

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет
кафедра географії України та регіоналістики**

ЗМІНИ ХАРАКТЕРИСТИК ЗИМОВОГО СЕЗОНУ В ЧЕРНІВЦЯХ

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)**

Виконала:

студентка 4 курсу, групи 407

Симинюк Тетяна Юріївна

Керівник:

кандидат географічних наук,
доцент **Николаєв А.М.**

До захисту допущено:

на засіданні кафедри

протокол № __ від _____ 2025 р.

Зав. кафедрою _____ проф. Костащук І.І.

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Симинюк Тетяна Юріївна

*Здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 103 – Науки про Землю,
ОПП «Гідрометеорологія» кафедри географії України та регіоналістики
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, м.
Чернівці, Україна*

Зміни характеристик зимового сезону в Чернівцях

Анотація. У роботі досліджено зміни основних характеристик зимового кліматичного сезону в місті Чернівці. Метою роботи є виявлення змін основних кліматичних характеристик зимового сезону в місті Чернівці.

Проведення даного дослідження допомогло виявити зміни основних кліматичних характеристик зимового сезону в місті Чернівці.

Ключові слова: кліматичний сезон, зимовий клімат, зміни кліматичних характеристик, зміни глобального клімату

ABSTRACT

Symyniuk Tetiana Yuriyivna

*Obtainer of the second (master's) level of higher education fields
of knowledge 10 – Natural sciences, specialties 103 – Earth sciences,
EPP «Hydrometeorology»
of the Department of Geography of Ukraine and Regional Studies
of the Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University,
Chernivtsi, Ukraine*

Changes in the characteristics of the winter season in Chernivtsi

Abstract. This study investigates the changes in the main characteristics of the winter climatic season in the city of Chernivtsi. The aim of the study is to identify changes in the key climatic features of the winter season in Chernivtsi.

Conducting this research made it possible to reveal the changes in the primary climatic characteristics of the winter season in the city of Chernivtsi.

Keywords: climatic season, winter climate, changes in climatic characteristics, global climate change

*Бакалаврська робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших
авторів мають посилання на відповідне джерело*

Т.Ю. Симинюк

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ЗМІНИ ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ	8
1.1 Зміна клімату, як глобальна загроза виживання людства	8
1.2 Міжнародна діяльність у сфері запобігання кліматичним змінам	13
РОЗДІЛ 2. РИСИ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ УКРАЇНИ	18
2.1 Кліматичні тенденції в Україні	18
2.2 Парникові гази – виклики для України	20
2.3 Проекції майбутнього клімату України	23
РОЗДІЛ 3. Особливості зимових сезонів у Чернівцях в 2000-2025 роках	26
3.1 Методичні підходи до оцінки змін зимового кліматичного сезону	26
3.2 Особливості зимового сезону в Чернівцях до початку сучасних змін клімату	28
3.3 Зміни основних кліматичних характеристик зимового сезону в Чернівцях	29
3.3.1 Зміни термічного режиму	29
3.3.2. Зміни режиму атмосферних опадів	37
3.3.3. Зміни тривалості кліматичного зимового сезону	41
3.3.4. Зміни характеристик снігового покриву	42
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	50

ВСТУП

Кліматичні зміни — одне з найбільш гострих і дискусійних питань сучасності, яке вимагає міждисциплінарного підходу та глибокого аналізу на всіх рівнях: від глобального до локального. Спостереження за кліматом, що ведуться протягом десятиліть у різних регіонах світу, свідчать про те, що клімат Землі динамічно змінюється. Ці зміни мають прямий вплив на природне середовище, економіку, суспільство, здоров'я населення та національну безпеку. Особливо чутливим до кліматичних коливань є зимовий період року, адже саме в цей час спостерігаються найнижчі температури, опади у вигляді снігу, часті прояви атмосферних аномалій та високі ризики надзвичайних ситуацій, пов'язаних із погодними умовами.

Чернівці як адміністративний центр західного регіону України мають унікальні кліматичні умови, які формуються під впливом як континентальних, так і атлантичних повітряних мас. Розташоване в передгір'ї Карпат місто характеризується помірно-континентальним кліматом із чітко вираженою сезонністю. Однак протягом останніх десятиліть у Чернівцях фіксуються значні зміни зимових погодних умов: підвищення середньомісячних температур, скорочення періоду стійкого снігового покриву, зменшення кількості днів із морозами, збільшення частоти відлиг та нестабільність опадів.

Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що зміни клімату набувають все більш відчутного характеру на місцевому рівні. Вивчення особливостей трансформації зимового клімату Чернівців дозволяє не лише фіксувати прояви глобальних кліматичних тенденцій, а й адаптувати міську інфраструктуру, систему охорони здоров'я, енергозабезпечення та сільське господарство до нових умов. Актуальність також підсилюється тим, що чітке розуміння локальних змін дозволяє розробити ефективні стратегії адаптації до кліматичних ризиків, що є особливо важливим у контексті євроінтеграційного курсу України та необхідності виконання міжнародних зобов'язань у сфері кліматичної політики.

Об'єктом дослідження є місто Чернівці, особливості і зміни його клімату.

Предметом дослідження виступають метеорологічні показники, що характеризують зиму: середньо сезонна температура повітря, амплітуди температур, тривалість зимового сезону, висота снігового покриву, тривалість його залягання, тощо.

Мета дослідження полягає у виявленні змін основних кліматичних характеристик зимового сезону в місті Чернівці.

Для досягнення встановленої мети були сформульовані і вирішені наступні науково-практичні завдання:

- ознайомитись з проблемами змін глобального клімату;
- вивчити напрямки міжнародної діяльності у галузі запобігання кліматичним змінам;
- вивчити основні тенденції змін клімату України і їх можливі наслідки;
- розробити і відпрацювати методику оцінки змін характеристик кліматичного сезону;
- встановити тенденцію змін зимового кліматичного сезону в Чернівцях і кількісно оцінити їх.

При написанні роботи були використані наступні дослідницькі методи: літературно-описовий, методи порівняння, методи обробки кліматологічної інформації.

Інформаційною базою роботи є літературні джерела, результати метеорологічних спостережень в місті Чернівці за 1961-1990 роки, опубліковані в Кліматичному Кадастрі України, та у 2000-2025 роках за даними спостережень на метеорологічній станції Чернівці- Університет

Наукова новизна роботи полягає в узагальненні й систематизації багаторічних метеорологічних спостережень із застосуванням сучасних методів аналізу кліматичних даних для виявлення змін зимового кліматичного сезону в Чернівцях.

Практичне значення дослідження полягає в можливості використання отриманих результатів для планування заходів з адаптації до кліматичних змін, оптимізації системи енергопостачання та опалення в місті, удосконалення прогнозів розвитку погодних умов, забезпечення стабільної роботи транспорту та комунального господарства, а також для подальших наукових досліджень у сфері кліматології, урбаністики та екології.

РОЗДІЛ 1. ЗМІНИ ГЛОБАЛЬНОГО КЛІМАТУ

1.1 Зміна клімату, як глобальна загроза виживання людства

В останні кілька десятиліть як в Україні, так і в усьому світі зростає кількість катастроф природного та техногенного характеру, збільшуються масштаби збитків від них. Це зумовлено низкою причин: збільшенням щільності населення Землі, прогресуючою урбанізацією територій, наслідком є антропогенний вплив на екологію Землі і, можливо, глобальне зміна клімату у ній. В даний час антропогенний фактор стає джерелом справжніх і майбутніх катастроф, оскільки, як вважають багато вчених, сучасна людина є головною загрозою знищення біосфери [9].

Починаючи з 1990 р. Міжурядова група експертів зі зміни клімату опублікувала п'ять оціночних доповідей, що узагальнюють багато тисяч національних спостережень щодо зміни клімату. У першій доповіді вплив людини на клімат оцінювався як імовірний, у наступному – більш ніж імовірний, в останньому – безсумнівно пов'язаний з діяльністю людини.

Деградація природного середовища та активізація розвитку небезпечних процесів характерні не тільки для урбанізованих територій. У другій половині ХХ століття ця тенденція набула глобальних масштабів. Незважаючи на те, що за двадцять років між конференціями ООН у Стокгольмі (1972 р.) та Ріо-де-Жанейро (1992 р.) на охорону навколишнього середовища було витрачено 1,2 трлн доларів, екологічна обстановка на Землі погіршується. Потепління клімату, що відзначається в останні роки, може істотно змінити хід розвитку багатьох небезпечних природних явищ. Це насамперед відноситься до екзогенних гідрометеорологічних та геокріологічних процесам. Так, за розрахунками американських фахівців, потепління на 1 градус може призвести до посилення повітряних потоків на Атлантичному узбережжі США на 40-60%, що, безсумнівно, посилить і так достатню вразливість цієї території від тропічних тайфунів і ураганів.

Клімат визначається надходженням сонячної радіації, процесами циркуляції повітряних мас, характером поверхні, що підстилає, а також складними взаємодіями між атмосферою, океанами, льодовиковими шапками на полюсах, осадовими породами, тваринним і рослинним світом.

Слід зважати на дві сторони проблеми зміни клімату. З одного боку, - безумовна небезпека цього явища, через що екологи відносять його до проблем високого ступеня економічної (а отже, і соціальної) небезпеки. З іншого боку, кліматологи розглядають процес зміни клімату як еволюційний, що відбувається в дуже і дуже уповільненому темпі, що часто нагадує кліматичні флуктуації – деяке потепління, зазначене в минулому столітті, може змінитися похолоданням приблизно в тих же температурних умовах у подібних історичних інтервалах і т. д. [9]. Відповідно до розрахунків із використанням глобальних кліматичних моделей протягом XXI ст. середня температура повітря може підвищитись на 1,5-5,8 °C, якщо концентрація CO₂ подвоїться [6].

Підйом глобальної температури тропосфери Землі більшість вчених пов'язують із трансформацією складу атмосферного повітря, зумовленого діяльністю людини. Теорія парникового ефекту заснована на дії розсіяних в тропосфері таких газів, як діоксид вуглецю, метан, закис азоту, озон і хлорфторвуглеці. Збільшення концентрації основних тепличних газів обумовлюється інтенсивним зростанням викидів їх у тропосферу внаслідок спалювання органічного та вуглеводневого палива. Сутність парникового ефекту полягає в поглинанні цими газами довгохвильового (інфрачервоного) випромінювання, що виходить від Землі, та підвищення за рахунок цієї температури в тропосфері з одночасним охолодженням стратосфери.

Незважаючи на існування різних точок зору на процес зміни клімату, за загальним визнанням необхідно чітко представляти причини, характер та наслідки цього явища, що може якщо не запобігти, то принаймні пом'якшити негативні наслідки кліматичних змін.

Починаючи з 1860 р. - часу перших інструментальних вимірів приземної

температури повітря – до нашого часу відзначається поступове зростання температури Землі. За даними Національного агентства США з аеронавтики та дослідження космічного простору, на планеті стало тепліше за сторіччя на 0,8 градуса. Потепління нерівномірне (у високих широтах зміни температури майже в 3,5 рази більше, ніж у екватора) та яскравіше виражено взимку. Як індикатор підвищення температури Землі може бути зменшення товщини пакових льодів Арктики, що скоротилася з 3,12 м у 1960-ті РР. до 1,8 м у 1990-х роках. Крім того, площа поширення сезонних морських льодів Арктики постійно зменшувалась із середньою швидкістю 2,8% за 10 років.

Аналогічні зміни спостерігаються із шельфовими льодовиками Антарктиди, які останніми роками активно руйнуються. На Кавказі за останні 150 років відбувся відступ льодовиків на 0,8-1,7 км та скорочення їхньої площі на 16% [1].

Прогноз як глобальних, і регіональних змін клімату Землі є нині однією з найважливіших наукових проблем. Існує велика різноманітність моделей кліматичних змін та зроблених на їх основі прогнозів. Більшість даних вказує на те, що глобальна температура до середини XXI століття може збільшитись на 1,5-2,7 °С. Однією з найбільш серйозних небезпек, пов'язаних із очікуваним потеплінням клімату, є танення льодових покривів у Гренландії та високогірних льодовиків, що може призвести до підвищення рівня Світового океану.

Реалізація навіть помірною прогнозу підйому рівня океану може призвести до затоплення і підтоплення в низці країн низовинних прибережних територій, підвищення частоти розвитку повеней і площі затоплюваної території, руйнування споруд берегового захисту і т.д., до якої належить значна частина території України.

Одним із серйозних наслідків зміни клімату є зміна зовнішності планети, скорочення її біорізноманіття. На середину століття може зникнути половина всіх видів рослин.

В Україні, як і в усьому світі, має місце антропогенне забруднення

навколишнього середовища, рівень якого перевищує науково обґрунтовані допустимі значення. Швидкість потепління в Україні через глобальну зміну клімату за останнє десятиліття, за даними МНС, зросла порівняно з ХХ ст. Зміна клімату вже призвела до значного зростання в Україні числа великомасштабних природних катастроф, насамперед повеней та лісових пожеж.

Потепління останніми роками відзначається на всій території України. На думку Українських та зарубіжних експертів, глобальне потепління може призвести до зміни екстремальних метеорологічних та кліматичних умов на території України. Поряд із загальним трендом підвищення середніх значень температур відзначається збільшення амплітуди короточасних температурних коливань і повторюваність аномальних явищ, пов'язаних з сильними морозами і високими позитивними температурами, штормовими вітрами, снігопадами, зливними погодними умовами і т.д. техногенного впливу, що зумовлюють ще складніший характер погодних трансформацій [1].

При підвищенні температури на 3-5 °C та збільшенні опадів на 10-20% прогнозується зростання річних стоків Дніпра на 25-40%. Очікується збільшення небезпечних паводків на річках Центрального регіону та Заходу України. Прогнозоване зменшення опадів у зонах навколо озер в Карпатах призведе до зростання кількості та масштабів лісових пожеж.

Можливі зміни режиму стоку рік і зростання ймовірності великих повеней. Негативні наслідки очікуються також у зв'язку з підвищенням рівня підземних вод та заболочуванням, що може спричинити збільшення кількості надзвичайних ситуацій на шахтах та інших підземних спорудах.

