенденцій зміни клімату в регіонах України за період 1974 – 2023 рр.» містить 39 сторінок, 3 розділи, 11 таблиць, 13 рисунків, 8 формул, 30 використаних джерел.

Мета роботи: виявлення варіацій кліматичних чинників упродовж 1974-2023 рр. за даними Рівненської та Полтавської метеостанцій.

Актуальність теми. Зміни клімату проявляються, як через підвищення температурних показників впродовж року, так і через збільшення погодних аномалій, які мають вплив на стан екосистем, біорізноманіття, аграрне виробництво, продовольчу безпеку держави та на стан здоров'я людини та її безпеки в процесі життєдіяльності.

Завдання дослідження передбачали створення метеорологічних баз даних (середньорічної, максимальної, мінімальної температури, опадів, відносної вологості) для Рівненської та Полтавської метеостанцій; статистичну обробку кліматичних даних для 1974-1998 рр. та для 1999-2023 рр. та їх порівняння і обчислення гідротермічних коефіцієнтів.

Методи: порівняльного аналізу, статистичні.

Результати. Створено бази метеорологічних даних для міст Рівне та Полтава. При порівнянні кліматичних чинників для 1974-1998 та 1999-2023 рр. для обох метеостанцій встановлено, що відбулося збільшення температури та опадів у другому періоді на відміну від відносної вологості, яка зменшилася на для обох метеостанцій. Гідротермічні коефіцієнти, що відображають гідрологічні умови вегетаційного періоду були вищими в м. Рівне, ніж в Полтаві і змінювалися з більшою швидкістю.

СЕРЕДНЬОРІЧНІ, МАКСИМАЛЬНІ ТА МІНІМАЛЬНІ ТЕМПЕРАТУРИ, ОПАДИ, ВІДНОСНА ВОЛОГІСТЬ, ГІДРОТЕРМІЧНІ ПОКАЗНИКИ, МЕТЕОСТАНЦІЇ МІСТ РІВНЕ ТА ПОЛТАВА

ABSTRACT

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE TRENDS IN THE REGIONS OF UKRAINE FOR THE PERIOD 1974-2023

Alina SVYRYDENKO

The qualification work “Assessment of climate change trends in the regions of Ukraine for the period 1974-2023” contains 39 pages, 3 chapters, 11 tables, 13 figures, 8 formulas, 30 references.

Purpose: to identify variations in climatic factors during 1974-2023 according to the data of Rivne and Poltava meteorological stations.

Relevance of the topic. Climate change is manifested both through an increase in temperature throughout the year and through an increase in weather anomalies that affect the state of ecosystems, biodiversity, agricultural production, food security of the state and human health and safety in the course of life.

The objectives of the study included the creation of meteorological databases (average annual, maximum, minimum temperature, precipitation, relative humidity) for Rivne and Poltava weather stations; statistical processing of climate data for 1974-1998 and 1999-2023, their comparison, and calculation of hydrothermal coefficients.

Methods: comparative analysis, statistical.

Results. Meteorological databases for the cities of Rivne and Poltava were created. When comparing climatic factors for 1974-1998 and 1999-2023 for both weather stations, it was found that there was an increase in temperature and precipitation in the second period, in contrast to relative humidity, which decreased for both weather stations. The hydrothermal coefficients reflecting the hydrological conditions of the growing season were higher in Rivne than in Poltava and changed at a higher rate.

AVERAGE ANNUAL, MAXIMUM AND MINIMUM TEMPERATURES,
PRECIPITATION, RELATIVE HUMIDITY, HYDROTHERMAL INDICATORS,
WEATHER STATIONS IN THE CITIES OF RIVNE AND POLTAVA

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....	9
1.1. Причини глобальних кліматичних змін.....	9
1.2. Тенденції змін клімату в Україні.....	10
1.3. Державна політика України у галузі кліматичних змін.....	12
РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА, ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	15
2.1. Програма досліджень.....	15
2.2. Створення баз метеорологічних даних та їх аналіз.....	15
2.3. Гідротермічні коефіцієнти	17
РОЗДІЛ 3 ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ В РІЗНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ.....	19
3.1. Тенденції зміни кліматичних показників в м. Рівне.....	19
3.2. Тенденції зміни кліматичних показників в м. Полтава.....	25
3.3. Гідротермічні коефіцієнти.....	32
ВИСНОВКИ.....	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36

ВСТУП

Актуальність теми. Проблеми клімату є фактором, що визначає функціонування екосистем. Зміни клімату проявляються, як через підвищення температурних показників впродовж року, так і через збільшення погодних аномалій. Зміна клімату відбивається на формуванні екологічної небезпеки життєдіяльності людини. Проблема зміни клімату є однією з основних проблем, оскільки підвищення температури повітря та перерозподіл опадів спричиняє виникнення природних стихійних явищ, що має вплив на стан екосистем, біорізноманіття, аграрне виробництво, продовольчу безпеку держави та на стан здоров'я людини та її безпеки в процесі життєдіяльності.

Актуальність регіональних досліджень для України зумовлена тим, що протягом ХХ ст. основні кліматичні характеристики на її території активно змінювалися, і ці зміни помітно перевищували глобально усереднені величини.

Сучасні моделі, включаючи блоки, що описують атмосферну циркуляцію, океан, суходіл, лід і наземну біоту, дають змогу одержувати так звані чисельні проєкції можливих змін клімату у ХХІ ст. Усі вони прогнозують підвищення глобальної температури повітря на 2,5–4,5°C, зростання кількості опадів, інтенсифікацію гідрологічного циклу (вологообігу) на Землі [9].

Кліматичні дослідження особливо важливі для помірних широт у Європі, щодо яких прогнози ймовірних змін кількості опадів і температури повітря досить непевні. Україна належить до таких «критичних» регіонів, де очікуються відносно великі меридіональні градієнти змін температури (на відміну, приміром, від просторово однорідних континентальних регіонів чи тропіків, де чисельні оцінки прогнозованих змін надійніші).

В рамках загальної проблеми зміни клімату розвивається окремий напрям – регіоналізація, пов'язана з розробкою методів і вивченням очікуваних у ХХІ ст. змін кліматичних характеристик в окремих регіонах і на площах порядку десятків кілометрів.

Важливо проаналізувати результати обробки метеоданих (середньорічних, максимальних, мінімальних температур, річної суми опадів, відносної вологості) для Рівненської та Полтавської метеостанцій.

Метою роботи є виявлення варіацій кліматичних чинників упродовж 1974-2023 рр. за даними Рівненської та Полтавської метеостанцій.

Об'єкт дослідження: кліматичні чинники (температури, опади та відносна вологість) за даними Рівненської та Полтавської метеостанцій.

Предмет дослідження: встановлення змін кліматичних чинників упродовж 1974-1998 рр. та 1999-2023 рр.

Завдання:

1) створення метеорологічних баз даних (середньорічної, максимальної, мінімальної температури, опадів, відносної вологості для Рівненської та Полтавської метеостанцій;

2) статистична обробка кліматичних даних для 1974-1998 рр. та для 1999-2023 рр. за даними Полтавської та Рівненської метеостанцій;

3) обчислення гідротермічних коефіцієнтів;

4) порівняння кліматичних даних за 1974-1998 рр. та 1999-2023 рр.

Методи: порівняльного аналізу, статистичні.

РОЗДІЛ 1

ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

1.1. Причини глобальних кліматичних змін

Глобальні кліматичні зміни є результатом складної взаємодії природних і антропогенних факторів. Вони призводять до глибоких трансформацій кліматичної системи Землі. Тож причини можна умовно розділити на природні та антропогенні.

Природні процеси залишають значний слід у зміні клімату, хоча їхній вплив у сучасну епоху менш значний, ніж антропогенний. Наприклад, тектонічні чинники: зміни в розташуванні континентів, океанів і гірських систем впливають на циркуляцію повітряних і океанічних течій, спричиняючи довготривалі кліматичні зрушення; астрономічні чинники: варіації орбіти Землі (нахил екліптики, ексцентриситет) змінюють розподіл сонячної енергії. Наприклад, зменшення кута нахилу екліптики сприяє похолоданню [19]; сонячна активність: коливання сонячної радіації можуть впливати на температуру Землі. Зростання сонячної активності у XX столітті було одним із чинників потепління [9, 14].

Також природним фактором можна вважати і вулканічну активність - виверження вулканів викидають діоксид сірки (SO_2), який утворює сульфатні аерозолі, які відбивають сонячне випромінювання і тимчасово охолоджують клімат океанські течії - явища типу Ель-Ніньйо та Ла-Нінья змінюють температурний та опадний режим у глобальному масштабі [17, 19].

Антропогенні фактори. Людська діяльність є основним поштовхом до сучасних кліматичних змін, особливо з початку індустріальної епохи. Це спричинило парниковий ефект, власне, через викиди парникових газів: підвищення концентрації CO_2 , CH_4 і N_2O сприяє утриманню тепла в атмосфері. З 1750 року концентрація CO_2 зросла на понад 40%, що спричинило підвищення температури на $0,76^\circ\text{C}$ у XX столітті [6, 9, 17, 19]. Промисловість та сільське господарство, з такими процесами як виробництво цементу, використання азотних добрив і тваринництво — значні джерела парникових газів [2, 24].

Також фактором значного впливу є спалювання викопного палива. Основним джерело CO₂ є використання вугілля, нафти, газу для енергетики. За 1885–1985 роки було видобуто 137 млрд т вугілля, 47 млрд т нафти, 20 трлн м³ газу [19].

Зміна в землекористуванні, безумовно, також наклало свій відбиток: урбанізація, вирубування лісів і осушення боліт скорочують здатність природних екосистем до поглинання вуглецю. За останні 150–300 років втрати карбону через зміну землекористування становили 100–200 млрд т. [4].

Вирубування лісів можна виділити як окремий фактор. Ліси — природні депо CO₂. Наприклад, в Україні лісистість зменшилась з 50–55 % у I столітті нашої ери та до 15,6 % у наш час [19]. Лісові екосистеми необхідно зберігати і дбати про їх адаптацію до сучасних і майбутніх кліматичних умов, тому що вони є найвигіднішим з економічної точки зору інструментом для акумуляції CO₂ фітомасою (величина «чистого» річного фотосинтезу органічної речовини становить від 7,7 до 21,8 т/га, з яких 25–45 % продуктів фотосинтезу перетворюється на деревину) [11]. Ситуацію з руйнівним впливом клімату значно погіршують незаконні рубки, які загрожують здоров'ю лісів і навіть їх існуванню.

