

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
Кафедра «Фізичної географії, геоморфології та палеогеографії»

ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА ТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА НИМИ
У ШКОЛІ

Кваліфікаційна робота

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Виконала:

Студентка 4 курсу, 403 групи

Ткачук Наталія

Керівник:

кандидат географічних наук,

доцент **Холявчук Д. І**

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри №

від « » червня 2025 р.

Зав. кафедрою _____ проф. Рідуш Б.Т.

Чернівці 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ	6
1.1 Поняття та класифікація гідрометеорологічних явищ	6
1.2 Природа та механізми утворення основних гідрометеорологічних явищ	10
1.3 Наслідки гідрометеорологічних явищ для населення	19
Висновок до розділу 1.....	25
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ У МІСТІ ЧЕРНІВЦІ	27
2.1. Кліматична характеристика міста Чернівці.....	27
2.2. Найпоширеніші гідрометеорологічні явища в регіоні: статистичні дані та аналіз	32
2.3. Вплив гідрометеорологічних явищ на міське середовище та господарську діяльність.....	38
2.4. Спостереження за гідрометеорологічними явищами у Чернівцях.....	44
Висновок до розділу 2.....	48
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗНАНЬ ПРО ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ .	50
3.1 Застосування знань на уроках географії	50
3.2 Застосування знань у позакласній роботі	56
Висновок до розділу 3.....	63
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

АНОТАЦІЯ

Ткачук Н.В. Природні явища та спостереження за ними. Методика спостереження гідрометеорологічних явищ в школі

Спеціальність: 014.07 Середня освіта (Географія). Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. Чернівці 2025 рік.

У кваліфікаційній роботі досліджено поширення гідрометеорологічних явищ на території Чернівецької області, їх природу, механізми утворення та наслідки для довкілля і населення. Особлива увага приділяється методиці спостереження за цими явищами у шкільному курсі географії.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні важливості інтеграції знань про гідрометеорологічні процеси в освітній процес для формування екологічної свідомості та практичних навичок в учнів.

У процесі дослідження застосовано статистичний аналіз, синоптико-кліматичні методи та просторово-часове узагальнення. Представлено аналіз кліматичних умов міста Чернівці та найпоширеніших гідрометеорологічних явищ у регіоні на основі даних метеоспостережень за 2019-2023 роки.

Результатом роботи стала розробка інтегрованої методики спостережень, яку можна ефективно використовувати як у межах уроків географії, так і в позакласній роботі. Вперше систематизовано локальні дані та запропоновано навчально-практичну модель вивчення природних явищ для учнів середньої школи.

Ключові слова: *гідрометеорологічні явища, Чернівецька область, спостереження, методика, шкільна освіта, клімат, природні явища.*

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

_____ Н.В. Ткачук

ANNOTATION

Tkachuk N.V. Natural phenomena and their observation. Methods of observing hydrometeorological phenomena at school.

Specialty: 014.07. Secondary education (Geography). Chernivtsi National University named after Yuriy Fedkovych. Chernivtsi 2025.

The qualification work investigates the spread of hydrometeorological phenomena in the Chernivtsi region, their nature, mechanisms of formation and consequences for the environment and the population. Particular attention is paid to the methodology of observing these phenomena in the school geography course.

The purpose of the study is to substantiate the importance of integrating knowledge about hydrometeorological processes into the educational process for the formation of environmental awareness and practical skills in students.

In the course of the study, statistical analysis, synoptic and climatic methods and spatial and temporal generalization were used. An analysis of the climatic conditions of the city of Chernivtsi and the most common hydrometeorological phenomena in the region based on meteorological observations for 2019-2023 is presented.

The result of the work was the development of an integrated observation methodology that can be effectively used both in geography lessons and in extracurricular activities. For the first time, local data were systematized and an educational and practical model for studying natural phenomena for secondary school students was proposed.

Keywords: *hydrometeorological phenomena, Chernivtsi region, observation, methodology, school education, climate, natural phenomena.*

The qualification work contains the results of one's own research. The use of ideas, results and texts of scientific research by other authors must be referenced to the appropriate source.

_____Tkachuk N.V.

ВСТУП

Актуальність теми. В епоху зростаючої мінливості клімату та екстремальних погодних явищ розуміння гідрометеорологічних явищ має важливе значення не тільки для наукової грамотності, але й для сприяння відповідальному ставленню до природи. Знайомство школярів з спостереженням за погодою та природними процесами за допомогою систематичних методологій підтримує розвиток аналітичного мислення, цікавості та практичних навичок у географії та екології. Крім того, інтеграція методів спостереження в навчальну програму заохочує учнів пов'язувати теоретичні знання з реальними явищами.

Україна має різноманітні природні зони, ресурси, гірські та степові регіони, які піддаються впливу різних природних процесів. Спостереження за атмосферними явищами формують у учнів розуміння взаємозв'язку між природою та діяльністю людини. Через зміну клімату Україна все частіше стикається з посухами, зливами, градом, сильними вітрами. Розуміння гідрометеорологічних явищ допомагає дітям усвідомлювати ризики, пов'язані з ними, та бути більш підготовленими до надзвичайних ситуацій. Спостереження за погодою, робота з метеорологічними даними, аналіз змін клімату — це практичні завдання, які стимулюють логічне мислення, аналітику, вміння робити висновки на реальних основі спостережень.

Мета роботи: дослідити поширення гідрометеорологічних явищ на території Чернівецької області та обґрунтувати важливість вивчення та спостереження цих явищ у школі.

Завдання дослідження:

- визначити усі поняття, терміни, що стосуються теми гідрологічних явищ
- аналіз літературних джерел та наукових публікацій щодо поширення, характеристики гідрометеорологічних явищ в Чернівецькій області;

- з'ясувати як знання про гідрометеорологічні явища можна застосувати при вивченні географії у школі на уроках та в позакласній роботі.

Об'єктом дослідження є гідрометеорологічні явища.

Предмет дослідження: методика спостереження за гідрометеорологічними явищами у школі.

Методи дослідження: просторово-тимчасове узагальнення даних, синоптико-кліматичний аналіз, статистичний аналіз.

Робота складається з трьох розділів, закінчується висновками та переліком використаної літератури із 14 найменувань. Розділ перший містить теоретичну характеристики гідрологічних явищ.

В другому розділі дослідження питання щодо поширення гідрометеорологічних явищ в Чернівецькій області.

Третій розділ містить інформацію про методи вивчення та спостереження досліджених явищ у шкільному курсі географії. Як знання про гідрометеорологічні явища можна застосовувати при вивченні географії у школі, на уроках і позакласній роботі.