І. А. Макаров, розглядаючи ключові проблеми при аналізі глобальної зміни клімату, виділяє основні напрямки негативного впливу зміни клімату на світову економіку:

1. Зміна клімату вплине на виробництво сільськогосподарської продукції. Підвищення температури на 1 °C може призвести до падіння врожайності трьох основних сільськогосподарських культур (пшениці,

рису та кукурудзи) на 10%.

2. Танення льодових шапок Землі, підйом рівня моря та зростання кількості повеней та ураганів підвищують уразливість прибережних територій.
3. Зростає частота гідрометеорологічних природних катастроф: повеней, посух, хвиль тепла та холоду, ураганів та штормів.
4. Зміна клімату надає прямий і опосередкований негативний вплив на стан здоров'я населення планети. Прямий ефект полягає у збільшенні захворюваності та смертності у зв'язку з складністю пристосування організму до нових кліматичних умов, непрямий – у збільшенні захворюваності та смертності через сільськогосподарське недовиробництво у низці регіонів. Небезпеки здоров'ю людини таїться також у розширенні північ осередків низки небезпечних тропічних захворювань.
5. Кліматичні зміни, очевидно, посилять нестачу прісної води, пов'язану в першу чергу з демографічним та економічним зростанням.
6. Зміна клімату загрожує функціонуванню багатьох екосистем [8].

Існує й опосередкований збиток від зміни клімату, пов'язаний, наприклад, з дестабілізацією політичної обстановки в особливо вразливих регіонах або з кліматичними біженцями, що збільшується.

В даний час глобальні зміни клімату стали об'єктом уваги економістів, соціологів, інженерів, біологів та лікарів. У роботі міжнародного колективу авторів подано аналіз економічних та соціальних проблем глобального потепління та обговорюються можливі шляхи їх подолання [7].

В економіці та соціології були відзначені процеси, чергування фаз яких дозволяє говорити якщо не про їхню циклічність, то про хвилеподібний характер. Аналіз показав, що більш ніж 90% випадків погіршення економічних показників відбувалося в роки екстремального зменшення сонячної активності. Економічних криз у періоди зростання сонячної активності практично не відбувалося.

Світове потепління позначиться на економічному розвитку країн світу в секторах, що залежать від погоди. Внесок цих секторів у виробництво МВП становить 30%, що означає серйозні макроекономічні наслідки змін клімату. Для світової економіки зміна клімату вже за 10-15 років обернеться щорічними збитками у вигляді 5% (до 2100 р. - до 20%) МВП [7].

На думку Б. Н. Порфир'єва, необхідні розробка та застосування різних механізмів адаптації економіки до мінливих кліматичних умов [10. – С. 160].

Глобальне потепління вплине на соціальні процеси. Трансформація клімату Землі та економічні проблеми призведуть до появи мільйонів біженців. Сьогодні, за даними ООН, у світі 25 млн. біженців через екологічні катастрофи. Згідно з прогнозом ООН, до 2050 р. їх кількість збільшиться до 200 млн. У найближчі десятиліття глобальне потепління, дефіцит води, що наростає, і скорочення сільськогосподарських угідь стануть вирішальними факторами міграції. Міграційні потоки будуть спрямовуватися по всьому світу [2].

Проблема зміни клімату Землі зачіпає все континенти. Її рішення лежить у використанні принципів Корпоративної соціальної відповідальності (КСВ), суть яких спрямована на значне зменшення кількості шкідливих викидів та їхнього впливу на навколишнє середовище. В основі цих принципів лежить насамперед прагнення гармонійного розвитку планети та суспільства, в якому питання охорони навколишнього середовища повинні стояти на першому місці.

1.2 Міжнародна діяльність у сфері запобігання кліматичним змінам

Усвідомлення серйозності ситуації та необхідності невідкладних дій поступово проникає у світову політику. 2007 став у цьому відношенні важливою віхою. 24 вересня 2007 р. з ініціативи Генерального секретаря ООН Пан Гі Муна в Нью-Йорку в рамках 62-ї сесії Генасамблеї було проведено Захід високого рівня зміни клімату за участю представників 150 держав, у тому числі близько 80 глав держав та урядів. Приклад подає Європейський

Союз, який ще в березні 2007 р. схвалив пропозицію Німеччини в односторонньому порядку скоротити до 2020 р. викиди парникових газів на 20%. [13] Більше того, ЄС готовий піти на 30-відсоткове (порівняно з 1990 р.) зниження шкідливих викидів — за умови, що його приклад наслідують інші розвинені країни, а більш просунуті в економічному відношенні країни, що розвиваються, зроблять відповідний внесок у міру своїх можливостей.

Ангела Меркель, яка головувала в ЄС від імені Німеччини в першій половині 2007 р., зробила кроки, щоб спонукати інших, і насамперед ЄС має намір також домагатися збільшення частки відновлюваних джерел енергії у загальному балансі до 2020 р. до 20 % (зараз 6,5 %). Ця пропозиція схвалена Єврокомісією. [25]

США приєднатися до ініціативи Євросоюзу. Прагнучи уникнути обвинувачень у тому, що США перешкоджають зусиллям по боротьбі з глобальним потеплінням, президент Буш напередодні саміту «вісімки» в Хайлігендаммі (червень 2007 р.) заявив, що США мають намір «разом з іншими націями» встановити «нові рамки» для вирішення проблеми парникових газів на період після 2012 р. І закликав інші країни «приєднатися» у цьому до Сполучених Штатів – на противагу переговорному процесу в рамках ООН. Водночас він дав зрозуміти, що не підпишеться під жодними жорсткими умовами щодо обмежень на викиди парникових газів. [25]

Ця позиція США стала каменем спотикання на хайлігендамському саміті «вісімки», де проблема боротьби з глобальним потеплінням мала зайняти центральне місце. У широкій підсумковій заяві «Зростання та відповідальність у світовій економіці» висновки МГЕЗК відповідні, але зміна клімату виявилася засунутою на другий план. Лідери «вісімки» лише пообіцяли «серйозно розглянути» пропозицію ЄС (підтриману Канадою та Японією) скоротити вдвічі глобальну емісію парникових газів до 2050 р. Вони також підтвердили готовність взяти участь у 13-й сесії Конференції сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату підготовки нової глобальної угоди, яка має прийти на зміну Кіотському протоколу після 2012 р. Порядком

«компромісу» на це погодилися і США. [14]

Цю конференцію, розглядали як «останній шанс» людства домовитися про спільні дії із захисту довкілля, відбулася у грудні 2007 р. на острові Балі (Індонезія). Після двотижневої роботи вона опинилася на межі провалу – і знову, головним чином, через позицію США, які знову заперечували будь-які конкретні зобов'язання. Тільки в останній момент, після драматичного повторного звернення Генерального секретаря ООН Пан Гі Муна, представниця США Пола Добрянські оголосила, що її країна підтримає консенсус. Ціною компромісу стала відсутність у узгодженому плані дій (Bali Action Plan) конкретних зобов'язань щодо розмірів зниження викидів, як того хотіли представники ЄС. Позиція США в цьому питанні влаштувала деяких інших учасників, зокрема, Китай, а також Росію.

Водночас Балійська «дорожня карта» визначила принципи та напрями майбутніх дій, а також план переговорів щодо нової угоди (замість Кіотського протоколу), яка має бути вироблена до кінця 2009 р.

Передбачено такі основні принципи та цілі: [17]

- «вимірні, доступні та перевірені» зобов'язання або дії всіх розвинених країн (поступка з боку США!) щодо пом'якшення кліматичних змін, включаючи цілі щодо кількісного обмеження та скорочення емісії, що визначаються з урахуванням національних умов;
- відповідні дії країн, що розвиваються, в контексті сталого розвитку, підтримані технологічно, у фінансовому відношенні та шляхом формування необхідного потенціалу;
- політика, що стимулює припинення знеліснення та деградації лісів у країнах, що там розвиваються, збереження там лісових масивів і раціональне управління ними, що сприяло б зниженню емісії парникових газів;

- сприяння адаптації до кліматичних змін уразливих у цьому відношенні країн, особливо найуразливіших та найбільш вразливих країн, а також малих острівних держав;
- створення ефективних механізмів розвитку та передачі технологій країнам, що розвиваються, впровадження та розповсюдження нових, екологічно чистих технологій, усунення перешкод для цього;
- покращення доступу країн, що розвиваються, до фінансових ресурсів, фінансової та технічної підтримки, надання додаткових ресурсів найбільш уразливим до впливу кліматичних змін країнам.

Міжнародне співробітництво набуває вирішального значення. Навіть найсильніші держави не можуть протистояти глобальним загрозам поодиноці і, отже, ефективно захищати власні довгострокові інтереси. Для цього потрібна згода та співпраця всіх основних учасників світового процесу. Ухилення від узгоджених зобов'язань та дій, тим більше з боку великих держав, підриває довіру та здатне приректи на невдачу будь-які плани. Але лише дій на національному рівні недостатньо. Створення ефективних міжнародних механізмів передачі країнам новітніх технологій і фінансової підтримки - одна з ключових проблем.

Перешкоди цьому шляху величезні. Білий дім одразу після закінчення конференції на острові Балі поширив заяву, в якій висловлено «серйозне занепокоєння» з приводу низки аспектів досягнутих там домовленостей. Перешкоди для реалізації будуть виникати з різних сторін. Свої застереження та сумніви є і в Америці, і в Китаї, в інших державах. Не викликає особливого оптимізму і те, що ті, хто готовий діяти, покладають надії на технології та ринкові механізми. [19] Ні те, ні інше саме собою не вирішить проблем. Доповідь МГЕЗК, що не раз згадувала вище, обґрунтовано пов'язує можливість пом'якшення наслідків глобального потепління з відповідними зрушеннями в способі життя, в культурних, поведінкових, споживчих установках.

Конференція зі зміни клімату, що відбулася з 30 листопада по 12 грудня 2015 р. в Парижі, стала однією з найбільших міжнародних подій, а прийнята на ній і пізніше схвалена на Всесвітній конференції ООН з клімату угода - історичною. Цей документ покликаний фактично прийти на зміну Кіотському протоколу - міжнародній угоді, прийнятій у Кіото (Японія) у грудні 1997 р. на додаток до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, яка зобов'язує розвинуті країни та країни з перехідною економікою скоротити або стабілізувати викиди парникових газів. Мета цієї конференції – вперше досягти універсальної та обов'язкової для виконання угоди, що дозволяє ефективно боротися проти зміни клімату та прискорити перехід до суспільства та економіки, що мало споживає вуглецеві технології. З цією метою угода, яка, як очікується, набуде чинності у 2020 р., має призвести до зниження викидів парникових газів та адаптації компаній до змін клімату – сьогодення та майбутнє. [21]

Світова спільнота стоїть перед необхідністю зміни курсу, пере визначення рамок ринкового порядку, подолання домінуючого поки що типу економічного розвитку - на користь моделі сталого розвитку. Йдеться про зміну основної ціннісної орієнтації, способу мислення, мотивації людської діяльності. Там, де вже досягнуто високий рівень матеріального прогресу та добробуту, на зміну занепокоєння зростанням виробництва та споживання мають прийти принципи достатності, поміркованості, самообмеження, зміна нераціональної структури виробництва та споживання, підвищення ролі неекономічної, немонетарної складової суспільних інтересів. Поки що можливість реалізації планів щодо запобігання загрозливим наслідкам глобальної зміни клімату залишається під питанням.

РОЗДІЛ 2. РИСИ СУЧАСНИХ ЗМІН КЛІМАТУ УКРАЇНИ

2.1 Кліматичні тенденції в Україні

Україна характеризується переважно помірним кліматом із прохолодними зимами та теплими літніми місяцями. Південні прибережні зони вздовж Чорного та Азовського морів мають субтропічний середземноморський клімат. У літній період (травень–серпень) середні температури по країні становлять від 18°C до 22°C, причому найвищі показники спостерігаються на Кримському півострові. Взимку (грудень–березень) середні температури варіюються від -5°C на північному сході до 2°C на півдні. Опади розподіляються протягом усього року: на півночі їх більше влітку, а на півдні — взимку. Найбільш вологими є північні та гірські західні регіони, де влітку випадає до 1600 мм опадів, особливо в Карпатах, із сильними снігопадами взимку. Натомість південні та південно-східні області отримують мінімальну кількість опадів у літні місяці [6].

Україна має розгалужену мережу річок, які впадають у Чорне море. Серед них найбільша — Дніпро з притоками Прип'ять та Десна. Дніпро формує каскад водосховищ і є ключовим джерелом гідроенергії, забезпечуючи близько двох третин потреб водних ресурсів для сільського господарства та промисловості, а також постачаючи воду понад 30 мільйонам жителів України [6].

Зміна клімату спричинила низку змін у Східній Центральній Європі, зокрема в Україні. За останні 30 років середньорічна температура повітря зросла майже на 1,5°C, причому темпи потепління прискорилися в останнє десятиліття. В Україні ці темпи вищі, ніж у сусідніх регіонах. Графічні дані свідчать про підвищення температури з часом: останні роки (позначені червоним кольором) тепліші за попередні (позначені синім). Щодо опадів, чіткої тенденції не виявлено. Між річна мінливість температури незначна, найбільша вона взимку. Натомість між річна мінливість опадів більш виражена, з суттєвими відмінностями за місяцями.

Підвищення середньорічних температур та зміни у розподілі опадів призводять до збільшення частоти екстремально високих температур у Східній Центральній Європі, включаючи Україну, тоді як частота екстремальних холодів зменшується. Це спричиняє подовження періодів спеки, збільшення випадків нестачі води та перебоїв у функціонуванні транспортних і енергетичних мереж, а також зростання частоти повеней, що впливає на сільське господарство, інфраструктуру та здоров'я населення [2].