1.2. Тенденції змін клімату в Україні

Дослідження свідчать, що клімат України, упродовж останніх десятиліть вже почав змінюватися (температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми) і згідно результатів моделювання — для території України в майбутньому продовжуватиметься зростання температури повітря (хоча величина змін дещо відрізняється за різними прогнозними моделями) та відбуватиметься зміна кількості опадів протягом року. Це може призвести до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку. До основних потенційних негативних наслідків зміни клімату, що можуть проявлятися у містах України належать: тепловий стрес; підтоплення; зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон; стихійні

гідрометеорологічні явища; зменшення кількості та погіршення якості питної води; зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів; порушення нормального функціонування енергетичних систем міста.

Кліматичні зміни, пов'язані із потеплінням, мають як глобальний, так і регіональний масштаб. На окремих територіях вони відбуваються різкіше та помітніше, тоді як в інших – спостерігаються слабші прояви. Згідно з дослідженнями Міжурядової групи експертів із кліматичних змін (МГЕЗК), держави східної частини Європи менш схильні до впливу глобального потепління, ніж островні чи гірські країни. Проте значні коливання температур, зміни в розподілі опадів, а також учащення екстремальних погодних явищ у минулі роки підтверджують, що ця загроза стосується й європейського континенту, зокрема України [1, 5].

Основні тенденції проявляються у зростанні температур, зміні гідрологічного режиму та швидкостях вітру та впливі на біоту. Розглянемо далі конкретніше.

Підвищення температури. За останні 100 років середня температура в Україні зросла на $0,7^{\circ}\text{C}$, а за останні 10 років – на $0,3\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$ [7]. До середини XXI століття очікується подальше зростання температури: взимку — на $1,4^{\circ}\text{C}$, а влітку — на $0,8\text{--}1,2^{\circ}\text{C}$. Найбільші зміни прогнозуються в східних регіонах, таких як Луганська та Донецька області, де зимова температура може зрости на 2°C [1, 3].

Зміни в режимі опадів та вологості. Так як глобальне потепління викликало підвищення середньорічної температури повітря – це призвело до зменшення кількості опадів. До 2025 року середньорічна температура підвищиться на $1,7^{\circ}\text{C}$, а кількість опадів зменшиться з 523 мм (1969 р.) до 504,8 мм (2022 р.) [29].

В свою чергу, зменшення кількості опадів вплине на стік річок. Обсяг стоку, наприклад, річки Оскіл дуже мінливий і за прогнозом на 2024 рік він знизиться до 613,8 млн m^3 , а це значно нижче середнього за досліджуваний період (1159,7 млн m^3) [28].

Українська територія басейну Чорного моря зазнає значних змін через підвищення температури води. Теплоємність океану зумовлює інерцію

термодинамічних процесів, що призводить до поступових, але значних змін. Антропогенні фактори, як глобальні, так і локальні, роблять ці процеси ще більш виразними [18].

Взимку очікується збільшення відносної вологості на 1–2%, а влітку — її зниження на 2–3%. Найбільш посушливими стануть південно-східні регіони, де вологість може впасти до 41–44% [15]. Це може призвести до посух та змін у сільськогосподарському виробництві.

Про вплив на агроєкосистеми свідчать зміни площ посівів польових культур і рівні їх врожайності. Дані свідчать, що зона Степу, в якій зосереджено 46 % посівів зернових, нині забезпечує лише 35 % загального виробництва зерна, порівняно з 45 % у 1990 р. [11].

Зміни швидкості вітру. До середини XXI століття середня швидкість вітру взимку знизиться на 7%, а влітку — на 5–8%. Винятком є гористі райони (Карпати, Крим) та прибережні зони, де вітер залишатиметься сильнішим через місцеві особливості циркуляції повітря [12, 15].

Вплив на біорізноманіття. Зміни клімату вже впливають на рослинність: спостерігається раннє квітування, зміна ареалів видів та поширення інвазійних рослин. Деякі види можуть адаптуватися, тоді як інші — зникнути [8].

1.3. Державна політика України у галузі кліматичних змін

Україна, як учасниця міжнародних кліматичних угод та країна, яка прагне до євроінтеграції, активно розвиває державну політику у сфері боротьби зі зміною клімату. Останні роки ознаменувалися прийняттям ключових законодавчих актів, у тому числі закону [20], який став основою для системного регулювання кліматичних ініціатив. Далі більш детально розглянуто стратегічні цілі, механізми впровадження, виклики та перспективи української кліматичної політики.

Основні законодавчі та стратегічні документи. Закон [20], який визначає правові засади кліматичної політики, зокрема:

- мету досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року (синхронізовано з цілями ЄС);
- проміжну мету — скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030 року (від рівня 1990 року);
- вплив війни на кліматичні цілі (можливі відступи через наслідки російської агресії);
- створення національної системи моніторингу викидів та інтеграцію з європейською системою EU ETS [10, 16].

Закон також передбачає розробку ключових стратегічних документів, таких як:

- Довгострокова стратегія низьковуглецевого розвитку;
- Національний план з енергетики та клімату (NECP);
- Стратегія адаптації до зміни клімату [10]

Ключові цілі та принципи кліматичної політики. Досягнення кліматичної нейтральності:

- 2050 рік – цільова дата для нульових нетто-викидів (відповідає Паризькій угоді та ЄС) [16, 23]
- 2030 рік – скорочення викидів на 65% (проте станом на 2021 рік Україна вже досягла 62,5% скорочення, головним чином через деіндустріалізацію після 1990 року, а не через кліматичні реформи) [23].

Адаптація до зміни клімату:

- регіональні стратегії — обов’язок для обласних адміністрацій та громад [23];
- Захист вразливих груп (наприклад, від хвиль спеки) — проте закон недостатньо враховує потреби людей з інвалідністю, літніх людей та бездомних.

Принципи кліматичної політики:

- Наукова обґрунтованість (створення Науково-експертної ради);

- Справедлива трансформація (врахування соціальних наслідків для вугільних регіонів);
- Участь громадськості (хоча механізми залучення громадян залишаються нечіткими) [16, 23].

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Програма дослідження:

- 1) створення метеорологічних баз даних (середньорічної, максимальної, мінімальної температури, опадів, відносної вологості для Рівненської та Полтавської метеостанцій (рис. 2.1);
- 2) статистична обробка кліматичних даних для 1974–1998 рр. та для 1999–2023 рр. за даними Полтавської та Рівненської метеостанцій;
- 3) обчислення гідротермічних коефіцієнтів;
- 4) порівняння кліматичних даних за 1974–1998 рр. та 1999–2023 рр.

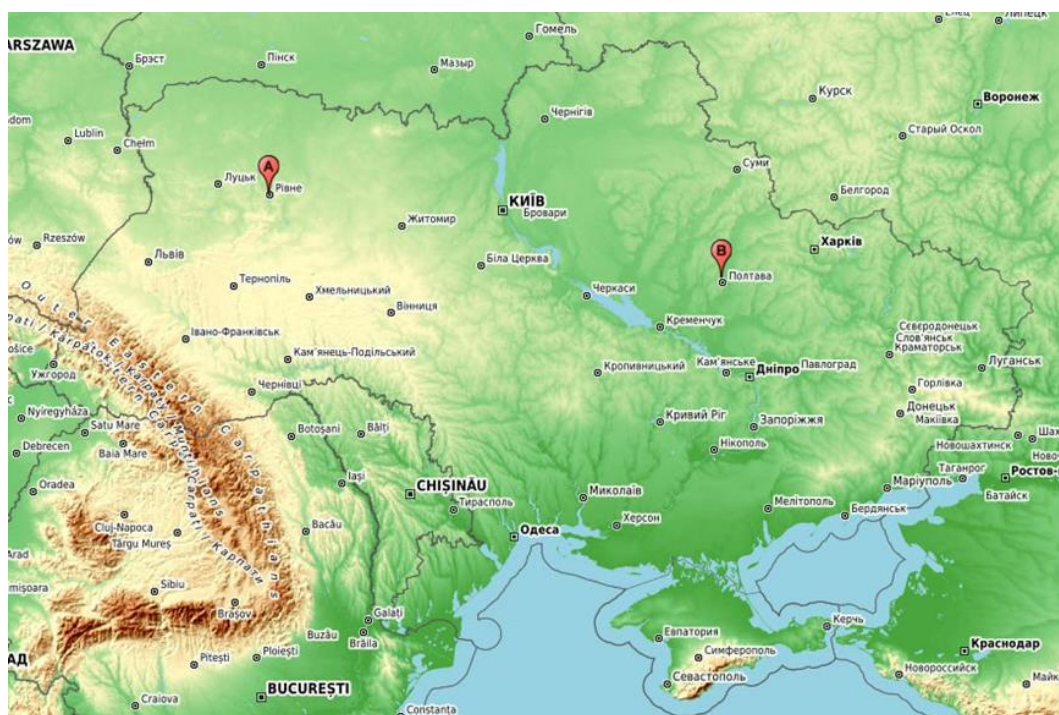


Рис. 2.1 - Полтавська та Рівненська метеостанції

2.2. Створення баз метеорологічних даних та їх аналіз

Бази даних середньорічних, максимальних, мінімальних температур, опадів та відносної вологості створено за даними з інтернет сторінки «Дані глобального клімату» [25].

Наступний крок – статистична обробка даних для двох періодів 1974–1998 та 1999–2023 рр. та порівняння даних в часовому аспекті.

Обчислено середні арифметичні для всіх даних для двох періодів, тому що сукупності наведені індивідуальними значеннями ознаки, і визначаються за формулою:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (1),$$

де x – окремі значення, а n – їх кількість [22].

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - x_{\text{сєр.}})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

де x – окремі дані, $x_{\text{сєр.}}$ – середня арифметична, n – кількість даних

Визначали дисперсію (σ^2) за формулою [22].

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - x_{\text{сєр.}})^2}{n-1}, \quad (3)$$

де x – окремі дані, $x_{\text{сєр.}}$ – середня арифметична, n – кількість даних

Дисперсія (σ^2) – середній квадрат відхилень варіант від середньої величини, який вказує на характер розсіювання числових значень ознак розподілу чисельностей, а також описує мінливість варіант відносно середнього значення.

Коефіцієнт варіації (V_x) - відносна величина, яка вказує на ступінь мінливості ознаки варіаційного ряду [22].

$$C_v = \frac{\sigma}{x_{\text{сєр.}}} 100\%, \quad (4),$$

де σ – стандартне відхилення, $x_{\text{сєр.}}$ – середня арифметична

Дисперсія і стандартне відхилення виражаються в абсолютних величинах досліджуваної ознаки і можуть бути використані для порівняння ступеня мінливості тільки однорідних вибірок (вибірок, варіанти яких мають однакові одиниці вимірювання).