Наукова новизна дослідження:

- вперше в рамках навчально-дослідницького підходу систематизовано інформацію про гідрометеорологічні явища Чернівецької області з опорою на метеоспостереження 2019–2023 років.
- вперше запропоновано інтегрований план спостережень за гідрометеорологічними явищами для шкільного курсу географії.
- вперше на основі даних Чернівецького обласного гідрометеоцентру та навчально-наукової геофізичної обсерваторії ЧНУ виконано локалізований аналіз зміни кліматичних характеристик у місті Чернівці.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ

1.1 Поняття та класифікація гідрометеорологічних явищ

Гідрометеорологічні явища охоплюють широкий спектр атмосферних та водних процесів, що відбуваються у природному середовищі. З наукової точки зору важливо не лише виявити наявність або відсутність того чи іншого явища, але й зрозуміти його динаміку, часову варіативність, просторову неоднорідність та закономірності виникнення. Саме тому гідрометеорологія як наука розвивалася впродовж століть, від спостереження давньогрецьких філософів, до високоточних супутникових систем ХХІ століття.

Поняття «гідрометеорологічні явища» є міждисциплінарним і охоплює явища, що виникають унаслідок взаємодії атмосфери та гідросфери.

Згідно з Енциклопедією Britannica, гідрометеорологічні явища – це частина природних процесів, пов'язаних з атмосферними та гідрологічними умовами, які виникають внаслідок взаємодії водної поверхні та атмосфери [24].

АМТ (American Meteorological Society) визначає їх як явища, що виникають у межах гідрологічного циклу, охоплюючи як атмосферні, так і наземні(водні) складові [27].

В українському академічному підході (наприклад, у працях Довганя Г.В., Кальченка С.І.) гідрометеорологічні явища трактуються як явища атмосферного а водного походження, що мають значний вплив на територію країни та потребують моніторингу [4].

Класифікація гідрометеорологічних явищ дозволяє систематизувати знання про ці складні природні процеси та забезпечити ефективне прогнозування та реагування. Вона базується на ключових категоріях: походження, інтенсивність, тривалість, масштаб, вплив на довкілля та господарську діяльність.

За походженням гідрометеорологічні явища поділяють на природні та антропогенні. Відомим прикладом природного гідрометеорологічного явища

є ураган «Катрін», що обрушився на узбережжя США у 2005 році. Він був спричинений природними атмосферними процесами у зоні теплового океанічного циклону. До антропогенно зумовлених явищ можна віднести посилення повеней у містах, як у випадку з паводком у Джакарті, столиці Індонезії, спричинений неефективним водовідведенням та надмірною забудовою території[25].

За *інтенсивністю* розділяють звичайні погодні явища(дощ, туман, сніг), вони мають сезонний характер і, як правило, не становлять небезпеки. За інтенсивністю також виділяють аномальні або екстремальні явища. Наприклад, рекордні зливи у Німеччині в липні 2021 року спричинили катастрофічні повені та значні людські втрати.

За тривалістю: короткотривалі (миттєві) явища, такі як град, блискавка, шквал. Яскравим прикладом таких явищ був градобій у Франції у червні 2019 року, який пошкодив тисячі гектарів виноградників за кілька годин. Довготривалі явища, наприклад, посухи. Так, посуха в Сомалі, спричинена відсутністю п'яти традиційних сезонів дощів, призвела до продовольчої кризи та вимушеної міграції десятків тисяч осіб.

За *впливом на життєдіяльність* виокремлюють небезпечні явища. Наприклад, тайфун «Хаян» на Філіппінах у 2013 році, що став одним із найпотужніших у історії спостережень. Іншу групу називають – потенційно небезпечні – вони не становлять загрози за звичайних умов, але можуть активізуватися. Наприклад, тумани, які часто є причиною дорожньо-транспортних пригод[29].

За *географічною локалізацією* розрізняють локальні (місцеві) явища, до прикладу, локальні зливи і регіональні або глобальні гідрометеорологічні явища, наприклад, Ель-Ніньо – кліматичне явище, що впливає на метеоумови у глобальному масштабі.

Кожне з наведених явищ має свою динаміку розвитку, часову прив'язаність, географічну специфіку та набір факторів, що впливають на його виникнення і наслідки. Знання класифікаційних особливостей

гідрометеорологічних явищ дозволяє не лише покращити методику їх дослідження, але й забезпечити ефективну підготовку до них у рамках освітнього процесу.

Гідрометеорологічні явища виникають внаслідок складної взаємодії атмосферних та гідросферних процесів. Основою більшості таких явищ є енергетичні обміни між поверхнею Землі та атмосферою, зокрема теплові та вологообмінні процеси. Сонячна радіація нагріває поверхню суходолу та океану, внаслідок чого відбувається випаровування води, а тепле повітря піднімається охолоджується й спричиняє утворення хмар[9].

Одним із ключових механізмів є формування зон атмосферного тиску та фронтальних систем. Наприклад, коли зустрічаються повітряні маси з різними фізичними властивостями (температурою, вологістю), формується фронт, на якому можуть виникати сильні опади, грози, шквали та бурі. Динаміка таких систем значною мірою залежить від циркуляції атмосфери, швидкості вітру, топографічних особливостей місцевості.

Інші явища, такі як повені чи посухи, пов'язані з тривалими періодами надлишку або дефіциту атмосферних опадів. Вони також можуть бути наслідком глобальних кліматичних коливань, таких як Ель-Ніньо або Ла-Нінья (Додаток А), які змінюють нормальні погодні шаблони в окремих регіонах планети.

Окрему категорію гідрометеорологічних явищ становлять екстремальні погодні явища, такі як тропічні циклони, торнадо, зливи та град. Наприклад, ураган «Катрін» (2005), який уже згадувався вище, виник у Мексиканській затоці, став результатом інтенсивного випаровування з теплої поверхні океану та нестабільності в приземному шарі атмосфери. Висока вологість і температура води сприяли стрімкому посиленню циклону, що призвело до катастрофічного затоплення значної частини м. Новий Орлеан[25].

У більш помірних широтах, в яких знаходиться Україна, найпоширенішими є явища, пов'язані з переміщенням циклонів і антициклонів (табл. 1.1). Наприклад, зимові снігопади та хуртовини

виникають, коли з Атлантики надходять вологе повітря, яке стикається з холодним арктичним фронтом. Улітку навпаки, тривала дія антициклону може спричинити спеку і посуху, як це було під час спеки в Європі 2003 року, що викликала тисячі смертей через теплові удари та посилення смогів.

Таблиця 1.1

Домінуючі гідрометеорологічні явища в областях України

Область	Переважаючі гідрометеорологічні явища	Регіон
Львівська	Повені, паводки, сильні зливи, шквали	Захід
Івано-Франківська	Повені, паводки, зсуви, снігові лавини	Захід
Закарпатська	Паводки, повені, шквали, зсуви	Захід
Чернівецька	Зливи, повені, паводки, ожеледиця	Захід
Волинська	Зливи, весняні паводки, ожеледиця	Захід
Рівненська	Зливи, підтоплення, ожеледиця	Захід
Тернопільська	Зливи, весняні повені, град	Захід
Хмельницька	Зливи, град, буревії	Центральна Україна
Вінницька	Посухи, буревії, град	Центральна Україна
Київська	Сильні зливи, град, буревії, ожеледь	Центральна Україна
Черкаська	Посухи, буревії, град	Центральна Україна
Полтавська	Посухи, пилові бурі, сильні зливи	Центрально-східна Україна
Житомирська	Сильні зливи, град, ожеледиця	Північ
Чернігівська	Ожеледиця, весняні паводки, снігові бурі	Північ
Сумська	Сильні морози, ожеледиця, град	Північ
Харківська	Посухи, град, зливи, пилові бурі	Схід
Донецька	Посухи, пилові бурі, зливи, буревії	Схід
Луганська	Посухи, пилові бурі, снігові замети	Схід
Дніпропетровська	Посухи, град, буревії	Південний-схід
Запорізька	Посухи, пилові бурі, степові пожежі	Південний-схід
Кіровоградська	Посухи, град, буревії, пилові бурі	Центр
Миколаївська	Посухи, суховії, пилові бурі, заморозки	Південь
Херсонська	Посухи, пилові бурі, пилові шторми, степові пожежі	Південь
Одеська	Посухи, град, буревії, сильні зливи	Південь
АР Крим	Сильні зливи, буревії, тумани	Південь