Україна є вразливою до таких явищ, як дощові паводки, повені та прибережні затоплення, що включають затоплення сільськогосподарських і міських територій, селі, грязьові потоки та зсуви ґрунту. Хоча зменшення снігового покриву та весняне танення снігу через тепліші зими сприяли зниженню екстремальних повеней у регіоні, за останні десятиліття Україна зазнала кількох руйнівних дощових паводків (у 1998, 2001 та 2008 роках). У липні 2008 року в Карпатському регіоні стався один із найбільших паводків, що призвів до загибелі 47 осіб та евакуації близько 40 000 людей. У червні 2020 року паводки на заході України пошкодили понад 14 000 будинків та значно зруйнували інфраструктуру: близько 500 км доріг було пошкоджено, а деякі магістралі зруйновано [13].

У регіонах, які раніше не страждали від посух, зокрема в північних та північно-східних сільськогосподарських районах, спостерігаються посушливі умови через зростання попиту на воду та її дефіцит. Зокрема, з вересня 2019 року підвищені температури та тривалий брак опадів на південному заході та в центрі України спричинили посуху, що призвела до зниження врожайності. У 2003 та 2007 роках посуха спричинила втрати у виробництві зерна, які оцінюються в 3 млрд євро. Посуха також спричиняє ерозію ґрунту, погіршення його якості та впливає на здоров'я населення та економіку. Водночас підвищення температур зменшує кількість весняних заморозків, що позитивно впливає на врожайність зернових культур, таких як озима пшениця [13].

Збільшення кількості посушливих днів та підвищення температури підвищують ризик виникнення пожеж в Україні. Порівняно з попереднім

десятиліттям, з 2007 року середньорічна площа спалених територій зросла з 4,4 тис. га до 5,9 тис. га, що відповідає збільшенню пожежонебезпеки в Європі. Швидкість знищення лісів України від пожеж зростає: під час сезону пожеж 2020 року згоріло втричі більше території, ніж у середньому. У 2020 році тепла та суха зима разом із сильним весняним вітром спричинили масштабні лісові пожежі в зоні відчуження навколо Чорнобиля, у результаті чого вигоріло близько 11,5 тисяч гектарів лісу. Це стало однією з наймасштабніших екологічних катастроф того року в Україні. Такі пожежі не лише шкодять екосистемам, а й становлять потенційну радіологічну загрозу через можливе повторне підняття в атмосферу радіонуклідів [19].

Окрім кліматичних викликів, на екологічну ситуацію в Україні значно впливає триваючий військовий конфлікт на сході країни. Бойові дії спричинили знищення лісових масивів і сільськогосподарських угідь, що, у свою чергу, посилює вразливість регіонів до природних катаклізмів. Зокрема, спостерігалось погіршення якості питної води та зниження її доступності через руйнування шахт та гідротехнічних споруд. У 2020 році, у зоні конфлікту, великі лісові пожежі змусили евакуювати мешканців деяких населених пунктів Луганської області, оскільки полум'я знищувало житло та інфраструктуру [25].

Отже, зростання кліматичних ризиків, зокрема екстремальних погодних умов, ускладнюється соціально-економічними та політичними чинниками, що загалом послаблює адаптаційні можливості країни. Відсутність стабільної ресурсної бази для реагування на такі явища збільшує ризик повторення масштабних катастроф і унеможлиблює ефективну адаптацію до кліматичних змін.

2.2 Парникові гази – виклики для України

Парникові гази, які сприяють глобальному потеплінню, включають карбон (IV) оксид (CO_2), метан (CH_4), нітроген (I) оксид (N_2O), а також інші сполуки, такі як гідрофторвуглеці, перфторвуглеці та гексафторид сірки.

Основну частину викидів складає CO_2 , що становить близько 75% від загального обсягу емісії в Україні. Метан, другий за значимістю газ, забезпечує до 20% викидів, тоді як частка N_2O складає близько 5%. Унікальність впливу кожного газу визначається їх потенціалом глобального потепління (ПГП). Наприклад, один кілограм метану має у 25 разів більший вплив на зміну клімату, ніж той самий обсяг CO_2 , а для N_2O цей показник сягає 298, рис 2.1.

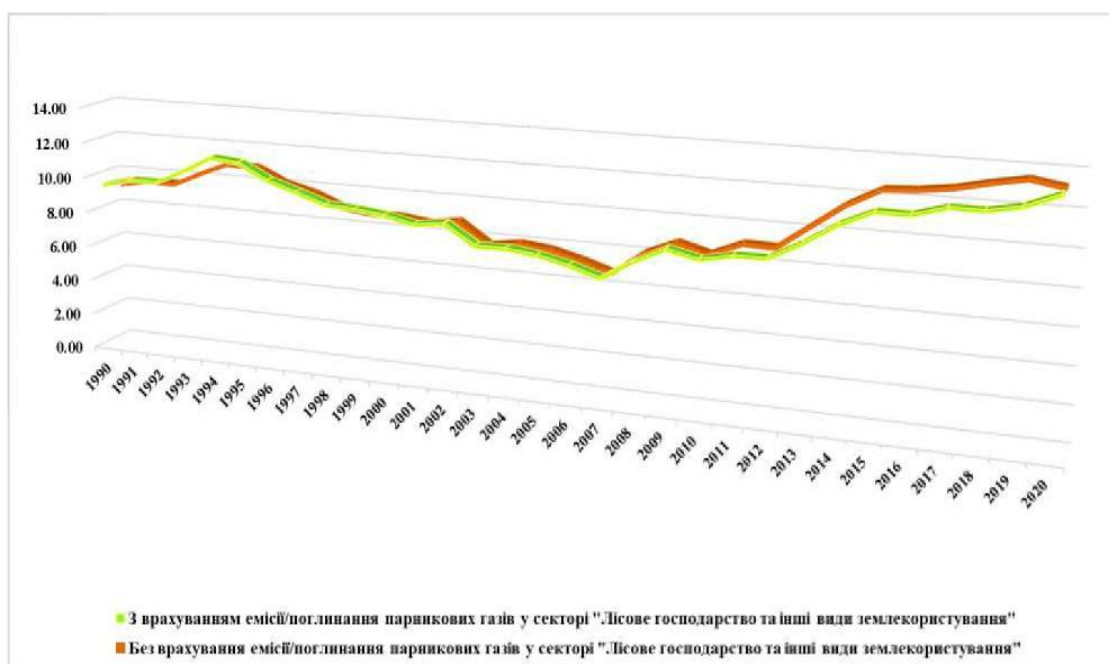


Рис. 2.1. Поглинання парникових газів «Лісове господарство» [12]

Українська економіка характеризується структурою викидів, де провідне місце займає енергетика. У 2020 році цей сектор забезпечував 65% загального обсягу викидів, що є прямим наслідком високої залежності від викопного палива. Згоряння вугілля, газу та нафти призводить до значного виділення CO_2 , що також супроводжується викидами інших забруднюючих речовин. Промислові процеси та виробництво продуктів становлять 18% викидів, зокрема через виробництво цементу, сталі, аміаку та інших матеріалів. Незважаючи на значне скорочення обсягів виробництва у порівнянні з 1990 роком, структура виробництва залишається енергоємною [14].

Сільське господарство є третім за значенням сектором, який забезпечує 9-14% загального обсягу викидів парникових газів [4]. У цій галузі найбільший вплив на клімат мають процеси кишкової ферментації у тваринництві, поводження з гноєм та використання азотних добрив у рослинництві. Кишкова ферментація, що характерна для великої рогатої худоби, забезпечує до 80% викидів метану в цьому секторі. Значне скорочення поголів'я тварин після 1990 року дозволило зменшити обсяг викидів, але проблема залишається актуальною через обмежене впровадження технологій зниження емісій, наприклад, біогазових установок (рис. 1). У рослинництві основним джерелом N_2O є мінеральні добрива, внесення яких суттєво зросло за останні роки. Ефективне управління добривами, покращення сільськогосподарських практик і запобігання втратам поживних речовин у ґрунті можуть зменшити викиди в цьому напрямі [6].

Особливістю викидів в Україні є їх значне скорочення після 1990 року. Проте таке зменшення відбулося в основному за рахунок економічного спаду, а не систематичних зусиль щодо модернізації виробництва чи переходу на відновлювані джерела енергії. Так, викиди CO_2 зменшилися на 58%, метану – на 60%, а N_2O – на 40% у порівнянні з 1990 роком [2]. Однак за відсутності системного підходу до впровадження низьковуглецевих технологій ці досягнення можуть виявитися тимчасовими.

Україна стикається з низкою викликів у контексті адаптації до зміни клімату. Це, зокрема, зростання кількості посух і повеней, деградація степових екосистем півдня країни, скорочення водних ресурсів у східних регіонах, а також збільшення природних катаклізмів, таких як лісові пожежі та обледеніння [2]. Висновки МГЕЗК свідчать, що підвищення температури на 1,1-6,4°C у XXI столітті матиме катастрофічні наслідки для багатьох країн, і Україна не є винятком. Зміна клімату впливає не лише на екологію, але й на економіку, зокрема через зменшення врожаїв, руйнування інфраструктури та потребу в адаптації систем охорони здоров'я до нових викликів, таких як поширення тропічних інфекцій [5].

Для забезпечення сталого розвитку України необхідно приділяти увагу як зменшенню викидів, так і адаптаційним заходам. Серед таких заходів можна виділити покращення системи моніторингу викидів, перехід на відновлювані джерела енергії, модернізацію технологій у промисловості, впровадження методів управління гноєм у тваринництві та ефективніше використання добрив у рослинництві. Участь України у міжнародних програмах, таких як Паризька угода, сприяє залученню фінансової допомоги та технологій для реалізації цих завдань.

Зниження викидів парникових газів і адаптація до зміни клімату є стратегічними завданнями для України. Реалізація цих завдань вимагає комплексного підходу, включаючи вдосконалення законодавчої бази, розвиток наукових досліджень і міжнародне співробітництво. Лише таким чином Україна зможе зробити свій внесок у боротьбу зі зміною клімату, зберігаючи при цьому екологічний та економічний потенціал.

2.3 Проекції майбутнього клімату України

На сьогодні у науковій спільноті є всебічне уявлення про потенційні зміни клімату в Україні завдяки багаторічним дослідженням, які здійснювалися на основі багатоетапного аналізу та комп'ютерного моделювання. Цей підхід став основою для формування глобальних та регіональних прогнозів, зокрема в межах оцінювальних звітів Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), серед яких найбільш актуальним є Шостий оцінювальний звіт (AR6) 2021 року. Крім того, велике значення мають регіональні ініціативи, зокрема EURO-CORDEX, які дозволяють створювати більш точні прогнози для європейських країн, включаючи Україну [24].

У таких дослідженнях використовуються високоточні кліматичні моделі, що дозволяють симулювати реакцію глобальної кліматичної системи на різні рівні викидів парникових газів. Ці моделі враховують різноманітні змінні, як-от атмосферні, океанічні та наземні процеси, які відтворюють можливу поведінку клімату за різних сценаріїв розвитку. Такі сценарії

отримали назву "репрезентативні траєкторії концентрацій" (RCP). Кожен з них відображає унікальний шлях розвитку викидів парникових газів та змін у землекористуванні залежно від глобальних соціально-економічних тенденцій, технологічного розвитку, політики та природних зворотних зв'язків у системі «клімат–людство» [23].

Останні роки стали свідками стрімкого зростання точності кліматичних моделей завдяки покращенню обчислювальних ресурсів, зокрема суперкомп'ютерів, що дозволяє створювати симуляції з високою просторовою і часовою роздільною здатністю. Це дало змогу значно краще прогнозувати наслідки зміни клімату не лише на глобальному, а й на локальному рівні — включаючи територію України. Завдяки цьому вчені змогли точніше оцінити, наскільки чутливою є кліматична система до змін у концентрації парникових газів та які сценарії розвитку клімату є найімовірнішими в майбутньому.

Ключовим поняттям у цьому контексті є "проекція зміни клімату" — прогноз, який базується на реакції кліматичної системи на визначений набір вхідних параметрів, таких як підвищення концентрації ПГ, забруднення атмосфери, зміни землекористування тощо. Оскільки реальний хід розвитку подій є непередбачуваним і залежить від рішень, які приймають уряди та суспільство, вчені використовують кілька сценаріїв, щоб охопити весь спектр можливих майбутніх умов — від найоптимістичніших (із різким скороченням викидів) до песимістичних (із збереженням або навіть збільшенням обсягів викидів) [20].

Проекції зазвичай подаються у вигляді зміни середніх кліматичних показників (температури, кількості опадів, частоти екстремальних явищ тощо) у 30-річному часовому періоді, що дозволяє згладити між річні кліматичні коливання. Найчастіше для порівняння обирають базовий період 1981–2010 років, рекомендований Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО), що дозволяє стандартизувати підходи до аналізу та порівняння результатів по різних регіонах [21].

У Шостому оцінювальному звіті IPCC наводяться дані, що за сценарієм високої концентрації ПГ (RCP8.5) до кінця XXI століття глобальне потепління може сягати $+5^{\circ}\text{C}$, тоді як за сценарієм помірної концентрації (RCP4.5) — близько $+2,5\text{--}3^{\circ}\text{C}$. Є й оптимістичний сценарій (RCP2.6), за якого середньосвітове підвищення температури не перевищить $1,8^{\circ}\text{C}$ до 2100 року — це відповідає умовам Паризької кліматичної угоди. Всі ці сценарії дозволяють оцінити, як різні політичні та технологічні рішення можуть впливати на клімат у довгостроковій перспективі [6].

Щодо України, то регіональні проєкції змін клімату свідчать про ймовірне зростання середньої річної температури, збільшення частоти спекотних днів, скорочення кількості днів із морозами, а також зменшення кількості опадів у літній період, особливо на півдні та сході країни. При цьому взимку на півночі може спостерігатися тенденція до збільшення опадів. Очікується, що екстремальні погодні явища, такі як повені, посухи, пожежі та хвилі спеки, стануть частішими та інтенсивнішими, що, безумовно, вимагатиме адаптаційних стратегій на рівні держави, регіонів та громад.

РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ЗИМОВИХ СЕЗОНІВ У ЧЕРНІВЦЯХ В 2000-2025 РОКАХ

3.1. Методичні підходи до оцінки змін зимового кліматичного сезону

Проведення наших досліджень передбачає, по-перше, чітке визначення поняття зимового сезону. Розрізняють, як мінімум, три підходи до визначення поняття зими або зимового сезону:

- астрономічна зима. У північній півкулі – це період часу між зимовим сонцестоянням (22.12) і весняним рівноденням (21.03). Астрономічні зими і, взагалі – астрономічні сезони року мають постійну тривалість;
- календарна зима – найбільш холодна частина року. В помірних широтах при поділі року на 4 сезони за зиму (зимовий сезон) умовно приймають грудень-лютий місяці. При цьому характерні кліматичні ознаки зими – від’ємні температури повітря, випадання твердих атмосферних опадів, можуть спостерігатись з листопада по березень, а в окремих випадках - і по квітень місяць включно. Відповідно до визначення календарна зима також має чіткі часові межі;
- метеорологічна (кліматична) зима. Межі метеорологічної зими умовно проводяться через дати стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0°C у бік її зниження і підвищення. Дати таких переходів змінюються рік від року, тому зазнають змін і тривалості зимових кліматичних сезонів.

Найчастіше в кліматологічних дослідженнях оцінюються лише зміни характеристик календарної зими. Це зручно, оскільки такий період має чіткі (1.12-31.03) часові межі і оцінки змін виконуються за варіаціями середніх місячних температур повітря, або кількостей атмосферних опадів.

Значно складнішою і більш трудомісткою є оцінка змін характеристик метеорологічних зимових сезонів. При їх дослідженні першим етапом є визначення дати початку, закінчення і тривалості сезону. Таке дослідження може бути виконаним лише шляхом аналізу часового ходу величин середніх

добових температур повітря. Найбільш наочно зміни середніх добових температур можуть бути простеженими за аналізом хронологічних графіків їх змін протягом листопада – квітня місяців. Дуже рідко спостерігається чіткий перехід середньої добової температури через 0°C на початку зимового сезону. Як правило існують досить тривалі перехідні періоди, протягом яких добові температури бувають як додатними, так і від’ємними. Більше того, теплі зими, особливо останнього десятиріччя, складаються лише з окремих проміжків часу, протягом яких спостерігаються від’ємні температури повітря.

Згідно існуючих підходів, за початок зимового кліматичного сезону приймають дату, за якою слідує 5 діб з середньодобовою температурою нижчою за 0°C [5]. Між зимовим і весняним кліматичними сезонами також спостерігається перехідний період, проте перехід середніх добових температур через 0°C у бік їх підвищення простежується більш чітко.

Кількісна оцінка змін виконується шляхом порівняння характеристик зимових сезонів з показниками, прийнятими за норму. В якості такої, зазвичай, приймаються середні значення, одержані за попередній, достатньо тривалий проміжок часу. Вважається, що кліматична норма повинна розраховуватись за період, тривалість якого є не меншою за 30 років. Період порівняння повинен охоплювати проміжок часу, протягом якого не відбувались зміни клімату, спричинені антропогенним впливом. В якості таких для оцінки змін характеристик зимового кліматичного сезону в Чернівцях можуть використовуватись дані за 2 періоди спостережень: 1881-1915рр. (тривалість 34 роки) і 1961-1990рр. (тривалість 30 років). Результати спостережень в Чернівцях за ці періоди наведені, відповідно, в [1; 25]. Протягом першого періоду, який охоплює кінець XIX і початок XX століть, антропогенний вплив на клімат практично не відбувався. Разом з тим, результати спостережень складаються, в основному, з характеристик режиму температур повітря і зволоження. Практично відсутні дані по сніговому покриву. Таких недоліків позбавлені дані за 1961-1990 роки, які передували сучасним змінам клімату. Період 1961-1990 років визначений Всесвітньою Метеорологічною

Організацією кліматичною нормою і широко використовується при проведенні кліматологічних досліджень в Україні [5; 6; 9; 19].

В основу нашого дослідження покладено порівняння характеристик зимових сезонів у Чернівцях у 2000-2025 роках за даними спостережень на метеорологічній станції Чернівці-Університет з даними, прийнятими за кліматичну стандартну норму. Таке порівняння дає можливість встановлення змін зимових сезонів у Чернівцях, які відбулись за останні 25 років. Базою порівняння є інформація, наведена в «Кліматичному Кадастрі України», який містить результати метеорологічних спостережень за 30 років (1.01.1961-31.12.1990рр.) [25]. У Кадастрі наводиться кліматологічна інформація, осереднена за декадні, місячні і річні проміжки часу, Що дає можливість порівняння характеристик лише календарних зимових сезонів. Разом з тим у роботі проаналізовано і зміни деяких характеристик кліматичних зимових сезонів у Чернівцях.

3.2. Особливості зимового сезону в Чернівцях до початку сучасних змін клімату

Протягом 1961-1990 років зимовий сезон в Чернівцях починався в кінці листопада. Середня дата початку стійкого переходу середньодобової температури через 0°C у бік її зниження припадала на 28 листопада. Дати початку зимового сезону в Чернівцях значно змінювались з року в рік. Так, в 1965 році зима почалась 31 жовтня, а в 1971 – 21 грудня. На початку сезону зими мали нестійкий характер, у денні години спостерігались відлиги, стійкий сніговий покрив не встановлювався. Найхолоднішим місяцем з середньодобовою температурою нижче за -5°C був січень. В окремі зими при вторгненні на територію Буковини холодного арктичного повітря температура знижувалась до $33-36^{\circ}$ морозу. Похолодання змінювались відлигами, викликаними адвекціями вологого повітря з Атлантики. В окремі зими сніговий покрив був нестійким, у 30% зим стійкий сніговий покрив взагалі не формувался. В середньому, стійкий сніговий покрив формувался у II-III

декадах грудня, в окремі роки – в останній декаді листопада. Часто у періоди залягання снігу спостерігались хуртовини. Кількість атмосферних опадів була меншою, ніж в інші сезони, хоча кількість днів з опадами була майже такою ж, як і восени. У вигляді снігу випадало, в середньому, близько 65 мм опадів. Взимку спостерігалось збільшення хмарності і кількості туманів. Максимум випадків туманів (11 днів на місяць) спостерігався в грудні. При низьких температурах повітря його відносна вологість підвищувалась до 90% і вище, що, особливо, у вітряну погоду робило її дискомфортною. У зимові сезони переважали вітри північно-західного напрямку. Закінчення зимового кліматичного сезону відбувалось, зазвичай, у першій декаді березня. Однак, в деяких випадках зимовий сезон закінчувався у II декаді лютого, у других – тривав до I декади квітня. В цілому, тривалість зимового сезону становила від 2 до 5 місяців. Так, зимовий сезон 1960-1961рр. тривав лише 53 дні, а зима 1946-1947рр. – 140 днів. У середньому, тривалість зимового кліматичного сезону в Чернівцях становила 102 дні при середньому квадратичному відхиленні тривалості ± 22 днів [25].

3.3. Зміни основних кліматичних характеристик зимового сезону в Чернівцях

3.3.1 Зміни термічного режиму

Найбільш відчутним показником сучасних змін клімату є підвищення температури повітря. Характер ходу їх середніх річних значень за період проведення метеорологічних спостережень в Чернівцях показує графік, наведений на рис.3.1.

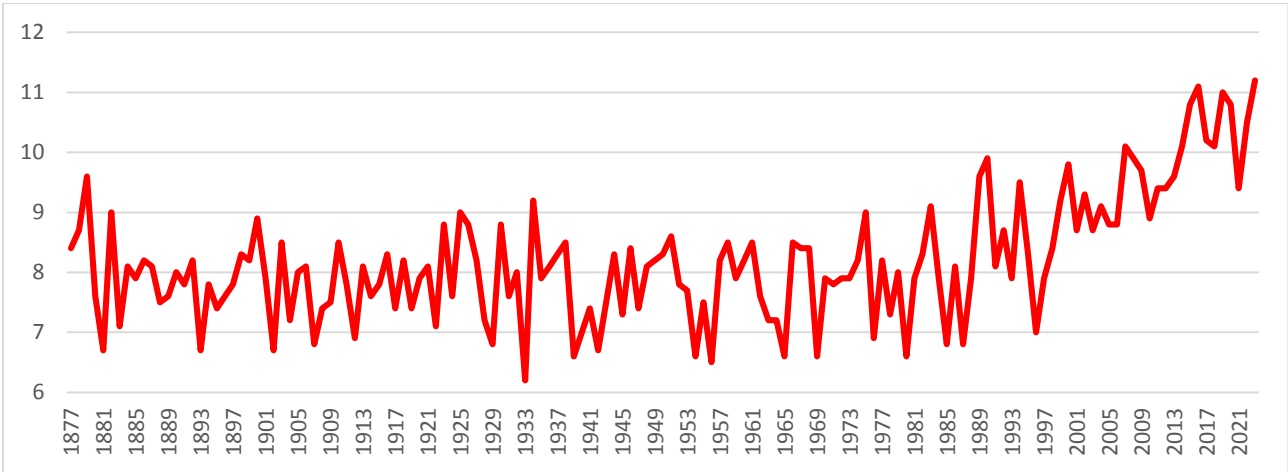


Рис.3.1. Зміни середніх річних температур повітря в Чернівцях, 1877-2024 рр.

Найвищою за 1877-2024 роки середня річна температура повітря була у 2024р. – 11,7 °С, найнижчою – 6,2 °С у найхолоднішому 1933 році. Від початку спостережень і, фактично, до 1990 року середні річні температури в Чернівцях були близькими до кліматичної норми, табл..3.1.

Таблиця 3.1

Зміни середніх річних температур повітря в Чернівцях за 10-річні періоди, 1881-2024 рр.

Десятиріччя	Середня температура повітря, °С	Відхилення від норми, °С
1881-1890	7,8	-0,1
1891-1900	7,9	0,0
1901-1910	7,6	-0,3
1911-1920	7,7	-0,2
1921-1930	8,0	0,2
1931-1940	7,7	-0,2
1941-1950	7,8	-0,1
1951-1960	7,8	-0,2
1961-1970	7,7	-0,2
1971-1980	7,8	-0,1
1981-1990	8,2	0,2
1991-2000	8,5	0,6
2001-2010	9,2	1,2
2011-2024	10,4	2,5

З кожним наступним 10-річчям після 1990 року відхилення від кліматичної норми, (7,9 °C), подвоювалось. Більш точний час початку змін термічного режиму клімату Чернівців демонструє різницева інтегральна крива, рис.3.2

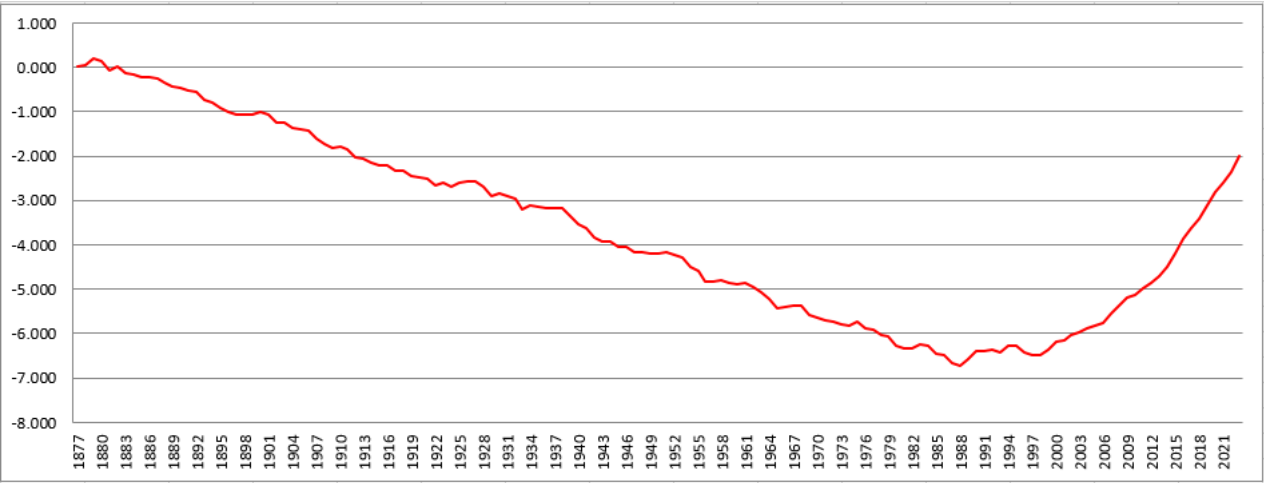


Рис. 3.2. Різницева інтегральна крива змін температур повітря в Чернівцях, 1877-2024 рр. [6]

З кривої видно, що період зростання температур повітря в Чернівцях розпочався в 1989 році і триває дотепер. За інтенсивністю підвищення середніх річних температур цей період може бути поділеним на кілька проміжків тривалістю від 5 до 11 років, табл.3.2.

Таблиця 3.2

Темпи змін температур повітря в Чернівцях, 1989-2024 роки.

Часовий проміжок	Тривалість, років	Середня температура за період, °C	Відхилення від кліматичної норми, °C	Гradient температури, °C/рік
1989-1994	6	9,0	1,1	0,18
1997-2007	11	9,0	1,1	0,10
2008-2012	5	9,5	1,6	0,32
2013-2024	11	10,5	2,6	0,22
1989-2024	36	9,4	1,8	0,05

Згідно наведеним даним середній річний gradient підвищення середніх річних температур повітря в середньому становив 0,05°C/рік, і був найвищим у 2008-2024рр.

Підвищення середніх річних температур є наслідком зростання, в першу чергу, їх добових значень, зміни яких призвели до зростання місячних і сезонних температур. Зміни величин середніх місячних температур повітря в Чернівцях за період потепління клімату характеризують дані, наведені в табл.3.3.

Таблиця 3.3

Варіації величин середніх місячних температур повітря в Чернівцях,
2000-2024рр.