Коефіцієнт варіації виражається у відносних величинах (%) і може бути використаний для порівняння ступеня мінливості як однорідних так і неоднорідних вибірок [22].

2.3. Гідротермічні коефіцієнти

Обчислено наступні гідротермічні коефіцієнти: гідротермічний коефіцієнт зволоження Г.Т. Селянінова (ГТК) – це сума опадів за період, коли середньодобова температура повітря вище $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ поділена на суму активних температур за той же період, коли температури перевищували $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, зменшена в 10 разів [28].

Розраховується за формулою:

$$GTK = \frac{R}{0,1\Sigma T}, \quad (5)$$

де R – кількість опадів за період з температурою вище $10\text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Sigma T > 10^{\circ}$ – сума активних температур вище 10°C .

Цей показник має перевагу над іншими і характеризує не тільки прибуткову частину водного балансу (опади), але й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність з поверхні ґрунту, рослинності).

Для характеристики умов довкілля можна також використовувати комплексні кліматичні показники – співвідношення температури повітря і кількості опадів упродовж гідрологічного року, який починається з 1 жовтня попереднього року і закінчується 30 вересня поточного року:

$$O_1 = \frac{t_o \times 100}{V_o}, \quad (6)$$

де O_1 – гідротермічний коефіцієнт; t_o – температура за гідрологічний рік ($^{\circ}\text{C}$), V_o – сума опадів (мм) за той же період [27].

Найбільш відомим параметром посушливості є індекс посушливості Де Мартонне (DM). Цей індекс можна розрахувати для різних часових масштабів, таких як місяці, сезони та роки. Індекс DM використовується в усьому світі для визначення умов сухого/вологого клімату будь-якого даного регіону або регіонів.

Річні та місячні значення індексу посушливості DM , Ia_{DM} та Im_{DM} , можуть бути представлені рівняннями 7 та 8 відповідно:

$$Ia_{DM} = \frac{Pa}{Ta+10}, \quad (7)$$

$$Im_{DM} = \frac{Pm}{Tm+10}, \quad (8)$$

де Pa та Pm – річна та місячна кількість опадів; Ta та Tm – середні річні та місячні температури повітря [28].

РОЗДІЛ 3

ТЕНДЕНЦІЇ ЗМІНИ КЛІМАТУ В РІЗНИХ РЕГІОНАХ УКРАЇНИ

3.1. Тенденції зміни кліматичних показників в м. Рівне

Встановлено, що температури 1999–2023 рр. були вищими, ніж температури за 1974–1998 рр. упродовж всіх місяців календарного року. Зимові температури упродовж першого періоду становили $-3,1^{\circ}\text{C}$, а упродовж другого періоду – $-2,2^{\circ}\text{C}$, тобто перевищення температури у 1999–2023 порівняно з 1974–1998 рр. було $0,9^{\circ}\text{C}$ (29%). Навесні середні весняні температури протягом першого періоду становили $7,5^{\circ}\text{C}$, а упродовж другого – $9,0^{\circ}\text{C}$, тобто перевищення становило $1,5^{\circ}\text{C}$ (17%). Влітку у першому періоді температури становили $17,2^{\circ}\text{C}$, а другому – $19,6^{\circ}\text{C}$, тобто різниця становила $2,4^{\circ}\text{C}$ (12%) (рис. 3.1).

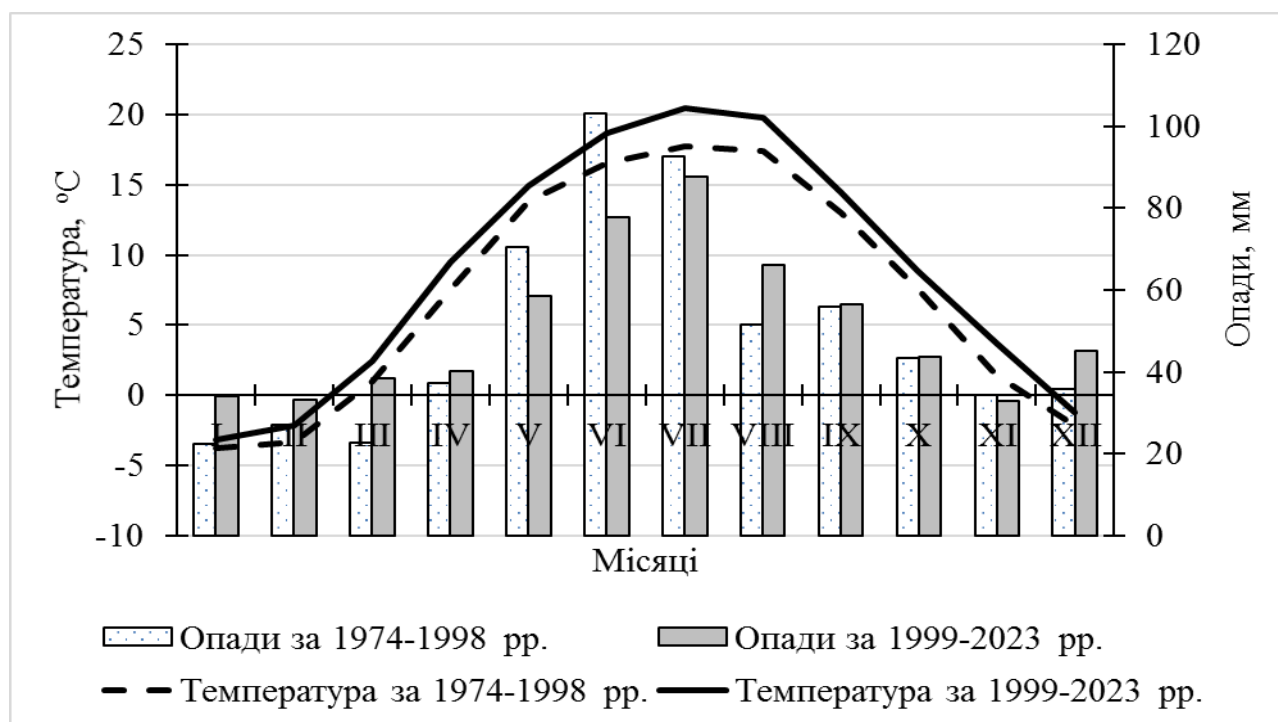


Рис. 3.1 - Кліматограма за даними Рівненської метеостанції

Сума зимових опадів у першому періоді становила 85,1 мм, а у другому – 112,3 мм, тобто перевищення становило 27,2 мм (24%). Навесні перевищення

опадів у другому періоді спостерігалось у березні-квітні, а у травні вже спостерігався зворотній процес – навпаки кількість опадів була меншою, ніж у першому періоді. Тобто сума опадів упродовж першого періоду за два перші місяці весни становила 59,9 мм, а відповідна величина за другий період була 78,5 мм, тобто різниця становила 18,6 мм (24 %). Упродовж травня опади у першому періоді становили 70,4 мм, а у другому – 58,6 мм. Тобто відбулося зменшення опадів у другому періоді на 11,9 мм (17 %). Влітку кількість опадів у другому періоді зменшилася на 6% (15,7 мм). Тобто у першому періоді сума опадів за червень-серпень становила 247,3 мм, а у другому – 231,6 мм. Восени зменшення опадів у другому періоді порівняно з першим було незначним – 0,5 мм (0,4%), тобто у першому періоді 133,7 мм, а у другому – 133,2 мм (0,4 %) (див. рис. 3.1).

Отже, встановлено, що температури були вищими у 1999-2023 рр. порівняно з 1974–1998 рр. упродовж всього року, а кількість опадів була вищою у другому періоді упродовж зими, а також упродовж весінніх місяців березня та травня. Упродовж травня-липня кількість опадів була меншою у другому періоді, а у серпні спостерігалось перевищення опадів у травні у другому періоді. Упродовж осінніх місяців різниця у кількості опадів була незначною.

Середньорічні температури. Спостерігався тренд збільшення середньорічної температури упродовж 1974–2023 рр. (рис. 3.2).

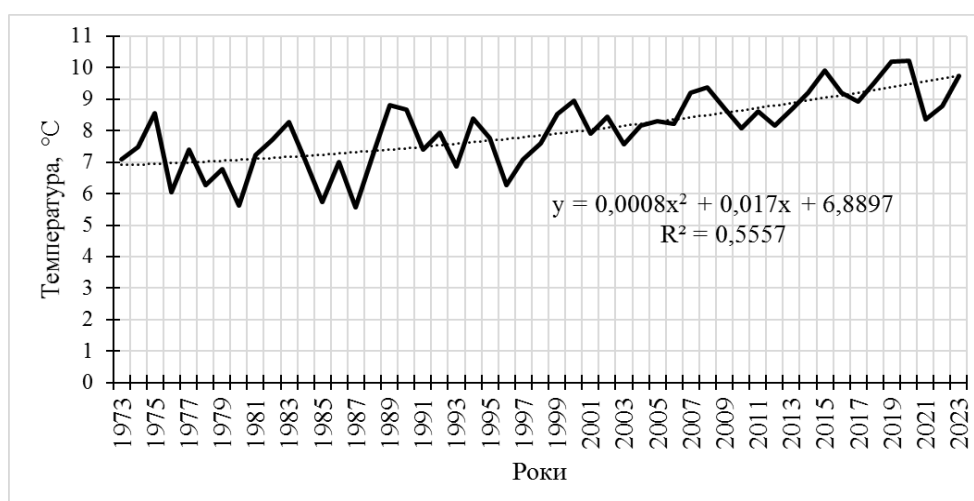


Рис. 3.2 - Динаміка середньорічних температур за даними Рівненської метеостанції

Статистичний аналіз порівняння середньорічних температур за 1974-1998 та 1999-2023 рр. показав значуще перевищення середньорічної температури порівняно з першим ($t_{\text{факт.}}=6,8$, $t_{\text{теор.}}=3,5$, на рівні 0,001 значущості). Це перевищення становило $1,6^{\circ}\text{C}$ (18%). Коефіцієнт варіації вищий у першому періоді в порівнянні з першим (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Описова статистика середньорічної температури за даними Рівненської метеостанції

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, $^{\circ}\text{C}$ /помилка	$7,23 \pm 0,19$	$8,84 \pm 0,14$
Стандартне відхилення	0,94	0,71
Мінімум	5,57	7,57
Максимум	8,8	10,2
Коефіцієнт варіації	13	8

Максимальна температура. Спостерігався тренд збільшення максимальної температури упродовж 1974–2023 рр. , який описано кривою другого порядку (рис. 3.3).