З розвитком глобального потепління та зростанням частоти екстремальних погодних явищ, роль гідрометеорології стала ще більш актуальною. Проблеми, пов'язані з посухами, зливами, повенями, а також їх вплив на сільське господарство, інфраструктуру, здоров'я населення, стали

предметом міждисциплінарних досліджень, які охоплюють не лише географію, а й біологію, медицину, соціологію, економіку.

Сучасна гідрометеорологія ґрунтується на широкому спектрі методів спостереження: від наземних вимірювань до супутникового моніторингу. Ці спостереження дозволяють не лише фіксувати факт наявності певного явища, але й прогнозувати його розвиток, потенційні наслідки та ризики. Таким чином, класифікація гідрометеорологічних явищ виконує не лише систематичну функцію, але й є необхідною для ефективного управління природними ресурсами та забезпечення безпеки населення.

Гідрометеорологічні спостереження, які є основою для аналізу цих явищ, проводяться у відповідності до міжнародних стандартів Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО). На території України ці спостереження регламентуються інструкціями Укргідрометцентру та супутниковими програмами Європейського космічного агентства.

Крім того, важливим напрямом дослідження є аналіз впливу людської діяльності на частоту та інтенсивність гідрометеорологічних явищ. Наприклад, вирубка лісів може підвищити ризик зсувів, а розширення міст без належної дренажної системи сприяє посиленню повеней. Таким чином, гідрометеорологічні явища не можуть розглядатись виключно як природні – вони дедалі більше набувають комплексного, соціо-природного характеру.

У навчальному процесі вивчення гідрометеорологічних явищ дозволяє розвивати в учнів критичне мислення, розуміння взаємозв'язків у природі, а також екологічну відповідальність. Тому питання класифікації цих явищ мають не лише наукове, але й важливе педагогічне значення.

1.2 Природа та механізми утворення основних гідрометеорологічних явищ

Гідрометеорологічні явища формуються в результаті інтегральної взаємодії процесів, що відбуваються в атмосфері та гідросфері. В їх основі лежить динаміка енергетичного обміну між землею поверхнею та шаром атмосфери, яка зумовлює вертикальні та горизонтальні переміщення

повітряних мас. Ключову роль у цьому відіграє сонячна радіація – головне джерело енергії в кліматичній системі Землі. Поглинання сонячного випромінювання підстильною поверхнею (суходолом або водною поверхнею) спричиняє підвищення температури, що ініціює випаровування вологи з відкритих водойм, ґрунту та рослинності. У результаті в нижньому шарі атмосфери зростає вміст водяної пари, яка під дією конвекційних транспортується вгору, де при зниженні температури відбувається її конденсація з виділенням теплоти. Цей процес сприяє подальшому розвитку хмарності та, за певних умов, утворенню опадів та інших гідрометеорологічних явищ[2].

Одним із визначальних процесів у генезисі гідрометеорологічних явищ є розвиток баричних систем, що формуються внаслідок диференціації атмосферного тиску на різних просторових рівнях. Виникнення баричних градієнтів спричиняє переміщення повітряних мас, яке набуває характеру фронтальної взаємодії – процесу, в основі якого лежить зіткнення повітряних мас з контрастними термодинамічними характеристиками, зокрема температурою, вологістю, щільністю. На фронтальних поверхнях відбувається інтенсивне вертикальне перемішування повітря, що зумовлює утворення хмарності, а також розвиток конвективних явищ – злив, грозових процесів, щквалів, штормових поривів вітру.

Циркуляція атмосфери, яка визначає масштабні напрямки руху повітря, відіграє вирішальну роль у просторовому поширенні цих явищ. Її характер залежить як від широтної зональності, так і від рельєфу місцевості: орографічні перешкоди можуть сприяти локалізації або посиленню фронтальних процесів, створюючи умови для їх тривалого впливу в окремих регіонах[14].

Грози. Грозова активність є наслідком розвитку потужної купчасто-дощової хмарності, яка формується у вологому, нестійкому стратифікованому повітрі. Найчастіше це відбувається у результаті інтенсивного прогрівання земної поверхні у денні години або ж внаслідок фронтальної активності,

зокрема на холодних чи теплих фронтах. Грозові процеси супроводжуються сильними зливами, іноді градом, шквалистим вітром і навіть штормовими явищами.

Залежно від умов утворення, виділяють два типи гроз – внутрішньомасові та фронтальні. Внутрішньомасові грози характерні для літнього періоду й формуються у вологих, нестійких повітряних масах за наявності значної вологості у приземному шарі атмосфери та за умови значного денного прогріву. Такі грози зазвичай розвиваються в ослаблених баричних системах, в слаборозвиненому циклоні або на периферії антициклонів. Внутрішньомасові грози, як правило, мають обмежений часовий і просторовий масштаб – вони короткочасні та охоплюють меншу територію, ніж фронтальні. За умов, коли повітряна маса нашттовхується на орографічні бар'єри, а температурна стратифікація сприяє розвитку вертикальних рухів, можуть виникати орографічні внутрішньомасові грози, які зумовлені підйомом повітря по схилах гір або підвищень рельєфу[3].

Фронтальні грози найчастіше асоціюються з повільно руховими холодними фронтами або з фронтами оклюзії, особливо тоді, коли при високій вологості і вираженій атмосферній нестійкості сонячне прогрівання поверхні сприяє активному розвитку конвекції. Нерідко грози спостерігаються і при проходженні теплих фронтів, зокрема у нічний час, якщо зафронтальна повітряна маса є достатньо нестійкою.

Формуванню гроз сприяє поєднання ряду факторів: висока питома вологість як у приземному шарі, так і на висотах; значна вертикальна розтягнутість хмар (зазвичай понад 4,5 км); інтенсивні вертикальні рухи всередині хмарних мас (понад 10 м/с); досягнення хмар верхнього рівня з температурами нижче -22°C , що відповідає рівню кристалізації вологи. Важливу роль відіграє також значна позитивна енергія нестійкості, яка є рушієм вертикальних потоків[15].