Період осереднення температур	Середня місячна температура повітря, °С											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961-1990	-4,9	-2,9	1,7	8,7	14,3	17,4	18,7	18,0	14,3	8,6	2,9	-1,9
2000-2010	-2,7	-0,8	3,8	10,7	15,9	18,4	20,8	20,0	14,3	9,1	4,6	-1,6
Δt , °С	+2,2	+2,1	+2,1	+2,0	+1,6	+1,0	+2,1	+2,0	0,0	+0,5	+1,9	+0,3
2011-2024	-2,2	-0,8	4,3	10,8	15,6	19,8	21,4	20,9	16,1	9,8	4,6	0,3
Δt , °С	2,7	2,1	2,6	2,1	1,3	2,4	2,7	2,9	1,8	1,2	1,7	2,2
2000-2024	-1,5	-0,3	4,2	10,8	15,7	19,1	21,1	20,4	15,2	9,4	4,2	-0,5
Δt , °С	3,4	2,6	2,5	2,1	1,4	1,7	2,4	2,4	0,9	0,8	1,3	1,4

Дані, наведені в табл.3.3 показують, що в Чернівцях протягом останнього 20-річчя підвищувались середні значення температур повітря всіх місяців року. Найпомітніше підвищились температури січня – на 3,4, лютого і березня, відповідно, на 2,6 і 2,5°С. Періодом найбільш інтенсивного зростання температур були 2013-2024рр., протягом яких їх середні річні значення не були нижчими за 9,4°С і спостерігались найвищі за весь період спостережень величини – 11,2 та 11,7°С у 2023 і 2024 роках відповідно. В табл.3.4 наведені середні місячні значення температур повітря в Чернівцях за 2023 і 2024 роки.

Таблиця 3.4

Середні місячні температури повітря в Чернівцях у 2023 і 2024 роках

Період спостережень	Середня місячна температура повітря, °С											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1961-1990	-4,9	-2,9	1,7	8,7	14,3	17,4	18,7	18,0	14,3	8,6	2,9	-1,9
2023	2,1	1,2	5,7	8,0	15,4	19,0	22,0	22,6	18,3	12,8	5,3	1,8
Δt , °С	+7,0	+4,1	+4,0	-0,7	+1,1	+1,6	+3,3	+4,6	+4,0	+4,2	+2,4	+3,7
2024	-0,7	5,9	5,8	13,1	16,4	21,6	23,4	23,0	18,0	9,6	3,1	1,3
Δt , °С	+4,2	+8,8	+4,1	+4,4	+2,1	+4,2	+4,7	+5,0	+3,7	+1,0	+0,2	+3,2

Середня річна температура повітря у 2023 році перевищила кліматичну норму на 3,3, у 2024 – на 3,8 °С.

Температури повітря зимових місяців в 2000-2025 роках стрімко зростали, рис.3.

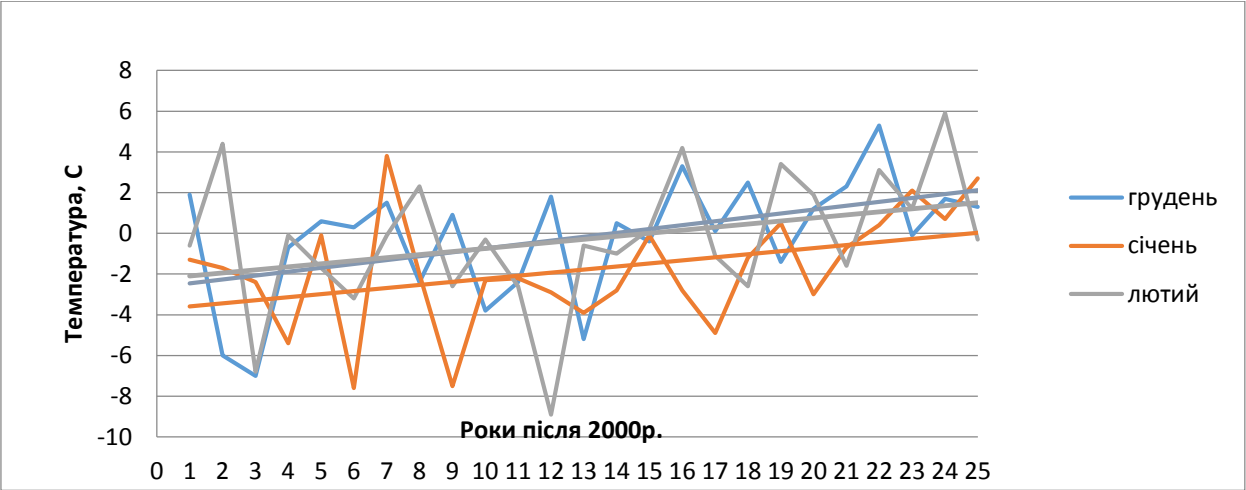


Рис.3.3. Динаміка зростання температур зимових місяців у Чернівцях, 2000-2025рр.

Інтенсивність підвищення температур зимових місяців протягом періоду досліджень дещо розрізнялась: найбільшою вона була для грудня, меншою – для лютого, що підтверджується лініями тренду на рис.3.3.

При чіткій загальній тенденції до зростання температур зимових місяців в їх багаторічному ході спостерігалась значна мінливість. Так, температури зимових місяців попереднього і наступного років, у деяких випадках, розрізнялись більше, ніж на 11°С, табл.3.5.

Таблиця 3.5

Найбільші амплітуди середніх температур повітря зимових місяців попередніх і наступних років у Чернівцях, 2000-2025рр.

XII			I			II		
Рік	Середня температура, °C	Δt , °C	Рік	Середня температура, °C	Δt , °C	Рік	Середня температура, °C	Δt , °C
2000	1,9		2004	-5,4		2001	-0,6	
2001	-6,0	7,9	2005	-0,1	5,3	2002	4,4	5,0

2002	7,0		2006	-7,6		2011	-6,8	
2003	0,7	6,3	2007	3,8	11,4	2012	-0,1	6,7
2012	-5,2		2008	-7,5		2016	4,2	
2013	0,5	5,7	2009	-2,3	5,2	2017	-1,1	5,3
2021	5,3					2024	5,9	
2022	-0,1	5,4				2025	-0,3	6,2

Протягом досліджуваного періоду зазнали змін і екстремальні – мінімальні і максимальні температури повітря. Величини їх змін характеризують дані, наведені в табл.3.6.

Таблиця 3.6

Зміни екстремальних температур в Чернівцях, 2000-2024рр.

Період осереднення	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Абсолютний максимум температури												
1961-1990	15,6	20,4	24,6	31,9	33,5	35,6	36,5	37,7	36,3	31,0	28,8	17,9
2000-2024	16,8	22,9	28,6	32,8	33,2	35,2	36,9	37,5	36,7	29,6	25,5	17,1
Δt	+1,2	+2,5	+4,0	+1,6	-0,3	-0,4	+0,4	-0,2	+0,4	-1,4	-3,3	-0,8
Абсолютний мінімум температури												
1961-1990	-31,5	-31,2	-26,8	-13,6	-2,4	3,0	7,0	3,4	-4,4	-12,0	-21,1	-28,0
2000-2024	-28,4	-26,5	-19,6	-6,3	-1,9	5,4	8,3	8,2	-4,1	-6,1	13,7	-25,5
Δt	+3,1	+4,7	+7,2	+7,3	+0,5	+2,4	+1,3	+4,8	+0,3	+5,9	+7,4	+2,5

У цілому, як мінімальні, так і максимальні температури повітря в Чернівцях у 2000-2024 рр. зростали. Разом з тим, інтенсивність їх зростання була різною: максимальні температури I-IV та VII-IX місяців зросли на 0,4-4°C, решти – знизились на 0,3-3°C. Середня величина підвищення максимальних річних температур становила 0,6°C. У змінах мінімальних річних температур простежувався чіткий позитивний тренд. Для окремих місяців зростання становило 0,5-7,4°C, його середня величина дорівнює 4,0°C. На рис.3.4 показано динаміку змін мінімальних і максимальних температур повітря зимових сезонів у Чернівцях у 2000-2024рр.

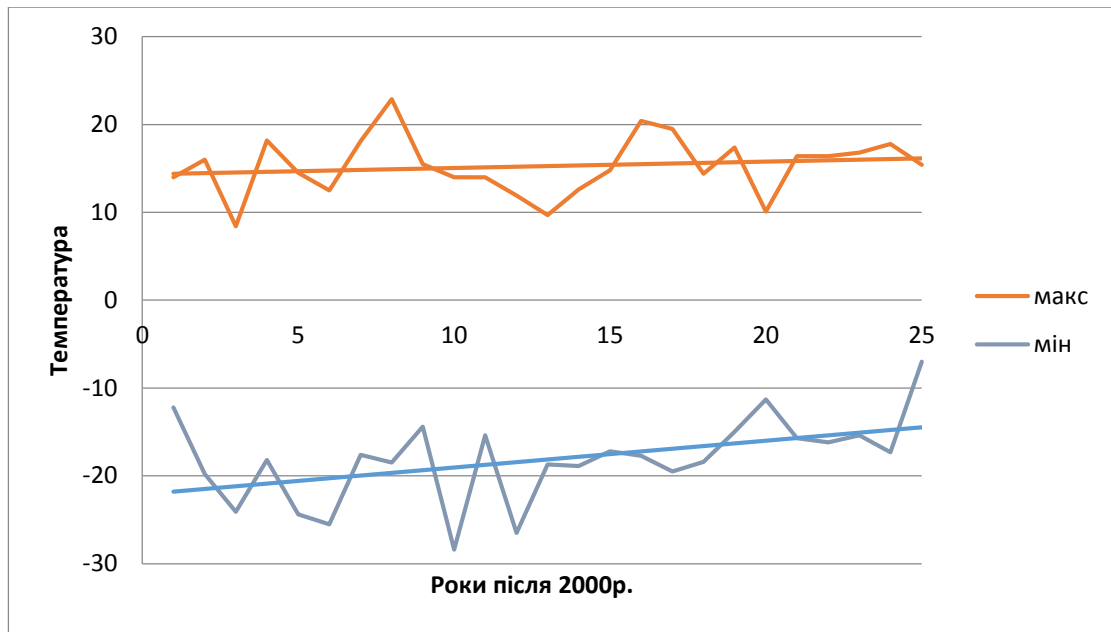


Рис.3.4. Динаміка варіацій мінімальних і максимальних місячних температур повітря зимового сезону в Чернівцях, 2000-2024рр.

Варіації екстремальних температур зимових місяців відповідають загальному характеру їх змін – їх значення за досліджуваний період зросли. Лінії трендів на рис.3.4 показують, що інтенсивність зростання мінімальних температур була більшою, ніж максимальних. Наслідком цього є зменшення амплітуд температур повітря як зимових місяців, так і їх річних значень.

Відповідно змінам місячних температур в Чернівцях в 2000-2024рр. помітно зросли середні температури всіх кліматичних сезонів, табл..3.7.

Таблиця 3.7

Варіації середніх сезонних температур в Чернівцях, 2000-2024рр.

Період осереднення	Зима XII-II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Осінь IX-XI
1961-1990	-3,2	8,2	18,0	8,6
2000-2010	-1,7	10,1	19,7	9,3
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	+1,5	+1,9	+1,7	+0,7
2011-2024	-0,8	10,2	20,7	10,2
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	+2,4	+2,0	+2,7	+1,6
2000-2024	-1,3	10,2	20,2	9,7
$\Delta t, ^\circ\text{C}$	+1,9	+2,0	+2,2	+1,1

Згідно наведених даних, за останніх 25 років температури зимового сезону в Чернівцях перевищили температурну норму на $1,9^{\circ}\text{C}$. Вищими від середніх були темпи підвищення сезонних температур повітря останнього 14-річного періоду (2011-2024рр.), протягом якого температура зимового сезону була вищою за норму на $2,4^{\circ}\text{C}$. Динаміка зростання температур зимового кліматичного сезону в Чернівцях демонструється характером лінії тренду, рис.3.5.

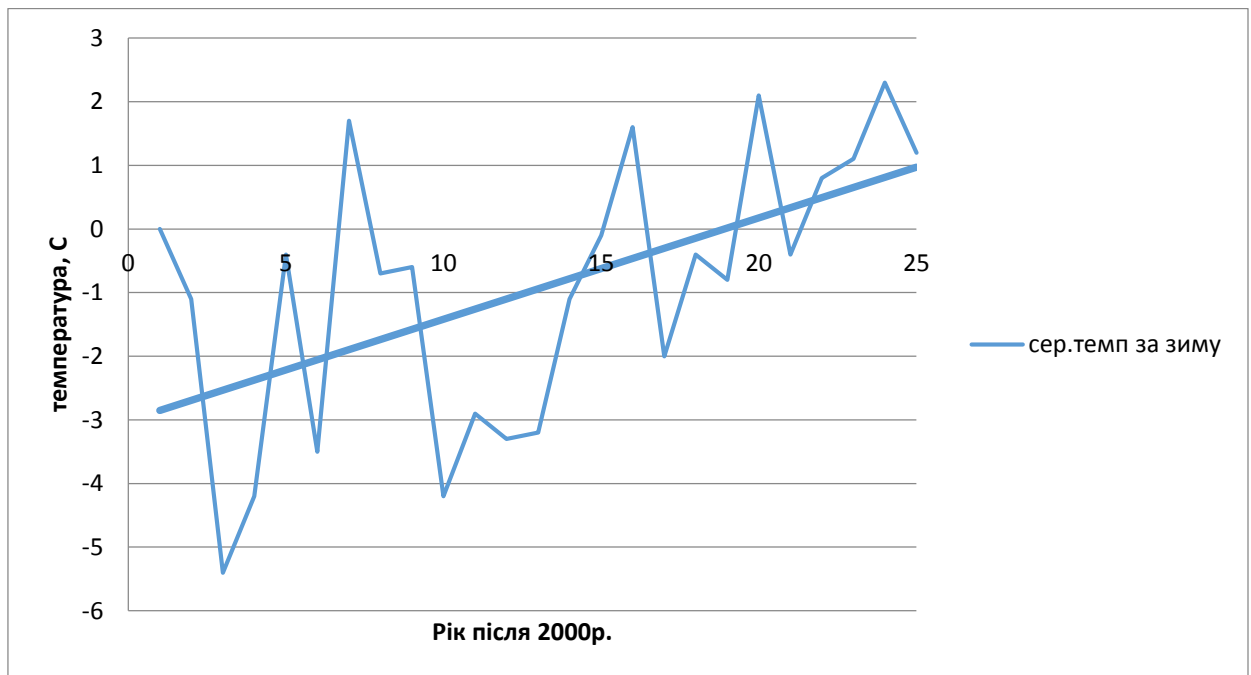


Рис.3.5. Динаміка зростання температур зимового (XII-II) сезону в Чернівцях, 2000-2025рр.