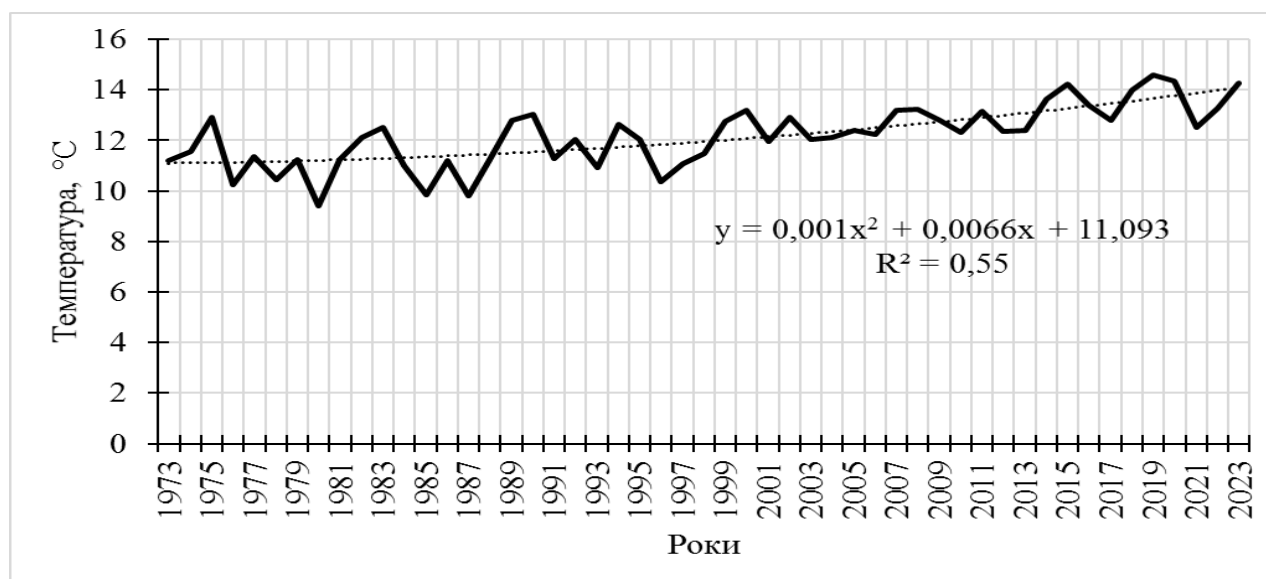


Рис. 3.3 - Динаміка максимальних температур за даними Рівненської метеостанції

Статистичний аналіз порівняння максимальних температур за 1974-1998 та 1999-2023 рр. показав значуще перевищення середньорічної температури порівняно з першим ($t_{\text{факт.}}=6,7$, $t_{\text{теор.}}=3,5$, на рівні 0,001 значущості). Ця різниця становила 1,0°C (8%). Коефіцієнт варіації є вищим у другому періоді (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Описова статистика максимальної температури за даними Рівненської метеостанції

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, °С /помилка	11,03±0,20	13,04±0,16
Стандартне відхилення	0,99	0,78
Мінімум	9,42	11,98
Максимум	13,0	14,6
Коефіцієнт варіації	9,0	6,0

Мінімальна температура. Встановлено підвищення тренду мінімальної температури (рис. 3.4).

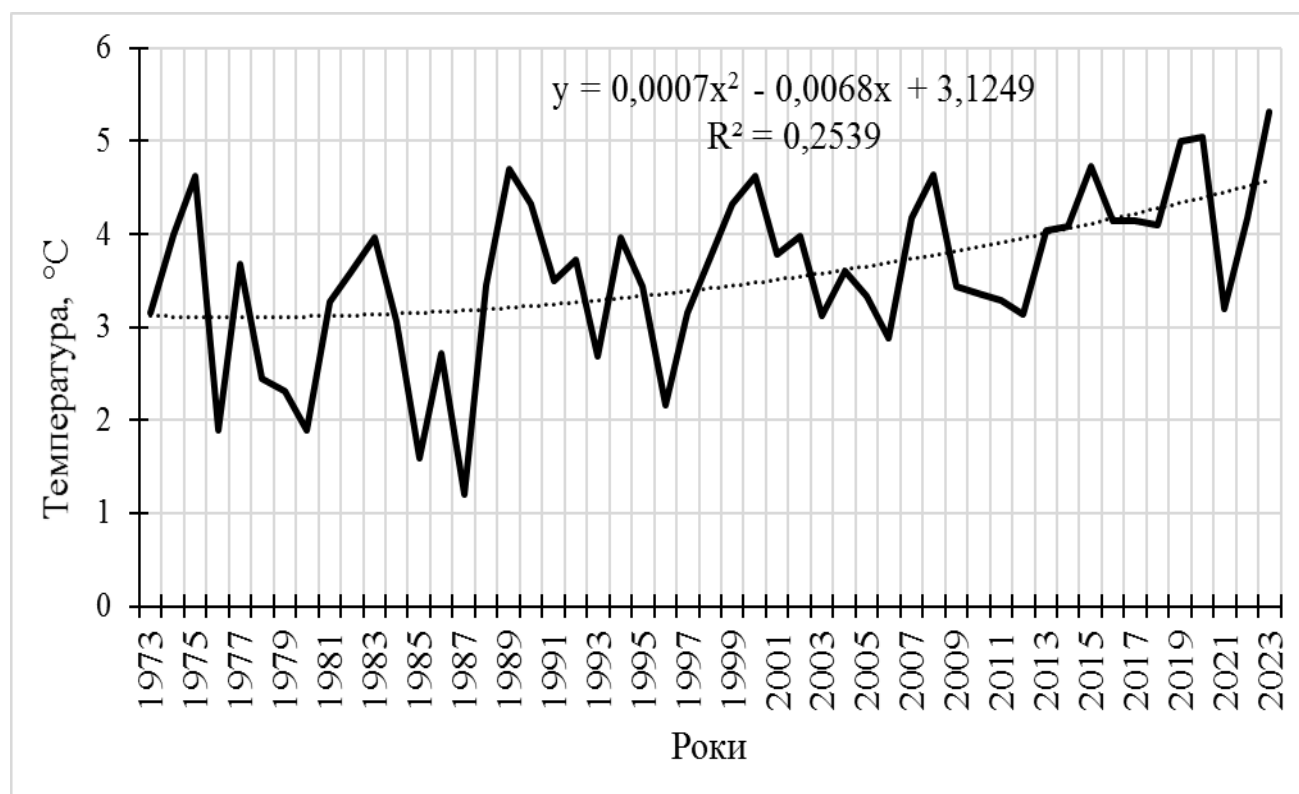


Рис. 3.4 - Динаміка мінімальних температур за даними Рівненської метеостанції

Мінімальна температура у другому періоді була вищою на 0,82°C (21%) в порівнянні з першим. Коефіцієнт варіації є дещо вищим у другому періоді (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Описова статистика мінімальної температури за даними Рівненської метеостанції

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, °C /помилка	3,16±0,19	3,98±0,13
Стандартне відхилення	0,94	0,67
Мінімум	1,2	2,88
Максимум	4,7	5,32
Коефіцієнт варіації	30	17

Опади. Встановлено, що упродовж 1974–2023 рр. тренд динаміки опадів незначно збільшився (рис. 3.5).

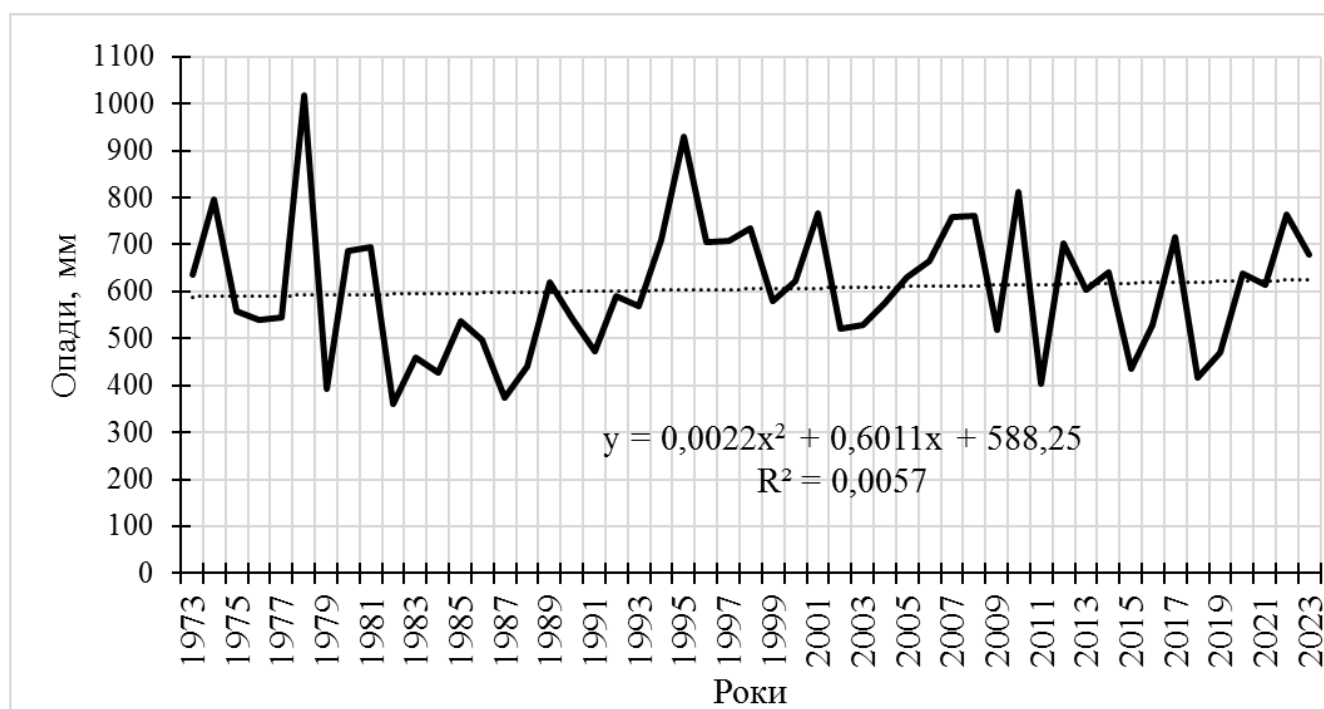


Рис. 3.5 - Динаміка опадів за даними Рівненської метеостанції

Перевищення кількості опадів було незначне у 1999–2023 рр. в порівнянні з 1974–1998 рр. на 17,7 мм (3%) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Описова статистика опадів за даними Рівненської метеостанції

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, °С /помилка	596,37±33,24	614,08±23,27
Стандартне відхилення	166,18	116,37
Мінімум	359,65	402,05
Максимум	1018,77	812,35
Коефіцієнт варіації	28	19

Відносна вологість. Встановлено зменшення тренду відносної вологості у період 1974–2023 рр. (рис. 3.6).