Під час гроз у приповерхневому шарі повітря температура зазвичай перебуває в межах $16-20^{\circ}\text{C}$, а відносна вологість – понад 90%. Умови з

температурою повітря нижче 5°C або вологістю менше 20% вважаються несприятливими для формування гроз. Аналіз повторюваності гроз в Україні свідчить, що близько 68% таких явищ припадає на періоди з атмосферним тиском у межах 1005-1015гПа; при тиску нижче 995гПа або вище 1025гПа грози спостерігаються значно рідше[15].

Інтенсивність грозового процесу значною мірою визначається кількістю водяної пари в повітрі та вертикальними потоками, які забезпечують підйом вологого повітря в більш високі, холодні шари атмосфери, де відбувається його конденсація ф вивільнення тепла – головного енергетичного джерела для розвитку гроз.

Град. Град належить до категорії особливо небезпечних гідрометеорологічних явищ, оскільки здатен завдати значних збитків сільському господарству, зокрема пошкоджуючи посіви, фруктові сади, виноградники, а також завдавати шкоди сільськогосподарським тваринам.

Найчастіше град спостерігається у теплий період року і має просторову локалізацію: випадає окремими смугами або плямами, довжина яких може сягати кількох кілометрів. Зазвичай випадіння граду супроводжується потужними зливовими опадами, електричними розрядами (грозами), а іноді і шквалистими вітрами. Характерною умовою для формування граду є вторгнення холодного повітря, що призводить до різкої атмосферної нестійкості, з чим пов'язане формування граду значних розмірів.

Найбільш сприятливі умови для утворення граду виникають при меридіональному типі атмосферної циркуляції. Встановлено, що вертикальні температурні градієнти у шарі хмарності на висоті 4-5 км над рівнем конденсації, які дорівнюють або перевищують вологі адіабатичні градієнти, є ключовими для розвитку цього явища. Супутні умови включають середній дефіцит точки роси в межах $4-8^{\circ}\text{C}$, наявність циклонічної кривизни ізогіпс у рівні 500гПа за умов внутрішньомасових процесів. Формування граду стає малоімовірним, якщо дефіцит точки роси у приземному шарі або на висотах

до 300гПа становить 15°C і більше, або якщо середній дефіцит точки роси в шарі хмарності 4-6 км перевищує 10°C [9].

Найчастіше град утворюється в умовах проходження холодних фронтів або фронтів оклюзії, тоді як випадки випадіння граду при внутрішньомасових процесах спостерігаються значно рідше й переважно при яскраво вираженій нестійкій стратифікації атмосфери.

Тумани. Туман – це атмосферне явище, що виникає в результаті скупчення водяних крапель або кристалів льоду у повітрі над землею поверхнею. Вони можуть бути у формі рідких (наприклад, роса, дощ, туман) або твердих (наприклад, сніг, град, іній) опадів[1].

Тумани з водяних крапель переважно спостерігаються при температурі повітря вище -20°C , але можуть траплятися навіть за температур нижче -40°C . У горах тумани часто не розрізняються від хмар, тому їхнє явище зазвичай спостерігається на рівнинних територіях.

Відповідно до синоптичних умов виникнення розділяють тумани внутрішньомасові і фронтальні.

До внутрішньомасових туманів відносять тумани охолодження і тумани випаровування, які утворюються при насиченні холодного повітря над теплою водою.

Найбільше значення мають тумани охолодження. Часто різні фізичні процеси діють одночасно і розділити їх неможливо. Наприклад, при адвективному охолодженні теплої повітряної маси вночі одночасно діє радіаційне охолодження, яке особливо велике при проясненнях. У зв'язку з цим виділено тип адвективно-радіаційних туманів, що виникають при адвекції теплої повітряної маси, коли вирішальний вплив на утворення туману надає нічне радіаційне охолодження [15].

Радіаційні тумани утворюються завдяки нічному радіаційному охолодженню земної поверхні й прилеглого шару повітря та слабкому турбулентному перемішуванню. Ці умови створюються на протязі безхмарної

та довгої ночі у відносно вологому повітрі, коли вихолодження приводить водяну пару до стану насичення[7].

Найбільш часто сприятливі умови для виникнення радіаційних туманів утворюються в антициклонах, їх відрогах, баричних утвореннях і сідловинах, рідше (головним чином влітку) – в полі зниженого тиску з невеликими баричними градієнтами.

При прогнозі радіаційних туманів необхідно враховувати тривалість нічного вихолодження, характер хмарного покриву (прогноз), швидкість і напрямок вітру (прогноз), вихідні значення температури і вологості повітря, характер стратифікації повітряної маси.

Успішність прогнозу радіаційного туману в значній мірі залежить від якості прогнозу синоптичної ситуації, мінімальної температури повітря, хмарності, вітру і врахування фізико-географічних особливостей району [7].

Адвективні тумани виникають у теплій повітряній масі, яка переміщується на більш холодну підстильну поверхню і вихолоджується завдяки турбулентному і радіаційному теплообміну з цією поверхнею(рис. 1.1). Утворенню такого туману сприяють велика різниця між температурою підстильної поверхні та температурою повітря, вологість теплого потоку повітря та його велика відносна вологість, помірна швидкість вітру, помірно стійка температурна стратифікація й порівняно слабкий турбулентний обмін[8].

При прогнозі адвективних туманів необхідно враховувати переміщення вже наявних зон туману, адвективні зміни температури і точки роси в приземному шарі, можливість зниження хмар до поверхні землі, а також охолодження повітря в процесі нічного радіаційного охолодження [7].

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є: дефіцит точки роси біля поверхні землі не повинен перевищувати 2°C при позитивній температурі, 3°C при негативній температурі повітря; швидкість вітру біля поверхні землі не повинна перевищувати $8\text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, при більшій швидкості вітру відбувається руйнування приземної інверсії і туману [7]. Чим більша

швидкість вітру, тим інтенсивніше турбулентний обмін в нижньому шарі, тим інтенсивніше перенесення продуктів конденсації в підінверсійному шарі. Саме цей фактор є вирішальним (за інших сприятливих умов) для відповіді на питання, чи виникне в результаті адвекції теплого повітря туман чи шаруваті хмари.

Фронтальний туман виникає у зоні атмосферних фронтів, він обумовлений адвекцією теплого вологого повітря і насиченням холодного підфронтального повітря опадами з фронтальних хмар. Спостерігається у порівняно вузьких зонах поблизу теплих фронтів і переміщується разом з ними, тому у кожному окремому пункті тривалість туману незначна[15].

При прогнозі фронтальних туманів необхідно пам'ятати, що для виникнення туману потрібно, щоб одночасно виконувались наступні умови: температура на верхній межі фронтальної інверсії повинна бути більше 0°C ; різницю температур на верхній межі інверсії і у землі повинна бути більше або дорівнює 3°C ; дефіцит температури точки роси в холодному повітрі у землі поза зоною опадів не повинен перевищувати 2°C ; швидкість вітру у землі в холодному повітрі не повинна бути більше 6 м/с [6].

Час утворення і розсіювання фронтального туману можна визначити за швидкістю переміщення атмосферного фронту. Якщо ж фронтальний туман утворюється знову, то це звичайно відбувається через 0,5-1,0 год. після проходження фронту.