Зі збільшенням температур зимових місяців відповідно зросли і температури повітря у періоди залягання снігового покриву. Динаміку таких змін показує лінія тренду на рис.3.6.

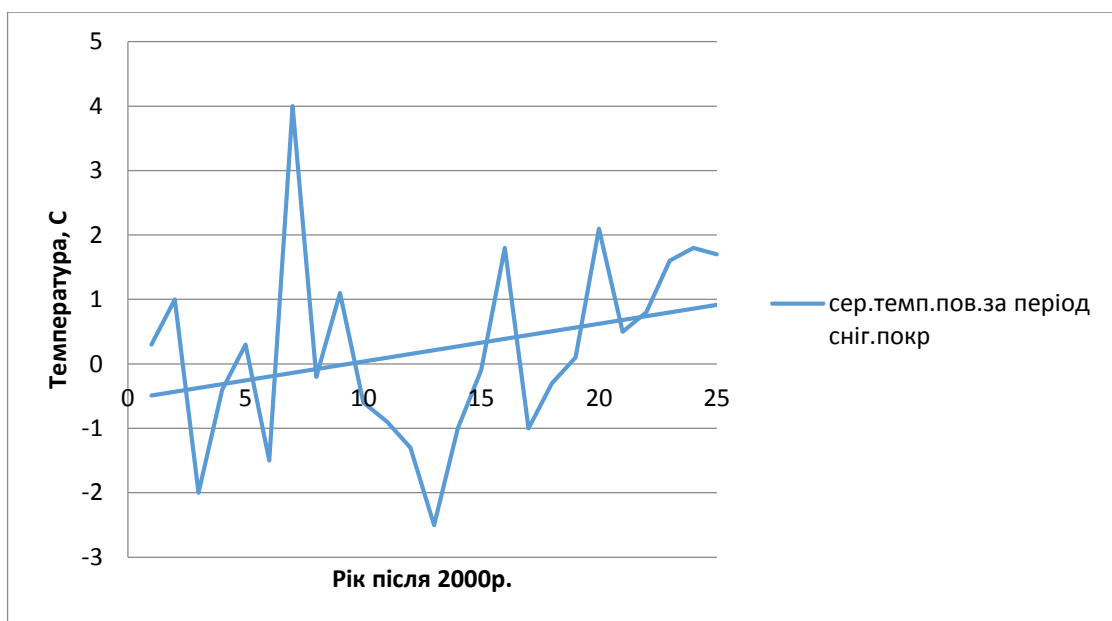


Рис.3.6. Динаміка зростання температур повітря періоду залягання снігового покриву в Чернівцях, 2000-2025рр.

Особливо високими температури повітря періодів залягання снігового покриву були в зимові періоди 2019-2025рр., середнє їх значення становить $+1,4^{\circ}\text{C}$.

3.3.2. Зміни режиму атмосферних опадів

Наслідком сучасних кліматичних змін є і зміни режиму атмосферних опадів. Багаторічна мінливість кількостей атмосферних опадів в Чернівцях може бути простеженою за графіком ходу їх річних сум, рис.3.7.

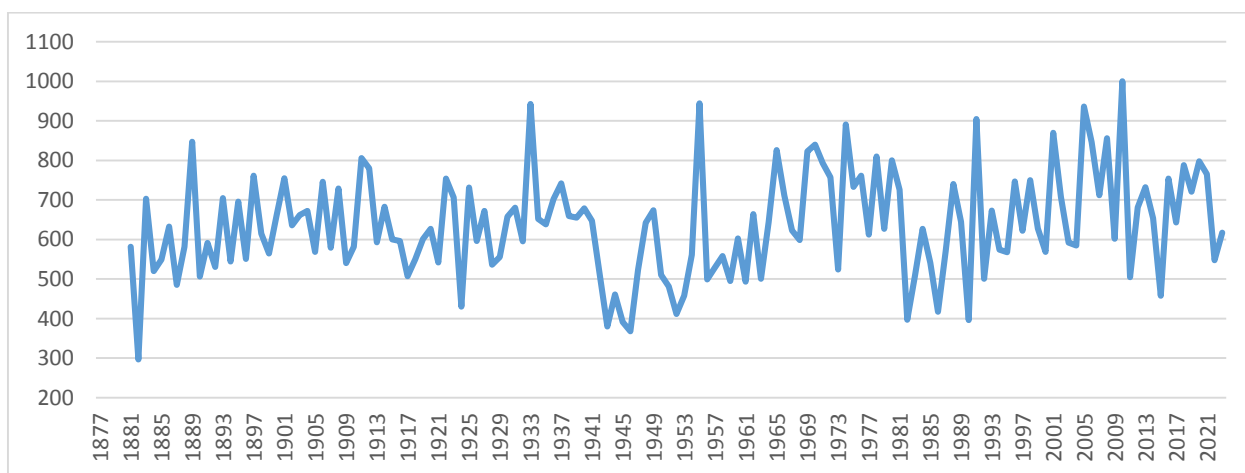


Рис.3.7. Багаторічний хід сум атмосферних опадів у Чернівцях, 1877-2024рр.

З графіка видно, що кількості опадів у Чернівцях протягом досліджуваного періоду помітно змінювались, спостерігались їх зменшення і зростання. Певні висновки щодо кількісних характеристик змін режиму зволоження можуть бути одержані за аналізом величин сум опадів, зареєстрованих впродовж послідовних десятирічних періодів спостережень, табл.3.8.

Таблиця 3.8

Середні десятирічні суми атмосферних опадів у Чернівцях, 1881-2020рр.

Десятиріччя	Середньорічна сума опадів, мм	Відхилення від норми, мм
1881-1890	570	-90
1891-1900	622	-38
1901-1910	647	-13
1911-1920	634	-26
1921-1930	616	-44
1931-1940	692	32
1941-1950	521	-139
1951-1960	554	-106
1961-1970	672	12
1971-1980	730	70
1981-1990	557	-103
1991-2000	654	-6
2001-2010	752	92
2011-2020	683	23

З табл.3.8 видно, що 3 десятирічні проміжки періоду спостережень: 1941-1950, 1951-1960 та 1981-1990 були посушливими. Період збільшення кількості атмосферних опадів у Чернівцях розпочався раніше, ніж період підвищення температур повітря – у 1963 році, що видно з різницевої інтегральної кривої, рис.3.8.

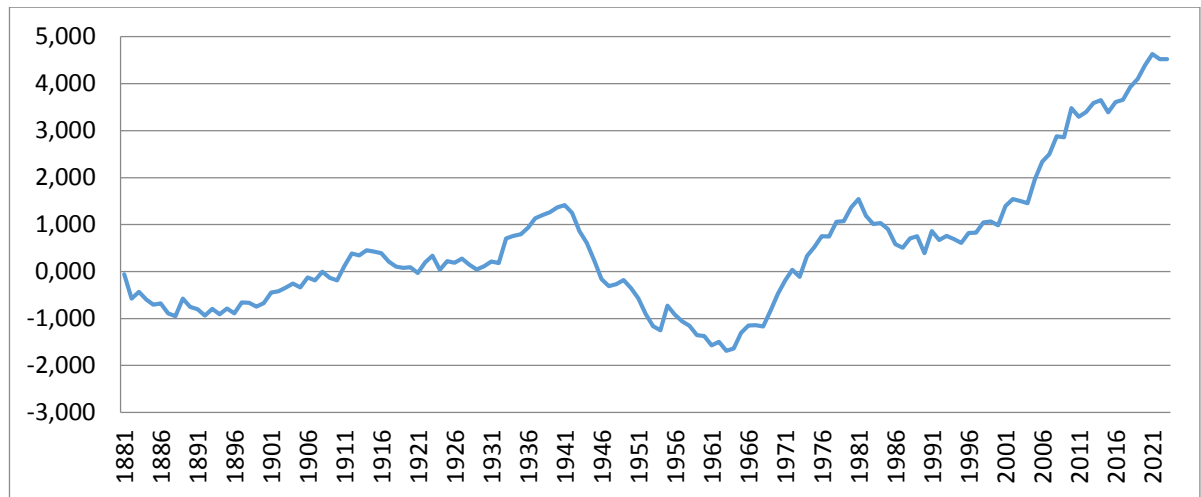


Рис.3.8. Різницева інтегральна крива річних кількостей атмосферних опадів у Чернівцях, 1877-2023рр. [6]

В цілому, у багаторічному ході опадів у Чернівцях можуть бути виділені 3 характерні періоди, табл.3.9.

Таблиця 3.9

Характерні періоди змін річних сум атмосферних опадів у Чернівцях, 1881-2024рр.

Характерні періоди			
Початок та закінчення, роки	Тривалість, років	Зміни кількості опадів	Середня річна сума опадів, мм
1881-1941	61	повільне збільшення	631
1942-1961	20	зменшення	525
1962-2023	62	збільшення	678

Протягом 1881-1941рр. кількості опадів у Чернівцях повільно збільшувались, хоча середня річна сума за період була дещо меншою за норму. Наступне 20-річчя (1942-1962рр.) було посушливим. До його складу входить група посушливих років: 1942-1947, в одному з яких – у 1943 – річна сума опадів дорівнювала лише 52% норми. Період збільшення кількості атмосферних опадів у Чернівцях почався у 1963 році і триває дотепер. Стрімке збільшення кількостей опадів спостерігалось у 1963-1980рр. та 2005-2010 рр. Протягом крайніх 5-ти років досліджуваного періоду (2020-2024рр.) зберігалась загальна тенденція збільшення річних кількостей опадів, проте у

2022 і 2023 роках їх річні кількості були помітно меншими за норму. Середні місячні суми опадів зимових місяців останніх десятиріч у Чернівцях дещо підвищувались, табл.3.10.

Таблиця 3.10

Зміни середніх місячних сум атмосферних опадів у Чернівцях у 2000-2024рр.

	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Рік
	2000-2010												
Сума опадів, мм	37	42	45	46	50	71	100	122	92	58	50	39	752
Відхилення від норми, мм	0	10	13	10	-8	-6	-5	19	31	7	18	3	92
	2011-2024												
Сума опадів, мм	50	34	40	58	46	83	121	75	47	47	46	36	683
Відхилення від норми, мм	13	2	8	22	-12	7	16	-28	-14	-4	14	0	23

Збільшення сум атмосферних опадів зимових місяців було незначним – 2-13мм і становило від 0,3 до 1,9% їх річної кількості. Відповідно, при загальній тенденції до збільшення сум опадів зимових місяців його інтенсивність була малою. Так, на рис.3.9 показано часовий хід сум опадів за зимовий період в Чернівцях, у 2000-2024рр., їх повільне зростання підтверджується малим кутом нахилу лінії тренду.

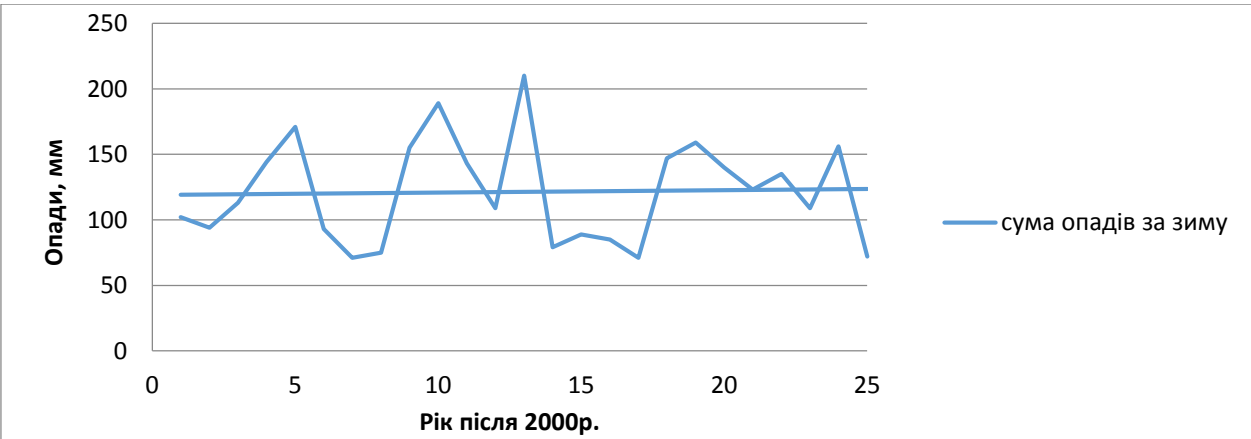


Рис.3.9. Хід річних сум атмосферних опадів за зимовий період в Чернівцях, 2000-2025рр.