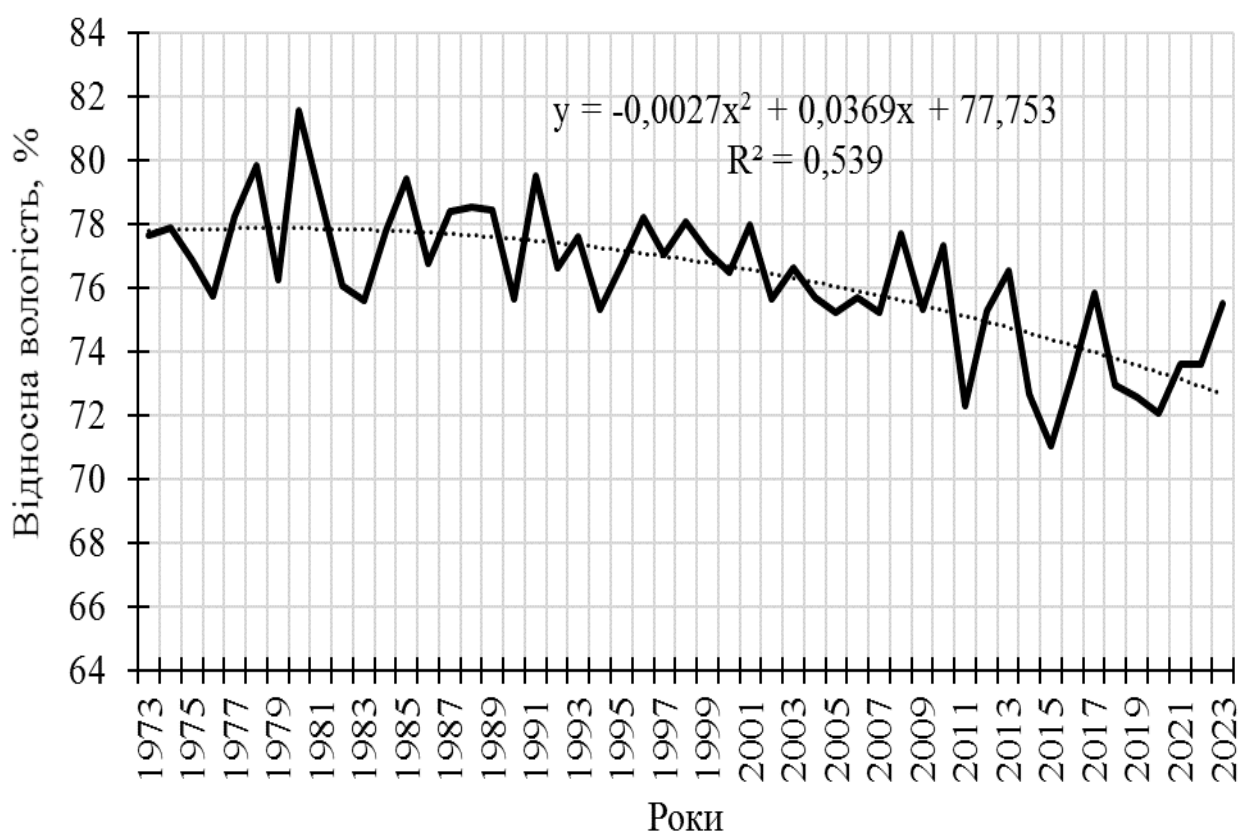


Рис. 3.6 - Динаміка відносної вологості за даними Рівненської метеостанції

Відбулося зменшення відносної вологості у другому періоді в порівнянні з першим на 2,7%. Тобто різниця становила 3% (табл. 3.5).

**Описова статистика відносної вологості за даними
Рівненської метеостанції**

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, °C /помилка	77,65±0,31	74,95±0,39
Стандартне відхилення	1,53	1,93
Мінімум	75,34	71,08
Максимум	81,57	78,00
Коефіцієнт варіації	2	3

3.2. Тенденції зміни кліматичних показників в м. Полтава

Встановлено, що температури за 1999–2023 рр. були вищими, ніж температури за 1974–1998 рр. упродовж всіх місяців календарного року. Зимові температури упродовж першого періоду становили $-4,5^{\circ}\text{C}$, а упродовж другого періоду – $-4,0^{\circ}\text{C}$, тобто перевищення температури у 1999–2023 порівняно з 1974–1998 рр. було $1,7^{\circ}\text{C}$ (31%). Навесні середні весняні температури упродовж першого періоду становили $8,1^{\circ}\text{C}$, а упродовж другого – $9,5^{\circ}\text{C}$, тобто перевищення становило $1,4^{\circ}\text{C}$ (15%). Влітку у першому періоді температури становили $19,2^{\circ}\text{C}$, а другому – $21,2^{\circ}\text{C}$, тобто різниця становила $2,0^{\circ}\text{C}$ (10%) (рис. 3.7).

Сума зимових опадів у першому періоді становила 114,9 мм, а у другому – 126,1 мм, тобто перевищення становило 11,2 мм (9%). Сума весняних опадів була майже однаковою упродовж обох періодів (у першому періоді випало 132,4 мм, а у другому – 132,5 мм). В березні та травні спостерігалось незначне збільшення опадів (в березні та травні сума опадів у першому періоді становила 82,2 мм, а у другому періоді – 96,9 мм, тобто перевищення склало 14,7 мм, тобто 15%). У квітні встановлено зменшення опадів у другому періоді в порівнянні з першим на 29%. В перших два літніх місяця випало упродовж першого періоду 126,5 мм, а упродовж другого – 146,7 мм. Тобто перевищення склало 20,2 мм (14%). В серпні навпаки – кількість опадів зменшилася на 19,5 мм (10%). Тобто у першому періоді в серпні

випало 50,1 мм, а у другому – 40,3 мм. У вересні першого періоду сума опадів була меншою від суми вересневих опадів другого періоду на 0,7% (0,4 мм). Упродовж жовтня-листопада відбулося зменшення опадів у другому періоді на 11% (9,7 мм). Тобто у жовтні-листопаді першого періоду випало 92,1 мм, а другому періоді – 82,4 мм (рис. 3.7).

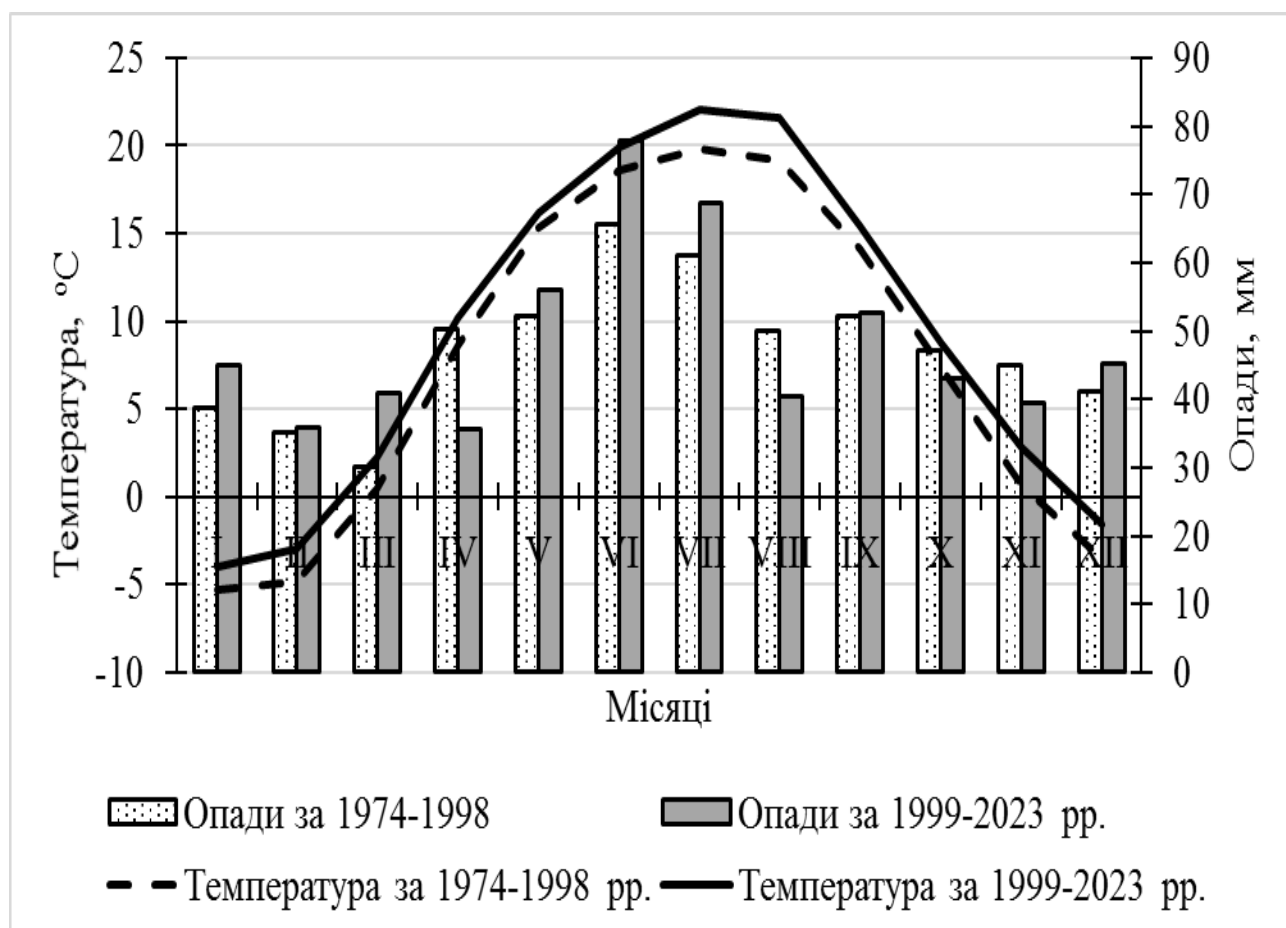


Рис. 3.7 Кліматограма за даними Полтавської метеостанції

Отже, встановлено, що температури були вищими у 1999–2023 рр. порівняно з 1974–1998 рр. упродовж всього року, а кількість опадів була вищою у другому періоді упродовж зими, а також упродовж весінніх місяців березня та травня. Упродовж червня-липня кількість опадів була більшою у другому періоді, а у серпні спостерігалось зменшення опадів. Упродовж осінніх місяців незначне перевищення опадів було у вересні, а упродовж жовтня-листопада – навпаки – спостерігалось незначне зменшення кількості опадів.