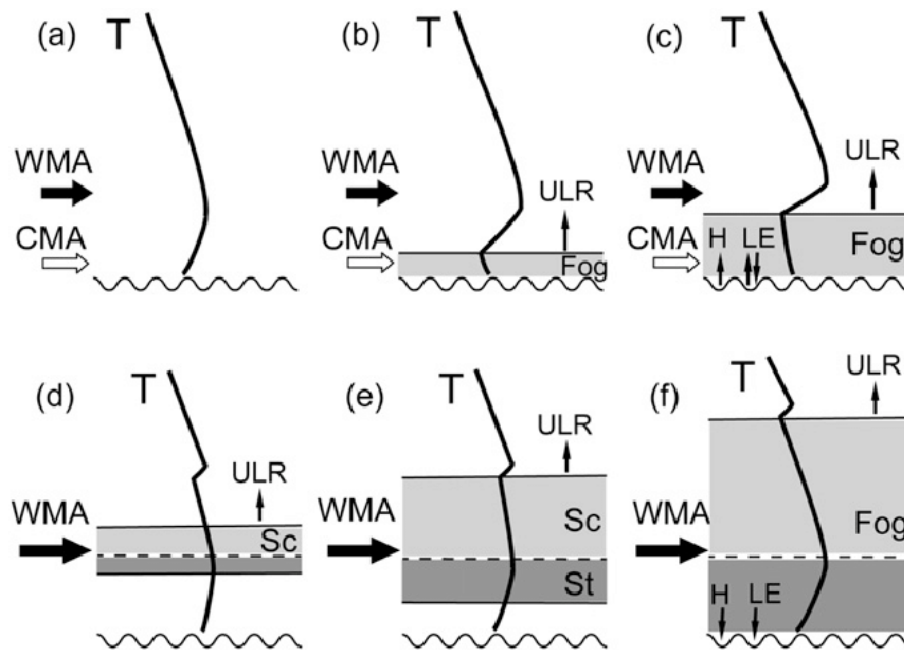


Рис. 1.1 – Механізм формування (a)-(c) холодного адвекційного туману і (d)-(f) теплового адвекційного туману. Температурний профіль (T), тепла волога адвекція (WMA), холодна волога адвекція (CMA), висхідне довгохвильове випромінювання (ULR), шарувато-купчасті хмари (Sc), шаруваті хмари (St), прямий тепловий потік (H), латентний тепловий потік (LE). В області світлої тіні домінує тепла турбулентність, натомість в області темної тіні – механічна турбулентність. Хвиляста лінія зображує морську поверхню, суцільні лінії позначають межі туману або хмар; пунктирна лінія – це інтерфейс теплової турбулентності[22].

Метелиці. Метелиця – це гідрометеорологічне явище, яке характеризується інтенсивним переносом снігових мас над поверхнею землі під впливом сильного вітру. Її поява тісно пов'язана не лише з динамічними характеристиками вітру, а й зі станом снігового покриву, топографічними умовами місцевості та загальною атмосферною ситуацією.

У гідрометеорології прийнято виділяти три основні типи метелиці[25]:

1. Загальна (комбінована) метелиця – це явище, за якого одночасно спостерігається інтенсивне випадіння снігу та перенесення снігових мас, піднятих з поверхні існуючого снігового покриву. Такий тип

метелиця зазвичай формується при швидкості вітру понад 7 м/с за умови наявного снігового покриву.

2. Низова метелиця – характеризується підняттям та переміщенням снігу з поверхні землі на висоту до кількох метрів. Такий тип метелиці може виникати навіть при порівняно невеликих швидкостях вітру (приблизно від 5 м/с), але лише за умови наявності дрібнозернистого снігу. Низові метелиці є типовими для антициклонів з холодним сухим повітрям.
3. Поземок – це різновид низової метелиці, що характеризується переміщенням снігу виключно вздовж самої поверхні землі на висоті менш ніж 1 метр. Поземки мають локалізований характер і часто спостерігаються в польових, відкритих умовах при наявності слабого до помірного вітру.

Механізм утворення метелиці залежить від багатьох факторів. Зокрема, при настанні відлиги сніговий покрив стає вологим і важким, внаслідок чого навіть сильні пориви вітру нездатні підняти його частинки. Найбільш інтенсивні та небезпечні метелиці формуються в зоні взаємодії циклону та антициклону, особливо перед наближенням теплового фронту або фронту оклюзії. За умови, що температура повітря є від'ємною, а сніговий покрив – сухим і пухким, ймовірність виникнення метелиці зростає в рази[9].

Значний вплив на розвиток метелиці мають локальні географічні умови. У долинах, ущелинах та інших природних заглибленнях, метелиця спостерігається рідше, ніж на відкритих просторах та схилах. Особливу небезпеку це явище становить для сільського господарства, наземного, повітряного транспорту, а також для енергетичної інфраструктури. Комбінація сильного вітру, густого снігопаду та обмеженої видимості може спричинити пошкодження ліній електропередач, перекриття автомобільних та залізничних шляхів.

1.3 Наслідки гідрометеорологічних явищ для населення

Небезпечні гідрометеорологічні явища об'єднують у собі атмосферні (метеорологічні), а часто й спричинені ними гідрологічні події, які за своєю інтенсивністю, тривалістю та масштабами поширення становлять загрозу для життя й здоров'я людей, завдають серйозної шкоди різним галузям економіки, а також можуть призводити до суттєвих змін у природному середовищі.

До таких явищ відносять: урагани, тропічні циклони, тайфуни, смерчі (торнадо), шквали, град, ожеледь, паморозь, ожеледицю, снігові бурі (метелиці), зливи, тривалі дощі, сильні снігопади, тумани, грози, зниження горизонтальної та вертикальної видимості. Деякі з цих явищ є особливо небезпечними для авіації, зокрема при захмаренні гірських вершин у зоні польотів[15].

За деякими винятками, більшість небезпечних явищ є локальними або мезомасштабними, що ускладнює їх систематизацію та створення єдиної узагальненої класифікації. Наприклад, тривалі посушливі чи дощові періоди у тропічних мусонних регіонах, сезони торнадо й тропічних циклонів у центральній частині США, тайфуни на Далекому Сході зумовлені особливостями загальної циркуляції атмосфери, рельєфом місцевості й розташуванням водойм.

У південному регіоні України загрозові погодні умови часто виникають через посухи та суховії, які створюються в середньому раз на десять років. Через нерегулярність та мінливість кліматичних процесів передбачити появу таких явищ, їх тривалість і рівень шкоди залишається складним завданням.

Локальні події, як-от паводки або повені, можуть бути результатом як природних процесів, так і впливу людської діяльності. Наприклад, затоплення житлових будинків, розміщених у заплавах річок або на схилах, спричинене поверхневим стоком, поганою фільтрацією води в ґрунт, руйнуванням іригаційних систем чи невідповідність належним станам мостів.

На основі такого переліку небезпечних явищ, розробленого Гідрометцентром, територіальні підрозділи гідрометеослужби формують власні переліки з урахуванням регіональних особливостей та місцевих загроз(табл 1.2).