3.3.3. Зміни тривалості кліматичного зимового сезону

Тривалість кліматичного зимового сезону в Чернівцях протягом останніх 25 років була дуже мінливою, варіюючи від 0 зимою 2018-2019рр. до 114 днів зимою 2012-2013рр. Наслідком змін клімату стали зміни часу початку, закінчення кліматичного зимового сезону, і, відповідно, його тривалості. У 1961-1990рр. зимовий кліматичний сезон в Чернівцях починався у III декаді листопада (в середньому 28.11), закінчувався в кінці I декади березня (в середньому 8.03). Відповідно, тривалість сезону становила близько 102 днів. У 2000-2024 роках ці показники значно змінились. За змінами тривалості кліматичної зими досліджуваний період умовно може бути поділений на 2 проміжки: 2000-2013 і 2014-2025рр. Протягом першого з вказаних часових проміжків тривалість зимового сезону становила, в середньому, 62 дні. Розпочинались кліматичні зими у III декаді грудня і тривали до середини I декади березня. Найбільш тривалими цими роками були зими 2012-2013рр. і 2002-2003рр. відповідно, 114 і 98 днів. Найкоротшим був зимовий сезон 2008-2009 років, всього 27 днів. Наступний (2014-2025 роки) часовий проміжок характеризувався значно коротшою тривалістю зимового кліматичного сезону, в середньому він тривав 31 день. Най тривалішою була кліматична зима 2018-2019рр. – 63 дні, натомість у 2019-2020 роках кліматична зима – тобто проміжок часу, коли фіксувався стійкий період від'ємних температур повітря взагалі не був зареєстрований. Початок зимового кліматичного сезону у ці роки змістився на II-III декаду січня, хоча закінчувався сезон так само у I декаді березня. Вказані особливості підтверджуються характером лінії тренду на хронологічному графіку тривалості зимових кліматичних сезонів у Чернівцях, рис.3.10.

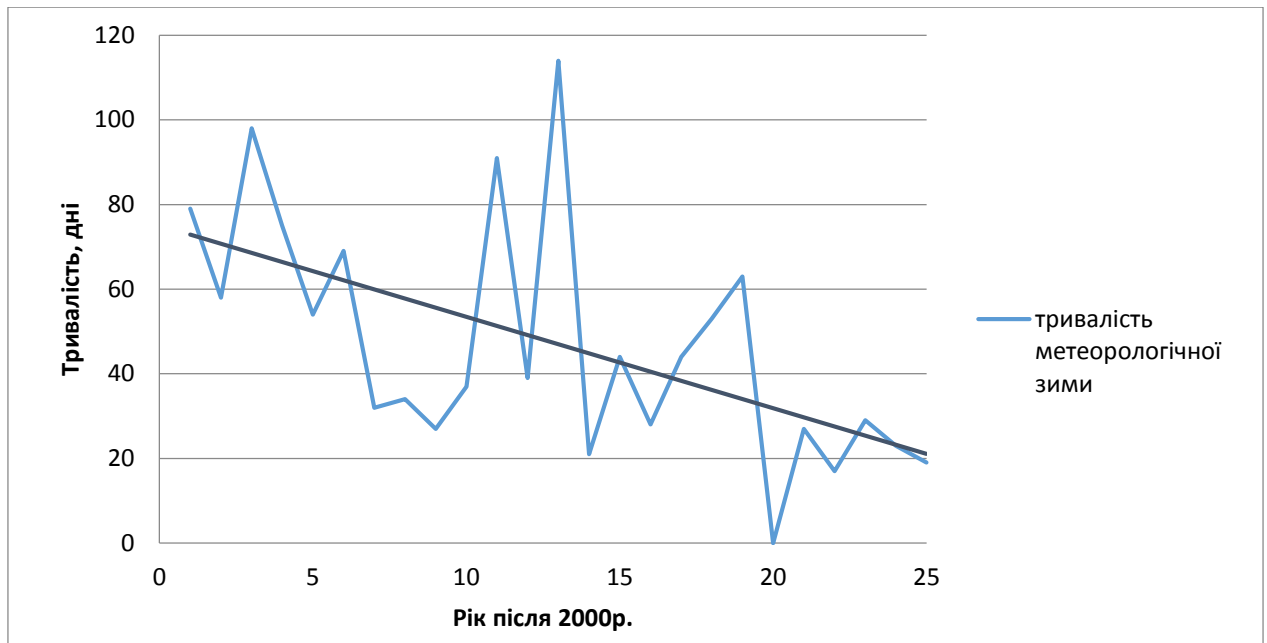


Рис.3.10. Зміни тривалості зимового кліматичного сезону в Чернівцях, 2000-2025рр.

3.3.4. Зміни характеристик снігового покриву

Наслідком загальних змін клімату стали і зміни характеристик снігового покриву. В першу чергу вони стосуються дат формування, руйнування та сходу снігового покриву. Оскільки в кліматичному Кадастрі такі дані не наводяться, порівняння дат різних стадій існування снігового покриву в Чернівцях зроблено за два періоди: 1945-1961 та 2000-2025 роки, табл.3.11.

Таблиця 3.11

Формуванні і схід снігового покриву в Чернівцях, 1945-1961 та 2000-2025рр

Період	Декада появи снігового покриву			Декада формування стійкого снігового покриву			Декада руйнування стійкого снігового покриву			Декада повного сходу снігового покриву		
	середня	рання	пізня	середня	рання	пізня	середня	рання	пізня	середня	рання	пізня
1945-1961	2, XI	2, X	2, XII	3, XI	1, XII	-	1, III	-	1, VI	3, III	2, II	2, IV
2000-2025	2, XI	3, X	3, XII	3, XII	2, XII	-	2, II	-	1, VI	2, III	2, I	1, IV

Згідно наведених даних, середня дата формування стійкого снігового покриву у 2000-2025рр. стала спостерігатись на 1 місяць пізніше, ніж у попередньому періоді. Крім того, стійкий сніговий покрив у досліджуваний

період формувався лише у 30% зимових сезонів. Середні дати початку руйнування і повного сходу снігового покриву стали спостерігатись на 10-14 днів раніше і змістились на початок II декади лютого – III декади березня.

Зменшилась, порівняно з попереднім періодом, і кількість днів зі сніговим покривом. В табл.3.12 наведені кількості днів зі сніговим покривом у Чернівцях у 1961-1990 та 2000-2025 рр.

Таблиця 3.12

Кількість днів зі сніговим покривом в Чернівцях у 1961-1990 та 2000-2025рр.

Період	X	XI	XII	I	II	III	IV	за зиму
1961-1990	*	4,8	15,9	22,1	19,9	11	*	73,7
2000-2025	*	3,6	13,9	18,6	17	9,1	*	62,2
Зміни		-1,2	-2	-3,5	-2,9	-1,9		-11,5

* - сніговий покрив спостерігається менш, ніж у 50% зим.

Кількість днів зі сніговим покривом за зимові місяці зменшилась незначно, від 1 до 4 днів, що дало середнє за період сумарне зменшення у 12 днів.

Разом з тим, період досліджень за особливостями термічного режиму був неоднорідним, що проявилось як у змінах тривалості зимових сезонів, так і в змінах кількості днів зі сніговим покривом, табл.3.13.

Таблиця 3.13

Кількість днів зі сніговим покривом у Чернівцях

Зимовий період, роки	Середня кількість днів	Найбільша, зима	Найменша, зима
1961-1990	73,7	115 1968-1969	26 1982-1983
2000-2013	78	110 2013-2013	21 2006-2007
2014-2025	48	86 2013-2014	21 2023-24
2000-2025	63,2		

Наведені в табл.3.13 дані свідчать про те, що протягом останнього десятиріччя в Чернівцях спостерігається помітне – практично на 1 місяць, зменшення кількості днів зі сніговим покривом.

Послідовне та інтенсивне зменшення кількості днів зі сніговим покривом у Чернівцях підтверджує лінія тренду на рис.3.11.

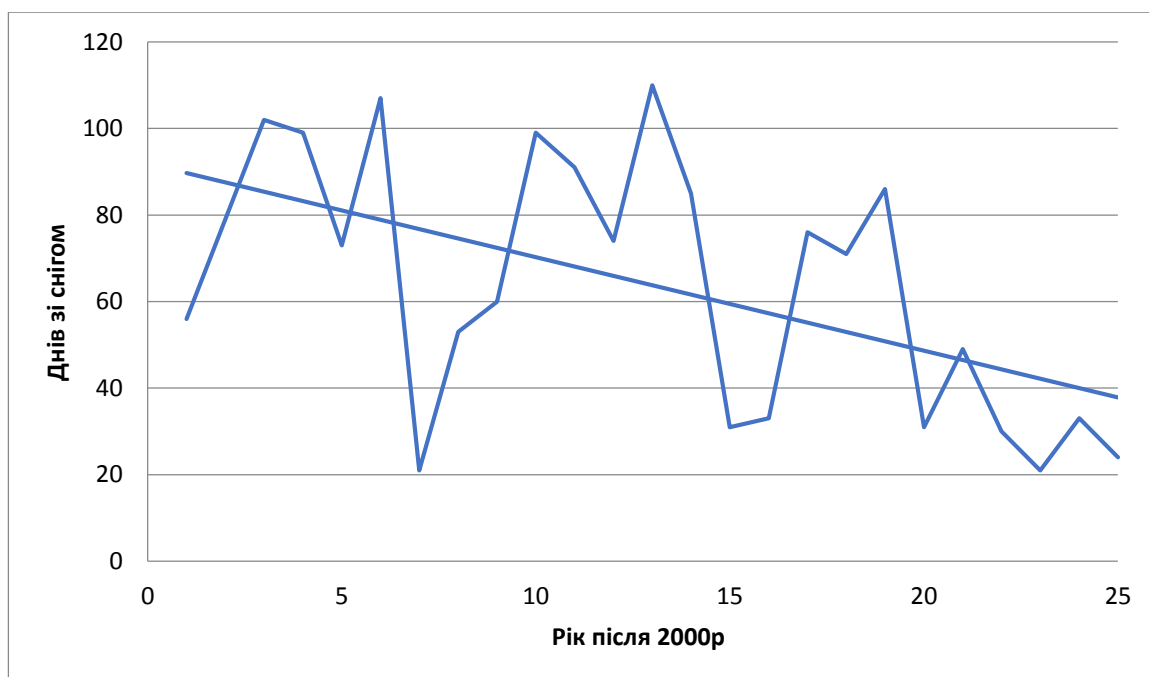


Рис. 3.11. Кількість днів зі сніговим покривом у Чернівцях, 2000-2025рр.

Нами встановлено, що між середніми температурами повітря за період залягання снігового покриву і кількістю днів його залягання існує досить тісна кореляційна залежність, рис.3.12.

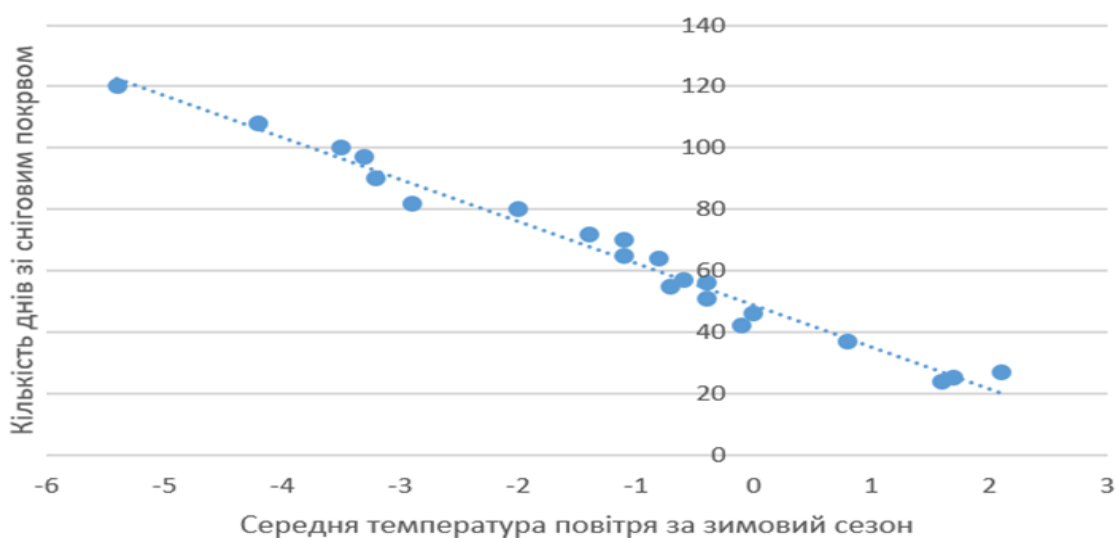


Рис.3.12. Зв'язок між кількістю днів зі сніговим покривом і температурою повітря за період його залягання в Чернівцях, 2000-2025рр.

Лінійна екстраполяція лінії зв'язку на графіку, рис.3.12, дозволяє зробити припущення про те, що при подальшому потеплінні зимових місяців сніговий покрив у Чернівцях взагалі не буде встановлюватись.

Крім скорочення кількості днів зі сніговим покривом, спостерігалось зменшення його висоти, табл.3.14.

Таблиця 3.14

Висота снігового покриву, см, в Чернівцях у 1961-1990 та 2000-2023рр.

Період					XI			XII				I				II				III				IV		
Декада		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
1961-1990				*	*	1,4	1,6	2,5	4,2	5,6	8,4	11,2	12	12,2	14,6	13,8	11,5	8,7	4,6							
2000-2023				*	*	1,3	2,1	4	5,8	6	5,2	5,6	6,8	8,8	10,1	7,2	4,6	3,6	1,7	*						
ЗМІНИ						0,1	0,5	1,5	1,6	0,4	-3,2	-5,6	-5,2	-3,4	-4,5	-6,6	-6,9	-5,1	-2,9							

З табл.3.14 видно, що висоти снігового покриву перших (XI-XII) зимових місяців змінилися незначно – в межах 2см, натомість в кінці зимового сезону – у III декаді лютого і I-II декадах березня вона зменшилась на 5-7см. Середня висота снігового покриву за останній 25-річний період зменшилась на 13см, табл.3.15.

Таблиця 3.15

Середня за зимовий сезон висота снігового покриву в Чернівцях,
1961-1990 та 2000-2025рр.

Період	Середня	Найбільша,зима	Найменша,зима
1961-1990	30	95, 1983-1984	3, 1989-1990
2000-2025	17	41, 2012-2013	1, 2024-2025
Зміни	-13		

Ще однією важливою особливістю сучасних зимово-весняних сезонів є зміни характеру весняного сніготанення, спричинені змінами чинників його формування. Першим з них є запас води у сніговому покриві на момент початку сніготанення. Запасом води у сніговому покриві називається її шар,

мм, який може утворитись на поверхні землі при повному таненні снігу. Запас води обчислюється за двома параметрами снігового покриву: його висотою і густиною і є їх добутком:

$$S=10hd, \quad (3.1)$$

де h висота снігу, см;

d – густина, г/см³.