Середньорічні температури. Спостерігався тренд збільшення середньорічної температури упродовж 1974–2023 рр. (рис. 3.8).

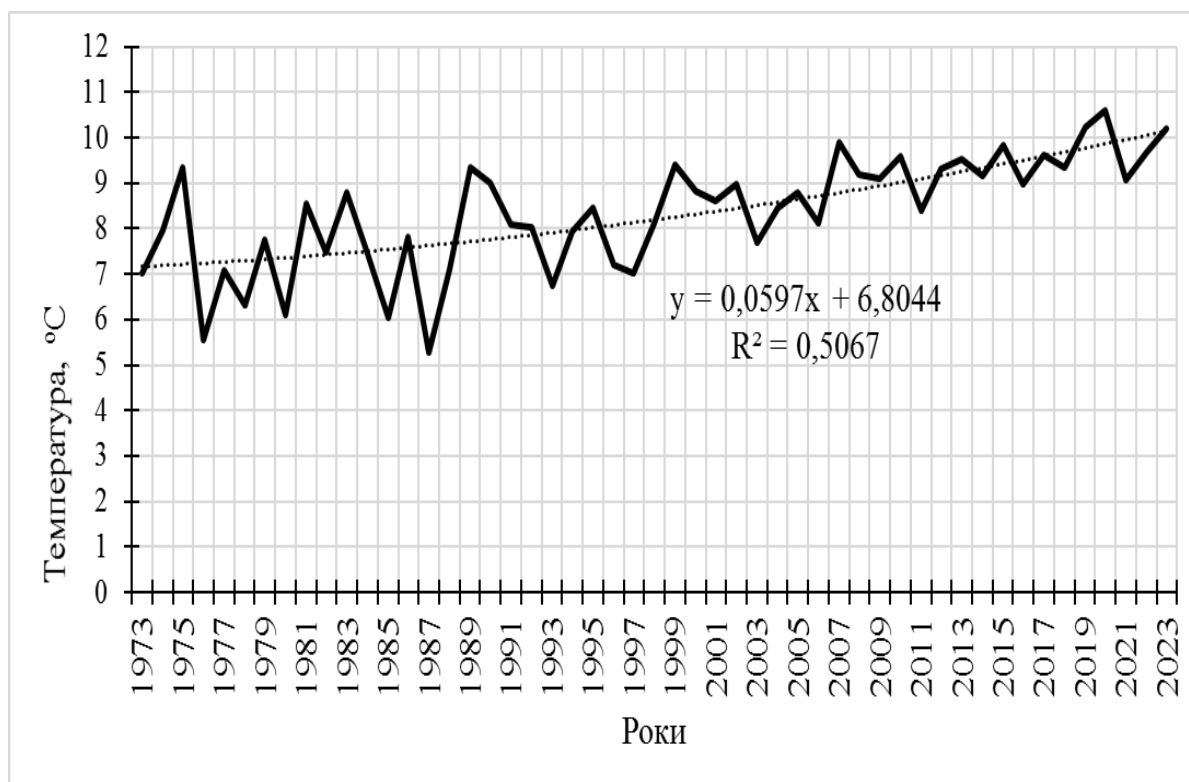


Рис. 3.8 - Динаміка середньорічних температур за даними Полтавської метеостанції

Встановлено, що середньорічна температура збільшилася у другому періоді на 1,68, тобто на 17% (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Описова статистика середньорічної температури за даними Полтавської метеостанції [21]

Періоди	1974-1998 рр.	1999-2023 рр.
Середнє, °C /помилка	7,54±0,22	9,22±0,14
Стандартне відхилення	1,11	0,68
Мінімум	5,29	7,71
Максимум	9,36	10,6
Коефіцієнт варіації	14,73	7,35

Максимальні температури. Встановлено, що упродовж 1974–2023 рр. тренд максимальних температур збільшився (рис. 3.9).

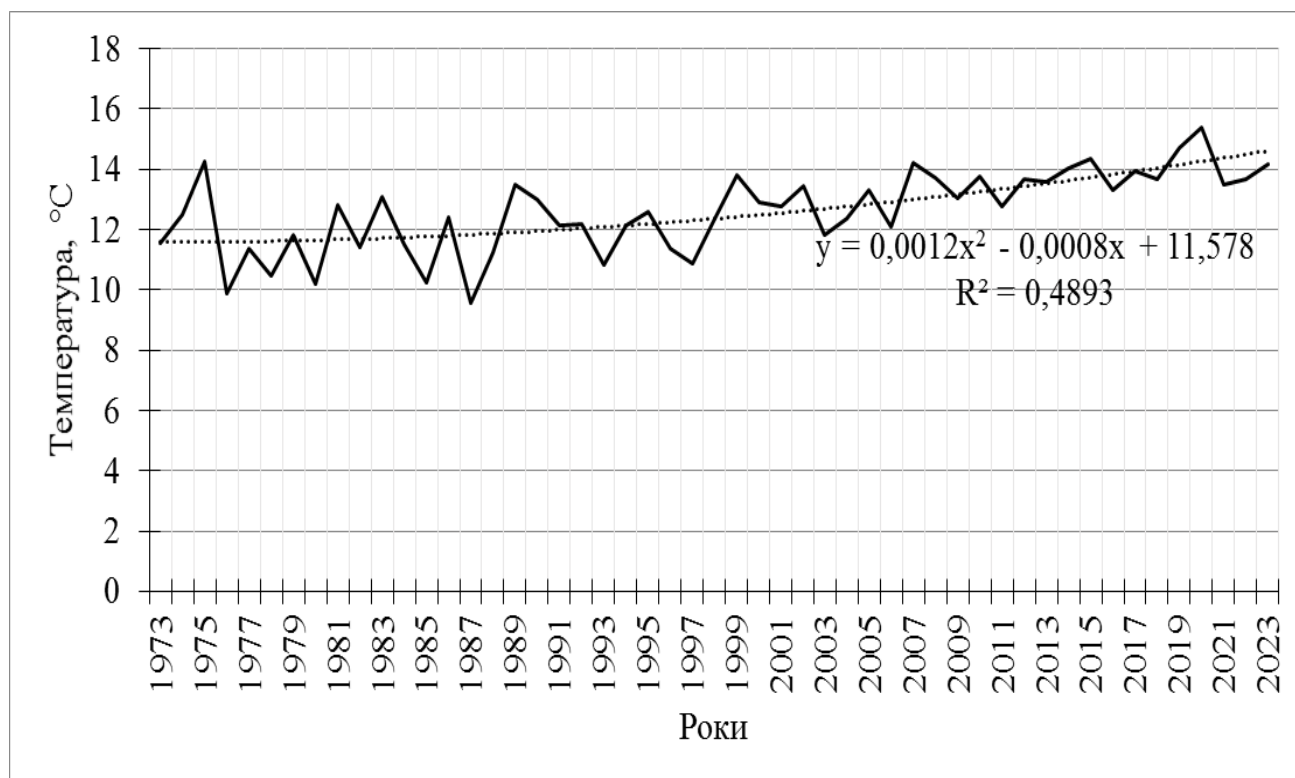


Рис. 3.9 - Динаміка максимальних температур за даними Полтавської метеостанції

Встановлено, що максимальні температури упродовж 1999–2023 рр. були вищими, ніж у 1974-1998 рр. на 1,78 °С. Це перевищення було значущим ($t_{\text{факт.}} = 6,3$, $t_{\text{теор.}} = 3,5$) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Описова статистика максимальної температури за даними Полтавської метеостанції [21]

Періоди	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.
Середнє, °С /помилка	11,75±0,23	13,52±0,16
Стандартне відхилення	1,17	0,79
Мінімум	9,58	11,84
Максимум	14,24	15,38
Коефіцієнт варіації	10	6

Мінімальні температури. Тренд мінімальних температур збільшувався упродовж 1974–2023 рр. (рис. 3.10).

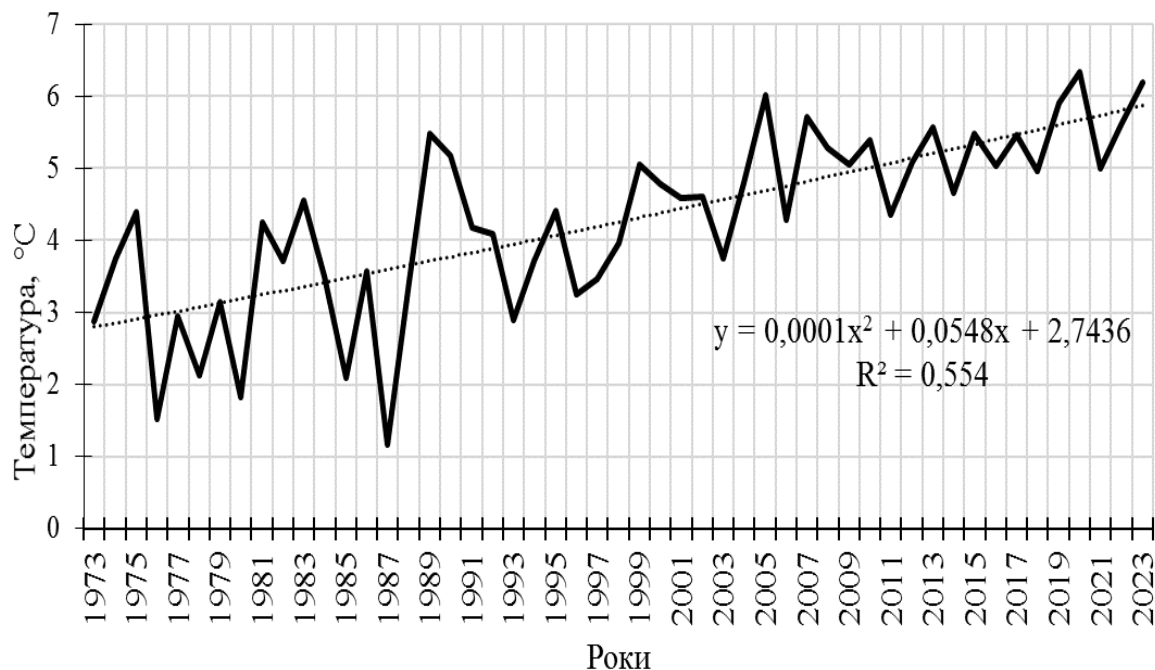


Рис. 3.10 - Динаміка мінімальних температур за даними Полтавської метеостанції

Підвищення мінімальної температури у другому періоді було вищим в порівнянні з першим періодом на 1,7 °С (30%). Ця різниця є значущою ($t_{\text{факт.}} = 6,8$, $t_{\text{теор.}} = 3,5$ на 0,001 рівні значущості (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Описова статистика мінімальної температури за даними Полтавської метеостанції [21]

Періоди	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.
Середнє, °С /помилка	3,46±0,22	5,16±0,12
Стандартне відхилення	1,08	0,62
Мінімум	1,17	3,74
Максимум	5,48	6,33
Коефіцієнт варіації	31	12

Опади. Тренд опадів упродовж 1974–2023 рр. майже не змінився. Встановлено роки з максимальною кількістю опадів: 1977, 1988, 1997, 2001, 2004,

2008, 2009, 2016 рр., в які випало від 702 мм до 849 мм. Також встановлено роки з мінімальною річною кількістю опадів: 1975, 1986, 1987, 1992, 1993, коли кількість опадів коливалася в межах 336,6 до 411 мм., коли їх кількість коливалася в межах від 336 до 411 мм (рис. 3.11).