Таблиця 1.2

Типовий перелік небезпечних гідрометеорологічних явищ для території України

Небезпечне явище	Визначення	Критерії
Злива		Випадіння опадів не менше 30 мм за < 1 годину
Великий град		Діаметр градин більше 20 мм
Метелиця	Загальна або низова метелиця при сильному вітрі	Середня швидкість вітру ≥ 15 м/с, видимість вдень ≤ 500 м
Сильний туман	Щільне скупчення крапель в приземному шарі атмосфери	Видимість вдень ≤ 50 м
Відклади ожеледиці та паморозі	Відкладання льоду або снігу на об'єктах (дротах, гілках тощо)	Ожеледь ≥ 20 мм, паморозь ≥ 50 мм
Снігопад	Інтенсивні тверді опади	Не менше 20 мм за ≤ 12 годин
Тривалий сильний дощ	Безперервні або майже безперервні дощі протягом кількох діб	Не менше 120 мм за ≥ 2 доби

Небезпечні метеорологічні явища в деяких випадках можуть призводити до катастрофічних наслідків. Особливо часто прикладом таких наслідків стають повені. Тропічні циклони майже завжди супроводжуються великою кількістю атмосферних опадів.

Яскравим прикладом такого лиха є «Велика повінь на Міссісіпі», що сталася у США в 1927 році. Після 18 годин безперервних злив річка Міссісіпі вийшла з берегів і прорвала дамби у 145 місцях, затопивши територію площею 70 000 км². Ширина розливу сягала 97 км, а глибина на затоплених ділянках доходила до 10 метрів. Постраждали 10 штатів: Кентуккі, Арканзас, Іллінойс, Луїзіана, Міссісіпі, Міссурі, Теннессі, Оклахома та Канзас. Без жила залишилися близько 700 000 осіб, загинуло 246 людей, а економічні збитки сягнули 400 мільйонів доларів[28].

Основні райони виникнення тропічних циклонів становлять сім фактично безперервних зон, які мають назву басейнів. Найактивнішим є північно-західний тихоокеанський басейн. Найменш активним є північно-індійськоокеанський басейн, де щорічно трапляється лише 4-6 тропічних циклонів.

Катастрофічним за кількістю жертв від тропічних циклонів було підняття рівня моря під дією циклону Бхола 1970 року, коли через 9-метровий штормовий приплив і затоплення островів мілкої дельти Гангу загинули 300-500 тис. осіб у Східному Пакистані[29].

Екстремальні гідрометеорологічні явища, такі як сильні опади або їх відсутність, повені та посухи, стають все більш інтенсивними та частими через зміну клімату і можуть сильно вплинути на якість води. Більшість досліджень зосереджені на її кількості, але є також численні дослідження впливу кліматичних змін на якість води. Загальновідомо, що урбанізація різко впливає на зміни морфології річок та якості води. Проблема екстремальних гідрометеорологічних явищ посилюється в області зміни кліматичних умов[30].

Урбанізація суттєво змінює водний цикл. Міські річки зазнають значних трансформацій у порівнянні з аграрними та лісовими прісноводними екосистемами. Часто міські річки втрачають гідравлічний зв'язок зі своїм водозбірним басейном. У природних умовах поверхневі води мають тісний контакт із підземними водами, тоді як у міських річках цей зв'язок порушений або взагалі відсутній. Непроникні поверхні заважають інфільтрації води, і дощові потоки швидко відводяться у дощову каналізаційну систему. Скорочення часу концентрації стоку спричиняє зростання його пікової інтенсивності та об'єму паводкової хвилі, що підвищує ризик затоплення та забруднення води. Швидке надходження забруднень із території урбанізованого басейну може призвести до змін якості середовища у руслі річки та її долині.

Кліматичні зміни мають значний і безпосередній вплив на рівень безпеки, що яскраво підтверджується світовими даними. Згідно з інформацією міжнародних організацій, зокрема Christian Aid, лише у 2018 році екстремальні погодні явища, спричинені зміною клімату, призвели до загибелі тисяч людей і завдали серйозної матеріальної шкоди в глобальному масштабі. У звіті цієї благодійної організації було визначено десять подій, збитки від яких перевищили один мільярд доларів, а чотири з них заподіяли шкоди на понад сім мільярдів доларів кожна. Найбільших втрат завдали урагани «Флоренс» і «Майкл», із загальними збитками в 17 і 15 мільярдів доларів відповідно[29].

Наукові дослідження підтвердили, що опади, пов'язані з ураганом «Флоренс», були на 50% інтенсивнішими, ніж були б без антропогенного впливу на клімат. У випадку з ураганом «Майкл» діяльність людини спричинила підвищення температури води, що, своєю чергою, посилило швидкість урагану. В Японії літо 2018 року супроводжувалося як повенями, так і сильними спекотними хвилями, що спричинили значні втрати: лише повені завдали шкоди на понад 7 мільярдів доларів, після чого країну накрив потужний тайфун «Джебі», найсильніший за останні 25 років.

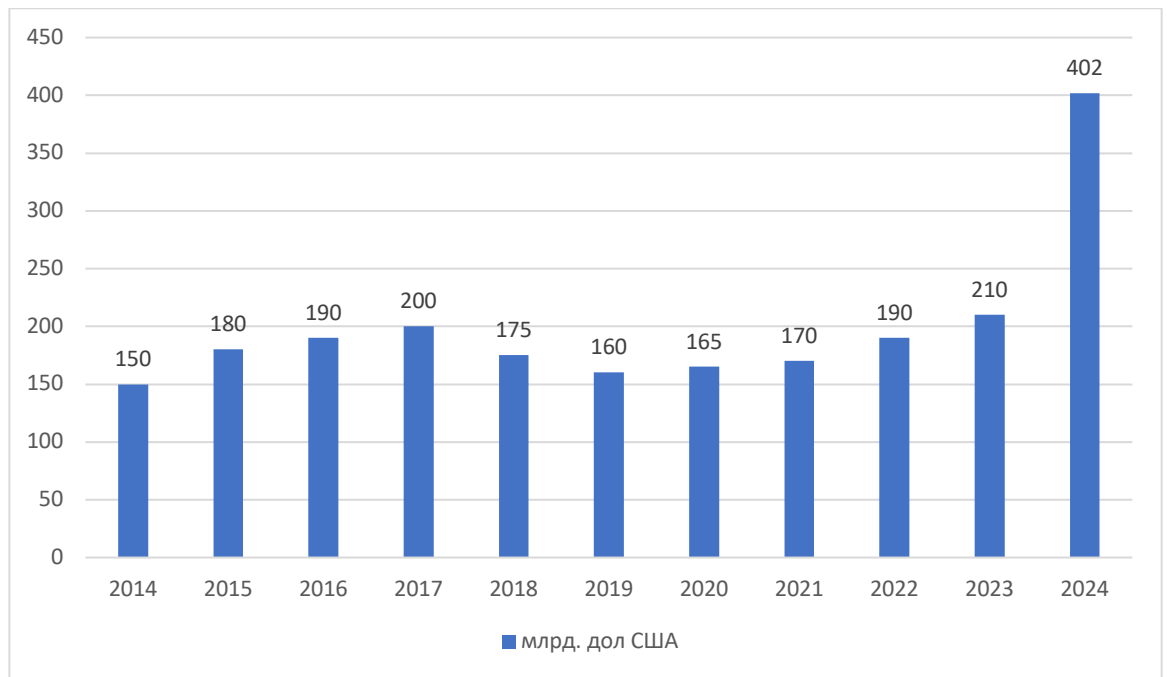


Рис. 1.2 – Економічні збитки від надзвичайних ситуацій, пов’язаних з екстремальними погодними умовами упродовж 2014-2024 рр. у світі, млрд. дол. США[28]