Протягом досліджуваного періоду спостерігалось зменшення висоти снігового покриву в Чернівцях. Нажаль, густина снігового покриву на метеостанціях Чернівці – Університет та Чернівці – Аеропорт не контролюється. тому кількісно зміни запасів води у сніговому покриві оцінити не вдалось, однак, можна припустити, що він зменшувався. На користь такого припущення свідчить те, що в останні роки в Чернівцях взагалі перестав формуватись стійкий сніговий покрив. Таким вважається сніговий покрив, який залягає не менше місяця з перервами не більше 3 днів поспіль [11]. В Чернівцях за всі зимові періоди 2019-2025 років сніговий покрив залягав не більше 49 днів. На момент початку сніготанення не накопичувались помітні запаси води.

Головним метеорологічним чинником сніготанення є інтенсивність сонячної радіації і теплообмін з повітрям, який визначається його температурою. Найактивніше сніготанення зазвичай спостерігається при запізненні весни, коли збільшується надходження значних мас теплого повітря. Дуже прискорює сніготанення випадання рідких опадів на поверхню снігового покриву. В Чернівцях останніми роками спостерігались ранні весни, часті відлиги протягом зимових місяців. За таких умов характерними стали не періоди весняного танення стійкого снігового покриву, а серії танень малопотужних снігових покривів, що утворювались після окремих снігопадів і існували лише кілька днів. Подібна ситуація спостерігалась в Чернівцях взимку 2024-2025рр., яка вже стає типовою. Характеристики снігового покриву за цей сезон наведено в табл.3.16.

Таблиця 3.16

Характеристики снігового покриву за зимовий сезон 2024-2025рр.

в Чернівцях

Період залягання снігового покриву		Найбільша висота снігового покриву, см
Число, місяць	Тривалість, днів	
13.11-14.11	2	1
21.11-27.11	7	10
10.12-16.12	7	4
25.12-29.12	5	0,5
4.01-6.01	3	1
11.01-17.01	7	3
3.03	1	0,5
15.03	1	0,5
21.03	1	0,5

З табл.3.16 видно, що за зимовий сезон 2024-2025рр. сніговий покрив залягав лише 34 дні. Постійний сніговий покрив не утворився, сніг залягав протягом окремих проміжків часу тривалістю 1-7 днів. Висота снігового покриву була незначною, її максимальне значення становило 10см. Фактично сніговий покрив зійшов 17.01. За весь зимовий період спостерігалось 7 випадків формування і танення малопотужних снігових покривів.

ВИСНОВКИ

1. Сніговий покрив – це шар снігу, який утворюється на земній поверхні внаслідок випадання та укладання снігу. Його формування залежить від кількох умов, таких як температура повітря, наявність опадів, вологість повітря, вітер та характер поверхні місцевості. Висока вологість та низька температура сприяють утворенню товстого снігового покриву, тоді як високі температури або велика кількість опадів можуть призвести до швидкого танення та зменшення товщини покриву. Вітер може впливати на форму снігового покриву, переносячи сніг з одних місць на інші та утворюючи замети. Рельєф місцевості також має значний вплив на формування снігового покриву, змінюючи умови снігонакопичення та танення.
2. Для контролю характеристик снігового покриву використовуються різноманітні методи та техніки, зокрема:
 - Метеорологічні спостереження: вимірювання товщини снігового покриву, температури повітря, вологості та інших параметрів.
 - Використання спеціалізованого обладнання, такого як радари та лазерні вимірювальні прилади, для визначення товщини та структури снігу.
 - Використання супутникових зображень та даних для візуалізації розподілу снігового покриву на великій території.
 - Моделювання та прогнозування: застосування комп'ютерних моделей для передбачення змін у характеристиках снігового покриву на різних етапах його розвитку та під впливом різних факторів.
3. Внаслідок глобального потепління в Чернівцях підвищились середні місячні і середні річні температури повітря. В Чернівцях стали теплішими усі місяці року, також помітно підвищилась температура повітря зимових місяців. В окремі роки вона навіть стала більшою на 7°C. Наслідком цього стали зміни характеристик снігового покриву.

4. Підвищення температури повітря призвело до змін дат формування різних періодів снігового покриву. У порівнянні з попередніми роками (1945-1961) середня дата появи снігового покриву не змінилася. Дещо пізнішими – на одну декаду стали рання і пізня дати появи снігового покриву. Не зазнала змін середня дата формування стійкого покриву, вона як і в попередній період, припадає на 3 декаду грудня. На 10 днів раніше, ніж у попередній період, почав спостерігатися схід снігового покриву. Нарешті, більш, раннім став і період повного сходу снігового покриву. Та, якщо в 1945-1961 роках він спостерігався в 3 декаді, то протягом 2000-2023 років у 2 декаді. Рання і пізня декади повного сходу снігового покриву майже не змінились.
5. Внаслідок підвищення температури зимового сезону у порівнянні, з попереднім, зменшилася кількість днів зі сніговим покривом. Найбільше зменшилась кількість днів зі сніговим покривом в січні і лютому місяцях, відповідно – 3,5 і 2,9 днів. Внаслідок цього кількість днів зі сніговим покривом за зиму зменшилась на 11,5 днів. Кількість днів по декадах зменшилась до 2 днів за зимовий сезон.
6. Меншою, внаслідок підвищення температур, стала декадна висота, снігового покриву, виміряна за постійного рейкою. Помітних змін зазнали висоти снігового покриву в кінці зимового сезону у 3 декаді лютого і 1-2 декаді березня місяців майже на 5-7 см. Відповідно меншою стала середня і найбільша висота снігового покриву.
7. При підвищенні середньої температури повітря за зимовий сезон до $+4^{\circ}\text{C}$ сніговий покрив в Чернівцях не буде формуватись

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адаптація до змін клімату в Україні: проблеми і перспективи. Аналітична записка / С. П. Іванюта // Національний інститут стратегічних досліджень. Відділ енергетичної та техногенної безпеки № 32 Серія «Національна безпека». – 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/2223/>.
2. Акімов В. А., Володимиров В. А., Ізмалков В. І. Катастрофи та безпека. - К.: Діловий експрес, 2006. - С. 90-96
3. Анісімов О. А., Нельсон Ф. Е., Павлов А. В. Прогнозні сценарії еволюції кріолітозони при глобальних змінах клімату в ХХІ столітті // Кріосфера Землі. - 1999. -Т. III. - №4. - С. 15-25.
4. Андрій Николаєв Зміни клімату міста Чернівці у період глобального потепління/ Андрій Николаєв, Сусанна Гуцул, Юлія Тимофєєва// Наук.вісник Чернівецького ун-ту: зб.наук.праць. – Чернівці: Чернівецький нац.ун-т, 2024. Вип.847: Географія. – С.109-124
5. Бабіченко В.М. Зміни температури повітря на території України наприкінці ХХ та на початку ХХІ століття / В.М. Бабіченко, Н.В. Ніколаєва, Л.М. Гущина // Український географічний журнал. – 2007. - №4. – С. 3-12.
6. Барабаш М.Б. Зміни клімату в Україні на початку ХХІ століття / М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенюк // Ювілейна міжнародна конференція, присвячена 70-річчю утворення Одеського державного екологічного університету, 2002. : тези доп. – Одеса, 2002. – С. 64-65.
7. Барабаш М.Б. Зміни клімату України при глобальному потеплінні / М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенюк, О.Г. Татарчук // Водне господарство України. – 1998. - № 3. – С. 9-12.
8. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти / [В.М.Волощук, С.Г.Бойченко, С.М.Степаненко та ін.]. – К. : ВПЦ “Київський університет”. 2002. - 117с.

9. Глобальні та регіональні зміни клімату / [Шестопапов В.М., Логінов В.Ф., Осадчий В.І. та ін.]. К.: Ніка – ЦЕНТР, 2011. - С. 448с.
10. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка – ЦЕНТР, 2010. – 316с.
Дати переходу температури повітря в Україні за сучасних умов клімату/ За ред. В.І.Осадчого, В.М.Бабіченко. – К.: Ніка – Центр, 2010. – 304с.
- 11.ДСТУ 3992 – 2000. Кліматологія. Терміни та визначення основних понять. – К.: Держстандарт України, 2001. – 40с.
- 12.Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. Доповідь / [С.П. Іванюта, О.О. Коломієць, О.А. Маліновська, Л.М. Якушенко]: за ред. С.П. Іванюти. – К.: НІСД, 2020. – 110с.
- 13.Ізраель Ю. А., Вантажі Г. В., Катцов В. М., Мелешко В. П. Зміни глобального клімату. Роль антропогенних впливів // Метеорологія та гідрологія. – 2001. – № 5. – С. 5-21.
- 14.Киналь О. Тенденції кліматичних змін у Чернівцях на початку ХХІ століття (2000-2010 рр.) / О. Киналь, А. Ванзурак, Г. Козак, Л. Семенчук // Наук. вісник Чернівецького університету: Зб. наук. праць: Географія. – Вип. 587-588. – Чернівці: Рута. – 2011. – с. 107-111.
- 15.Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343с.
- 16.Кліматичний Кадастр України (електронна версія) «Державна гідрометеорологічна служба; УкрНДГМ; Центральна Геофізична обсерваторія. – К., 2006. - С. 43-45
- 17.Лібін І. Я., Перес П., Олійник Т. Л., Пруднікова Р., Трейгер Є. М. Можливий вплив глобальних змін клімату на соціальні процеси та економіку// Міжнародний журнал прикладних та фундаментальних досліджень. – 2013. – № 9. -С. 105–108.
- 18.Ліпінський В. М. Клімат України / В.М. Ліпінський, В.А. Дячук, В.М. Бабіченко. – К. : Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

- Ландшафти міста Чернівці: Монографія / За ред. В.М. Гуцуляка. – Чернівці: Рута, 2006. – 168с.
- 19.Макаров І. А. Глобальна зміна клімату як виклик світовій економіці та економічній науці // Економічний журнал ВШЕ. – 2013. – № 3. – С. 479-494.
 - 20.Михайлова Є. О. Викиди парникових газів в Україні та світі. Харківський національний економічний університет, 2023. - С. 32-38.
 - 21.Николаєв А.М. Зміни елементів клімату Чернівців під впливом глобального потепління / А.М. Николаєв, Ю.Ф. Шевчук // Наук. вісник Чернівецького ун-ту: збірник наук. праць. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2014. – Вип. 724-725: Географія. – С. – 43 – 49.
 - 22.Николаєв А.М. Сучасні тенденції змін аридності клімату Карпато-Подільського регіону України / А.М. Николаєв // Науковий вісник Чернівецького університету : збірник наукових праць. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – Вип. 775-776 : Географія. – с. 73-78.
 - 23.Осадчий В. І. Динаміка температури повітря в Україні за період інструментальних метеорологічних спостережень / В.І. Осадчий та ін. – К.: Ніка – ЦЕНТР, 2013-308с.
 - 24.Панасюк Б. Я. Глобальні зміни клімату та економіка. Економіка агропромислового виробництва. – 2015. – № 11. - С. 14-23.
 - 25.Тимошук О. А., Тимошук О. Б., Матвійчук Б. В. Викиди парникових газів від сільськогосподарської діяльності та їх динаміка. Український журнал природничих наук, 2023. – с. 51-59.
 - 26.Холявчук, Д.І. (2022). Клімат Покутсько-Буковинських Карпат і Передкарпаття у другій половині XIX ст. – на початку XX ст. Вісник Чернівецького університету : Географія. 839, – с. 69-81.
 - 27.Carleton, T. A. et al. Valuing the Global Mortality Consequences of Climate Change Accounting for Adaptation Costs and Benefits. Natl. Bur. Econ. Res. Work. Pap. Ser. No. 27599, (2020).

- 28.Chandra, A. Madramootoo (2011). Water Management for Global Food Security/ McGill University, Macdonald Campus, 21,111 Lakeshore Road Ste. Anne de Bellevue QC H9X 3V9, Canada. - 136p.
- 29.Copernicus Climate Change Service. European State of the Climate 2020. (2020).
- 30.Euronews. At least nine killed as forest fires rage in eastern Ukraine. Euronews <https://www.euronews.com/2020/10/01/atleast-nine-killed-as-forest-fires-rage-in-eastern-ukraine>
- 31.Felix, R. Reinders (2015). Sustainable Micro Irrigation Principles and Practices / Edited by Megh R. Goyal, Vishal K. Chavan and Vinod K. Tripathi //Citation Information Principles and Management of Clogging in Micro Irrigation.- Apple Academic Press. - p. 21-30
- 32.Huo, R. et al. Extreme Precipitation Changes in Europe from the Last Millennium to the End of the Twenty-First Century. J. Clim. 34, 567–588
- 33.Lyashenko V., Onopchuk I., Tymoshchuk O. and oth. Ukraine’s Greenhouse Gas Inventory 1990-2020 / National Inventory Submissions 2022. 599 c. URL: <https://unfccc.int/documents/476868>.
- 34.Ovcharuk, V. et al. Extreme hydrological phenomena in the forest steppe and steppe zones of Ukraine under the climate change. in Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences vol. 383 229–235
- 35.Report on the individual review of the inventory submission of Ukraine submitted in 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://unfccc.int/resource/docs/2016/arr/ukr.pdf>
- 36.Buletinul Lunar al observatiunilor Meteorologice din Romania. – Bucuresti: IMCR, L.N. Copuzeanu 1927.
- 37.Lindsey R & Dahlman, L Climate Change: Global Temperature, NOAA Climate News (2021)
- 38.Wilson, L., New, s., Golding, N., (2021) Climate Change impacts for Ukraine. Met Office.
- 39.WMO: Guideto Climatological Practices, Third Ed., 2010.