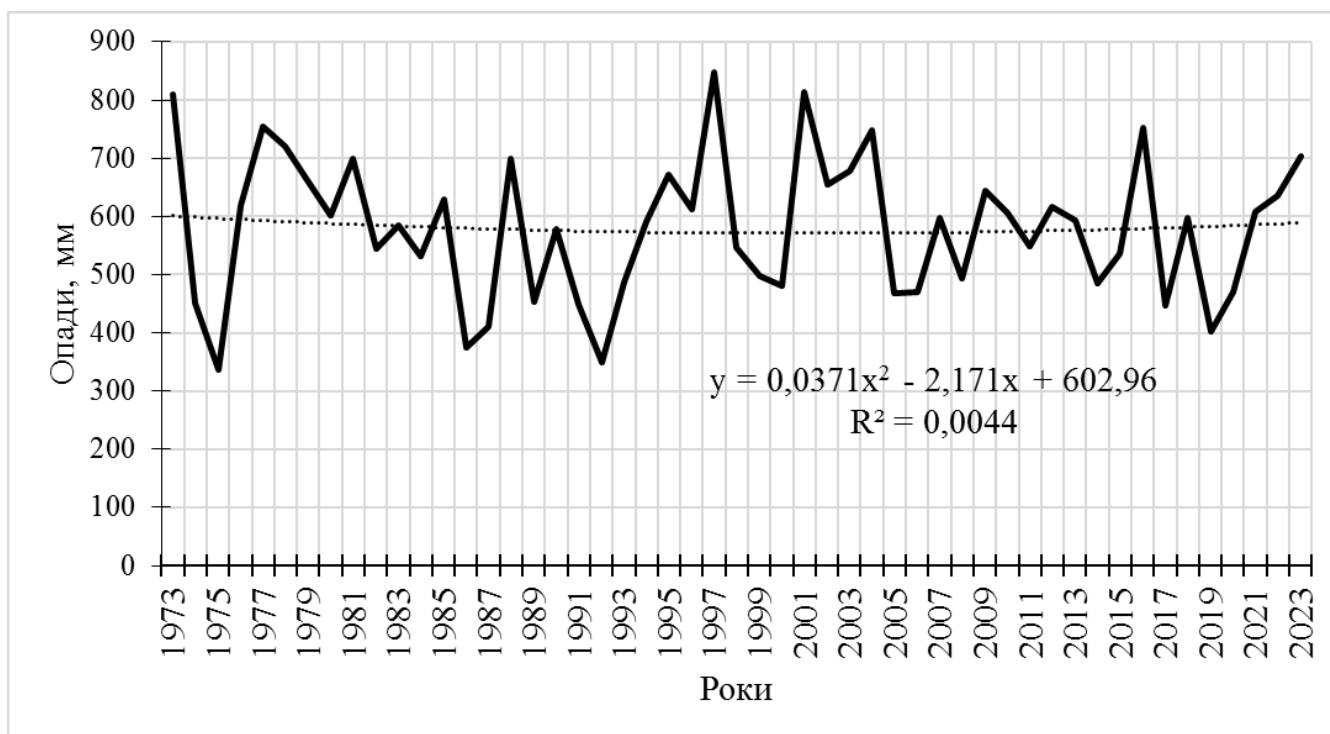


Рис. 3.11 - Динаміка опадів за даними Полтавської метеостанції

Перевищення опадів у другому періоді було незначущим, воно становило 13,9 мм, тобто 2,4% . Коефіцієнт варіації зменшився у другому періоді (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Описова статистика опадів за даними Полтавської метеостанції [21]

Періоди	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.
Середнє, °С /помилка	568,13±26,28	581,98±21,45
Стандартне відхилення	131,38	107,26
Мінімум	336,58	403,13
Макимум	848,6	814,73
Коефіцієнт варіації	23	18

Відносна вологість. Встановлено зменшення тренду відносної вологості упродовж 1974-2023 рр. Роки з високою відотною вологістю: 1976, 1977, 1978, 1980, 1981, 1997, 2004, 2005, 2006, 2023. Відносна вологість в ці роки коливалася від 73 до 79%. Роки з низькою відотною вологістю: 1975, 1983, 1986, 1992, 1999, 2002, 2014, 2014, 2015 рр. характеризувалися цього показника в межах від 67 до 70% (рис. 3.12).

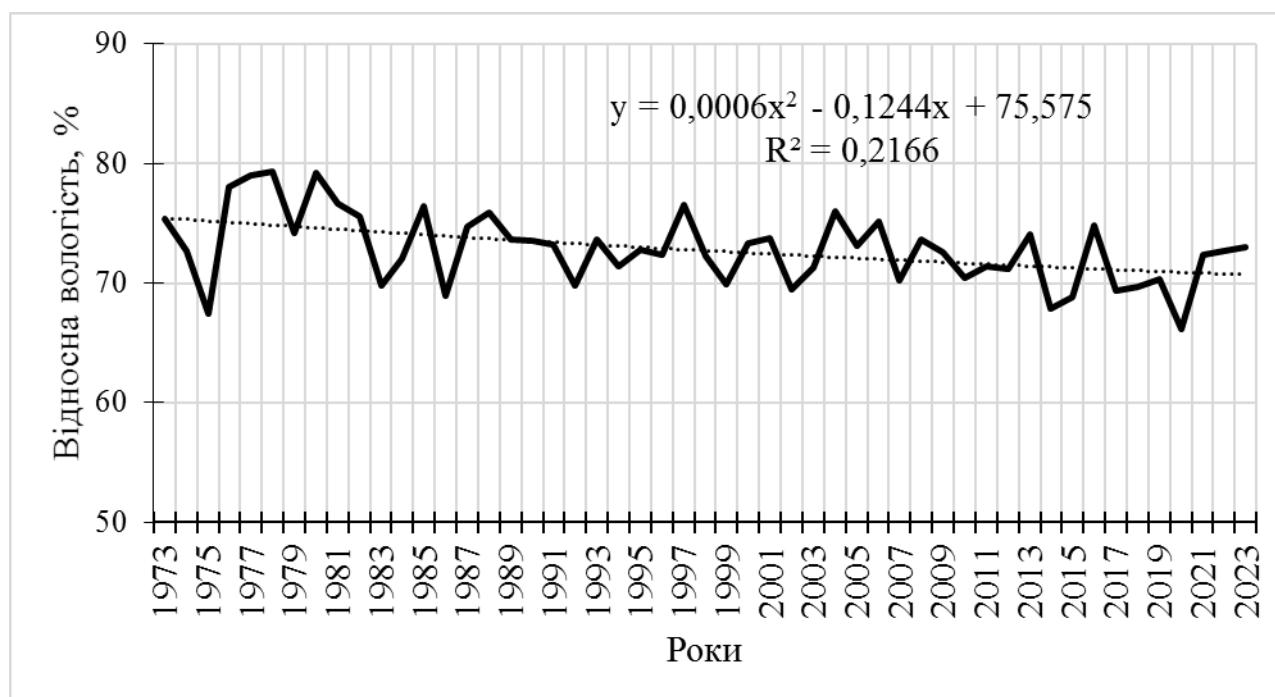


Рис. 3.12 - Динаміка відносної вологості за даними Полтавської метеостанції

У другому періоді відбулося незначуще зменшення відносної вологості в порівнянні з першим періодом на 2,3% (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

Описова статистика відносної вологості за даними Полтавської метеостанції [21]

Періоди	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.
Середнє, °С /помилка	73,96±0,64	71,63±0,48
Стандартне відхилення	3,22	2,42
Мінімум	67,46	66,15
Максимум	79,37	66,15
Коефіцієнт варіації	3	4

Отже, для Полтави у другому періоді (1999–2023 рр.) порівняно з першим середньорічна температура збільшилася на 1,7 °С (18,2 %), для м. Рівне підвищення температури склало 1,6 °С (18,2 %), Темпи збільшення максимальної температури зафіксовано для лісової зони, де максимальна температура підвищилася на 2,0°С (15,4 %), для лісостепової зони відповідно на 1,8°С (13,1 %). Мінімальна температура для метеостанції м. Рівне збільшилася у 1999-2023 рр. порівняно з 1974-1998 рр. на 0,8 °С (20,1 %), водночас для м. Полтава відповідне значення становило 1,7 °С (32,97 %). Тобто підвищення мінімальної температури було більшим для лісостепової зони порівняно з лісовою зоною. Спостерігалось незначне збільшення річних опадів для обох метеостанцій: для метеостанції м. Рівне ця різниця для двох періодів склала 17,7 мм (2,9 %), а для метеостанції м. Полтава – 13,9 мм (2,4%). Відносна вологість навпаки – зменшилася у другому періоді для обох метеостанцій: для м. Рівне – на 2,7% (3,5%), а для м. Полтава – на 2,3% (3,2%).

Ступінь варіювання всіх кліматичних показників зменшилася у другому періоді за винятком відносної вологості для м. Рівне у другому періоді (1999–2023 рр.), про що свідчить стандартне відхилення. Темпи змін кліматичних чинників для обох метеостанцій відрізнялися незначно.

При порівнянні кліматичних чинників для 1974–1998 та 1999–2023 рр. для метеостанцій м. Рівне та м. Полтава встановлено, що збільшення середньої, максимальної та мінімальної температури у другому періоді відбулося в діапазоні 13-33%. Кількість опадів також збільшилася у другому періоді на 2,4-3,5% на відміну від відносної вологості, яка зменшилася на 2,7-3,2% для обох метеостанцій у другому періоді. Це свідчить про те, що незначне збільшення опадів не змогло компенсувати значне збільшення температур, що призвело до зменшення відносної вологості.