Останні статистичні дані свідчать про те, що економічні втрати від надзвичайних природних подій, пов’язаних зі зміною клімату, залишаються на критично високому рівні (рис. 1.2). У період з 2014 по 2024 рік світові економічні втрати, спричинені екстремальними погодними явищами, сягнули понад 2 трильйони доларів США. Ці дані були оприлюднені в дослідженні, проведеному консалтинговою компанією Охега для Міжнародної торгової палати (ІСС), яке охоплює майже 4 000 подій, що вплинули на 1,6 мільярда людей по всьому світу. Значні втрати були зафіксовані в окремих країнах. Зокрема, Сполучені Штати зазнали збитків на суму 935 мільярдів доларів, Китай – 268 мільярдів доларів, а Індія – 112 мільярдів доларів. Малі островні держави, такі як Сент-Мартен і Багамські Острови, зазнали найбільших втрат у розрахунку на душу населення. У 2024 році загальні втрати від погодних катастроф становили 402 мільярди доларів, що на 20% більше за середній показник за останні 10 років. Цей рік став другим за кількістю погодних катастроф (58 випадків), що спричинили збитки понад мільярд доларів[28].

Прогнози ООН вказують на те, що у найближчому майбутньому стихійні лиха становитимуть основну частину переліку загроз. Зокрема, на більшій частині Європи передбачається значне збільшення частоти повеней – з одного випадку на 100 років до одного разу на 5–15 років. У Європейському Союзі економічні втрати від погодних і кліматичних екстремальних явищ у період з 1980 по 2023 рік оцінюються в 738 мільярдів євро. Особливо значними були втрати в останні роки: з 2021 по 2023 рік вони склали понад 162 мільярди євро, що становить 22% від загальної суми за весь період.

Сучасні кліматичні зміни зумовлюють зростання частоти та інтенсивності гідрометеорологічних небезпек, що становить серйозну загрозу для навколишнього середовища та населення України. Хоча загальний хід глобального потепління є поступовим, саме екстремальні метеорологічні показники – як максимальні, так і мінімальні – зазнають критичних змін, провокуючи зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

Одним із найбільш відчутних наслідків зміни клімату є збільшення кількості аномальних опадів, що спричиняє часті паводки та підтоплення, особливо в осінній і весняний періоди. Паралельно зростає загроза ландшафтних пожеж, які вже найближчими десятиліттями можуть збільшитися вдвічі, згідно з прогнозами. Водночас активізуються процеси деградації земель – зокрема ерозія та опустелювання, що суттєво впливають на продуктивність сільськогосподарських угідь та біорізноманіття.

Особливої актуальності набуває підвищення фінансового навантаження на державу, пов'язане з необхідністю ліквідації наслідків природних катастроф. Наприклад, паводки 2001, 2008 та 2010 років у західних регіонах України стали масштабними екологічними та соціально-економічними подіями, які продемонстрували гостру потребу в удосконаленні системи управління ризиками гідрометеорологічного походження.

За даними ДСНС, рівень загрози виникнення НС природного характеру залишається стабільно високим на більшості територій України. Так, у 2019 році кількість метеорологічних НС зросла вчетверо порівняно з попереднім

роком, що пов'язано зі зливами та швидкоплинними паводками в західних регіонах. Аномально тепла та малосніжна зима 2019–2020 років сприяла зниженню рівнів ґрунтових вод і зростанню кількості пожеж у природних екосистемах: у 2020 році в Україні було зафіксовано понад 15 тис. випадків загорянь на відкритих територіях, які охопили понад 17 тис. га природних угідь[12].

Загальна тенденція до зростання кількості та потужності надзвичайних ситуацій ускладнюється демографічними, соціально-економічними та урбанізаційними чинниками, які посилюють вразливість населення. За статистикою ООН, щорічно від катастроф природного характеру страждають понад 200 мільйонів людей у світі. В умовах глобального потепління, урбанізаційного тиску та деградації довкілля масштаби збитків мають потенціал до подальшого зростання.

До основних проявів гідрометеорологічних надзвичайних ситуацій, що мають істотний вплив на екосистеми та життєдіяльність населення України, належать: інтенсивні зливи, мокрий сніг, град значного діаметра, а також тривалі посухи зі шквалистими вітрами. Такі явища спричиняють водну та вітрову ерозію ґрунтів, погіршуючи їхню структуру та знижуючи родючість; паводки, підвищення рівня води в річках і водосховищах, що призводять до затоплення сільськогосподарських угідь, пошкодження інфраструктури та переміщення населення. У 2014 та 2015 роках такі явища призвели до значних збитків у Львівській, Волинській та Вінницькій областях[26].

Найбільш уразливими до гідрометеорологічних явищ в Україні є західні, центральні, східні та південні області. Зокрема, у 2010 році через сильні морози та нестачу вологи значною мірою постраждали виноградники та плодові сади у Миколаївській та Херсонській областях, а також були знищені посіви на площі понад 250 тис. га у Луганській та Харківській областях[26].

Висновок до розділу 1

У першому розділі здійснено теоретичне обґрунтування поняття «гідрометеорологічні явища» як складної системи атмосферних та водних

процесів, що формуються у результаті взаємодії компонентів географічної оболонки. Розглянуто ключові аспекти класифікації цих явищ, механізми їх утворення, а також особливості впливу на різні сфери життєдіяльності людини та довкілля.

У результаті аналізу встановлено, що гідрометеорологічні явища мають багаторівневу природу та різноманітні форми прояву – від короточасних локальних подій до довготривалих регіональних катастроф. Окреслено основні підходи до класифікації явищ за походженням (природні й антропогенні), інтенсивністю, тривалістю, просторовою локалізацією та рівнем небезпеки. Детально охарактеризовано процеси формування найпоширеніших атмосферних явищ – гроз, граду, туманів, метелиць – із зазначенням фізико-географічних умов їх виникнення. На основі статистичних даних здійснено регіоналізацію території України за домінуючими гідрометеорологічними явищами.