3.3 Гідротермічні коефіцієнти

Мета дослідження – порівняти зміни гідротермічних коефіцієнтів для міст Рівне (лісова зона) та Полтава (лісостепова зона) для 1974–1998 та 1999–2023 рр.

Коефіцієнт O_1 відображає гідрологічний режим з жовтня попереднього року по серпень поточного року, тобто характеризує як період вологонакопичення у ґрунті, яке відбувається восени попереднього року та взимку, так і умови вегетаційного періоду. В м. Рівне гідротермічний коефіцієнт O_1 у другому періоді у порівнянні з першим збільшився на 11%, а у Полтаві – на 13%. Коефіцієнт де Мартонне та гідротермічний показник Селянинова, які характеризують гідрологічні умови вегетаційного періоду, показали збільшення аридності для обох міст у другому періоді у порівнянні з першим.

Умови аридності в лісовій зоні (м. Рівне) та в лісостеповій (м. Полтава) упродовж 1974–2023 рр. змінювалися по-різному. Ці зміни для ГТК коливалися в межах від 2 до 18%. При цьому для лісової зони гідротермічні коефіцієнти, що відображають гідрологічні умови вегетаційного періоду були вищими в м. Рівне, ніж в Полтаві і змінювалися з більшою швидкістю.

Так для м. Рівне відбулося зменшення гідротермічного коефіцієнта де Мартонне – на 6%, а для Полтави – на 4%, а для ГТК Селянинова відповідно на – 18% та 13% (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Гідротермічні коефіцієнти за даними Рівненської та Полтавської метеостанцій [30]

Гідротермічний показник	м. Рівне		м. Полтава	
	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.	1974–1998 рр.	1999–2023 рр.
O_1	1,30±0,06	1,55±0,09	1,44±0,11	1,66±0,07
Коефіцієнт де Мартонне	34,41±2,06	33,04±1,30	32,73±1,71	30,36±1,55
Гідротермічний коефіцієнт Селянинова	1,59±0,12	1,30±0,07	1,13±0,08	1,02±0,07

ВИСНОВКИ

1. За даними Рівненської метеостанції статистичний аналіз порівняння середньорічних температур за 1974-1998 та 1999-2023 рр. показав значуще перевищення середньорічної температури порівняно з першим. це перевищення становило $1,6^{\circ}\text{C}$ (18%). Встановлено значуще перевищення середньорічної температури порівняно з першим. Ця різниця становила $1,0^{\circ}\text{C}$ (8%). Мінімальна температура у другому періоді була вищою на $0,82^{\circ}\text{C}$ (21%) в порівнянні з першим.

2. За даними Рівненської метеостанції перевищення кількості опадів було незначне (на 17,7 мм (3%)) у 1999–2023 рр. в порівнянні з 1974–1998 рр. Відбулося зменшення відносної величини у другому періоді в порівнянні з першим на 2,7%. Тобто різниця становила 3%.

3. За даними Полтавської метеостанції спостерігався тренд збільшення середньорічної температури упродовж 1974–2023 рр. Перевищення температури у другому періоді становило $1,68^{\circ}\text{C}$ (18%). Встановлено, що максимальні температури упродовж 1999–2023 рр. були вищими, ніж у 1974-1998 рр. на $1,78^{\circ}\text{C}$. Підвищення мінімальної температури у другому періоді було вищим в порівнянні з першим періодом на $1,7^{\circ}\text{C}$ (30%).

4. За даними Полтавської метеостанції тренд опадів упродовж 1974–2023 рр. майже не змінився. Перевищення опадів у 1999-2023 рр. порівняно з 1974-1998 рр. було незначущим, воно становило 13,9 мм, тобто 2,4%. У другому періоді відбулося незначуще зменшення відносної вологості (на 2,3%) в порівнянні з першим періодом.

5. При порівнянні кліматичних чинників для 1974-1998 та 1999-2023 рр. для метеостанцій м. Рівне та м. Полтава встановлено, що збільшення середньої, максимальної та мінімальної температури у другому періоді відбулося в діапазоні 13-33%.

6. Кількість опадів також збільшилася у другому періоді на 2,4-3,5% на відміну від відносної вологості, яка зменшилася на 2,7-3,2% для обох метеостанцій у другому періоді. Це свідчить про те, що незначне збільшення опадів не змогло

компенсувати значне збільшення температур, що призвело до зменшення відносної вологості.

7. Відбувається підвищення аридності впродовж вегетаційного періоду в обох природних зонах (лісовій і лісостеповій), при цьому швидше цей процес відбувається в лісовій зоні.

8. Гідротермічні коефіцієнти (коефіцієнт де Мартонне та гідротермічний коефіцієнт Селянинова) що відображають гідрологічні умови вегетаційного періоду, були вищими в м. Рівне, ніж в Полтаві і змінювалися з більшою швидкістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балабух В. О. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Закарпатській області. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2013. Вип. 13. С. 55-62.
2. Балабух В.О. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини XXI ст. Наукові записки *Тернопільського національного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. 2014, Вип. 1. С. 43–54. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2014_1_9 (дата звернення: 27.04.2025).
3. Балабух В. О., Малицька Л. В. Оцінювання сучасних змін термічного режиму України. *Геоінформатика*. 2017. Вип. 4, №64. С. 34–49.
4. Балабух В. О., Зібцев С. В. Вплив зміни клімату на кількість та площу лісових пожеж у північно-чорноморському регіоні України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2016. №. 18. С. 60-71.
5. Воровка В.П., Марченко О.А., Гришко С.В., Яцентюк Ю.В. Динаміка кліматичних характеристик міста Мелітополя як складова глобальних змін. *Екологічні науки*. 2022. Вип. 6, № 45. С. 105–109.
6. Дем'янюк О.С. Зміни клімату – глобальна екологічна і продовольча проблема людства. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 4. С. 6–13. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zp_2016_4_3. (дата звернення: 17.04.2025)
7. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*. 2009. Вип. 2. С. 34-44
8. Друге національне повідомлення України з питань зміни клімату. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2006. URL: https://climategroup.org.ua/upl/2-e_Nac_povid_po_zmini_klimatu_ukr.pdf (дата звернення: 21.03.2022),.
9. Єремєєв В., Єфімов В. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату. *Вісник Національної академії наук України*. 2003. № 2. С. 14-19. URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000009247> (дата звернення: 27.04.2025).

10. Про основні засади державної кліматичної політики. *Офіційний вебпортал парламенту України*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text> (дата звернення: 06.05.2025).
11. Іванюта С.П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь. Київ. : НІСД, 2020. 110 с.
12. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
13. Коваль І.М., Свириденко А.О. Зміна клімату в лісовій та лісостеповій зонах України. *Охорона довкілля: зб. наук. статей XX Всеукраїнських наукових Таліївських читань*. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. С. 232–234.
14. Лобода Н.С., Сербова З.Ф., Божок Ю.В Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління А1В). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2014. С.149-159.
15. Малицька Л.В., Балабух В.О. Ймовірні зміни кліматичних умов України до середини XXI ст. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2020. Вип. 1, № 56. С. 94–100. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.1.10>
16. На шляху до кліматичної нейтральності: Україна прийняла закон. Українська *Енергетика*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/na-shliakhu-do-klimatichnoi-neitralnosti-ukraina-pryiniala-zakon> (дата звернення: 27.04.2025).
17. Оковита Я.С. Вплив зміни клімату на біорізноманіття у контексті оцінки екосистемних послуг. *Галузеві проблеми екологічної безпеки – 2022: матеріали міжнародної науково-практичної конференції за участю молодих науковців, (27 жовтня 2022)*, Харків. С. 161–162.
18. П'ятакова В.Ф., Берлинский М.А. Вплив змін клімату на екосистему української частини чорноморського басейну як складова глобального потепління. *Екологічна безпека – сучасні напрямки та перспективи вищої освіти: зб. тез доповідей I Міжнародної інтернетконференції, м. Харків, 25 лютого 2021 р.* Харків, ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. С.101-103.

19. Приходько М. Причини, наслідки і шляхи протидії зміни клімату. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Географія*. 2014. № 1. С. 35–43. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2014_1_8. (дата звернення: 27.04.2025).
20. Про основні засади державної кліматичної політики. Закон України від 08.10.2024. № 3991-IX. Ст. 1-5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text>
21. Свириденко А.О., Коваль І.М. Оцінка тенденцій зміни клімату в регіонах України. *Актуальні проблеми формальної і неформальної освіти з моніторингу довкілля та заповідної справи : IV Міжнар. інтернет-конф., м. Харків, 18 квіт. 2025 р. С. 132-135.*
22. Чепур С.С. Біометрія: Методичний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2015. – 40 с.
23. Що принесе громадам новий рамковий кліматичний закон. *Еколтава*. URL: <https://www.ekoltava.org/2025/01/28/updated-framework-climate-law-impact-on-hromadas> (дата звернення: 17.04.2025).
24. Яворовський П.П. Вплив змін клімату на лісові екосистеми. *Лісове і садово-паркове господарство*. 2015, № 6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2015_6_14 (дата звернення: 27.04.2025).
25. Bramwell D. Plant adaption and climate change / 2nd World Scientific Congress Challenges in Botanical Research and Climate Change. 29 Juni — 4 july 2008. Delft, The Ne therlands. P. 3.
26. Global climate data. <https://en.tutiempo.net/climate/> (дата звернення: 17.04.2025)
27. Koval I. M., Bräuning A. The effect of climate change on the radial growth of *Pinus sylvestris* l. and *Quercus robur* l. in the stands of Kharkiv green zone. *Man and Environment. Issues of Neoecology*, 2024. Vol. 41, p. 132-142. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2024-41-10>.
28. The assessment of aridity in Leskovac basin, Serbia (1981-2010) / N. Milentijevic та ін. *Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA*. 2018. T. 68,

№ 2. С. 249–264. DOI: <https://doi.org/10.2298/ijgi1802249m> (дата звернення: 06.05.2025)..

29. Rybalova O., Artemiev S. Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 5, Issue 10 (89). P. 67–76. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.112211>

30. Svyrydenko A.O., Koval I. M., Hydrothermal coefficients as important indicators of climate change. *Ecology is a priority : All-Ukrainian English-speaking student conference, march 14, 2025, Kharkiv [Electronic resource] / Ed.: N. V. Maksymenko, N. I. Cherkashyna. – Kharkiv: V. N. Karazin National University, 2025. P.128–129. URL: <https://ekhnur.karazin.ua/handle/123456789/20978>*