Проаналізовано основні наслідки небезпечних гідрометеорологічних процесів, зокрема їхній вплив на екосистеми, інфраструктуру, аграрну сферу та здоров'я населення. Визначено, що в умовах глобального потепління, урбанізації та деградації природного середовища кількість і масштаб таких явищ зростають, що зумовлює потребу в удосконаленні системи їх моніторингу та прогнозування.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ У МІСТІ ЧЕРНІВЦІ

2.1. Кліматична характеристика міста Чернівці

Клімат Чернівецької області формується під впливом її географічного положення у межах помірних широт, а також орографічних особливостей, зокрема впливу гірської системи Карпат. Загалом клімат регіону характеризується м'якістю та підвищеною вологістю. Водночас складний рельєф території зумовлює внутрішньообласні кліматичні відмінності. Так, східна частина області має риси більш континентального клімату, тоді як у передгірських і гірських районах спостерігаються суворіші кліматичні умови, зокрема прохолодне й коротке літо. У той час як на рівнинних територіях можливе вирощування теплолюбних культур, таких як виноград, у гірських місцевостях на висоті 800-900 м над рівнем моря вирощуються переважно окремі види овочевих культур[13].

Кліматичні умови Чернівецької області зазнали помітних змін унаслідок глобального потепління, що підтверджується сучасними метеорологічними спостереженнями. Зокрема, 2023 рік став найтеплішим за всю історію спостережень у Чернівцях, із середньорічною температурою повітря 11,1 °С, що на 2 °С перевищує кліматичну норму.

Температурний режим у гірських районах області значною мірою залежить від висоти місцевості та складності рельєфу. Середньорічний вертикальний температурний градієнт у Карпатах становить приблизно 0,76–0,86 °С на кожні 100 м підйому. У літній період градієнт збільшується до 0,6 °С/100 м, що зумовлено інтенсивним прогріванням підстилаючої поверхні, тоді як узимку він знижується до 0,3-0,4 °С/100 м через часті інверсії температури[9].

Січень є найхолоднішим місяцем року. У 2023 році середня температура січня в Чернівцях становила близько -2,7 °С, що є дещо вищим за багаторічну норму. У гірських районах, особливо на висотах понад 1200 м, середні

температури можуть знижуватися до -10°C . Ізотерми в Карпатах мають складні обриси, повторюючи напрямки гірських долин і хребтів.

Квітень характеризується значним підвищенням температури повітря порівняно з зимовими місяцями. У рівнинній частині області середня температура квітня становить близько $9,9^{\circ}\text{C}$, проте можливі окремі заморозки в нічні години.

Липень є найтеплішим місяцем року. У 2023 році середня температура липня в Чернівцях становила $21,8^{\circ}\text{C}$, що перевищує середньобогаторічні значення. У гірських районах температура знижується з висотою: у долині Сучави (Селятин) вона досягає 15°C , а на висотах 1200 м – лише 13°C [13].

Жовтень вважається типовим осіннім місяцем. На рівнині середня температура становить $8,0-8,5^{\circ}\text{C}$, у горах на висоті близько 800 м – 6°C , а на висоті 1200 м – 4°C . Восени температура повітря в Карпатах з висотою знижується повільніше, ніж навесні, що пов'язано з інверсіями температури, які в жовтні вже починають помітно проявлятися[13].

У гірській частині області на початку і в кінці літа можливі приморозки, особливо в нічні години, коли поряд із приходом холодного повітря з півночі діє фактор радіаційного вихолоджування.

Велика кількість відлиг, тобто підвищення температури повітря в холодну пору року до позитивних значень, зумовлена географічним розташуванням Чернівецької області. У середньому в січні та лютому в рівнинній частині області половину всіх днів становлять дні з відлигами, а в грудні – $2/3$ всіх днів.

На формування клімату Чернівецької області істотно впливає атмосферна циркуляція, яка визначає розподіл температур, хмарності та опадів упродовж року. Активна циклонічна діяльність, пов'язана переважно з Ісландським мінімумом та Середземноморським фронтом, найбільш інтенсивно проявляється у холодну пору року, коли на область надходять вологі та нестійкі повітряні маси[3].

Характер атмосферного переносу значно змінюється залежно від сезону. Північні повітряні маси, які особливо активні восени, взимку та навесні, приносять похолодання і часто провокують значні перепади температур. У той же час західні вітри, що переважають у регіоні, транспортують на територію області вологе морське повітря з Атлантики, зумовлюючи підвищення вологості й кількість опадів.

Східні та південно-східні вітри, які частіше спостерігаються взимку, сприяють зниженню температури повітря, а влітку – зменшенню вологості та підвищенню температури, що може посилювати посушливі умови в окремі роки.

Атмосферна циркуляція в регіоні характеризується високою мінливістю, а також активною трансформацією повітряних мас. Морське помірне повітря, яке надходить із заходу, трансформується в континентальне внаслідок тривалого переміщення через сушу, що позначається на температурному режимі та кількості опадів.

Розподіл вітрів протягом року залежить від баричного поля та рельєфу. У рівнинній частині області переважає західно-східний перенос. Найчастіше фіксуються північно-західні та західні вітри – у січні їх повторюваність сягає 30-40%, а в липні – до 45-55%. Це відповідає загальному переважанню західного переносу в тропосфері помірних широт[9].

На другому місці за частотою – східні та південно-східні вітри. У зимовий період вони складають 20-25% усіх випадків, а з урахуванням чисто східних – до 35-40%. Домінування західних і південно-східних потоків на рівнинах області багато в чому обумовлене простяганням Українських Карпат, які формують природну "трубу" для циркуляції повітряних мас[9].

Зі зростанням висоти вплив гір зменшується, і на рівні 3–4 км над землею західні вітри стають переважаючими. У самих Карпатах напрям вітру часто залежить від орієнтації гірських долин, які каналним способом спрямовують повітряні потоки.

Підвищення швидкості вітру у холодний період року обумовлюється зростанням баричних градієнтів, що виникають на тлі посиленого термічного контрасту між теплішими районами Атлантики та холоднішими просторами Євразії. Ці контрасти сприяють активізації західного переносу та посиленню повітряних потоків у нижніх шарах тропосфери.

У гірській частині області річний хід швидкості вітру більш згладжений. Це пов'язано з екрануючим впливом складного рельєфу, який зменшує циркуляційну активність, особливо у захищених гірських долинах. В таких районах часто спостерігаються мінімальні швидкості вітру або штильові умови, особливо вночі та у міжсезоння.

Разом з тим, у долинах великих річок, зокрема Дністра, Пруту та Сірету, фіксується деяке підвищення середніх швидкостей вітру. Це зумовлено каналізованим характером рельєфу, що сприяє прискоренню руху повітряних мас уздовж цих долин. Найпоширеніші напрямки вітру в цих регіонах, як правило, збігаються з їхнім орієнтуванням, і саме за цими напрямками фіксуються найбільші швидкості.

Для рівнинної частини області характерна підвищена вітрова активність. Це пов'язано з орографічним звуженням повітряних потоків між гірськими масивами Карпат і височинною системою Волинсько-Подільської підвищеності. Така конфігурація рельєфу створює умови для посилення вітрових струменів, особливо при заході повітря з північного заходу або заходу. Крім того, переважаючий напрямок долин Дністра, Пруту та Сірету узгоджується з основними векторами повітряного переносу, що додатково сприяє розвитку сильних вітрів у цих зонах[3].

Більшість опадів на території Чернівецької області має фронтальне походження та пов'язана з переміщенням циклонів. Основні траєкторії цих циклонів проходять за межами області – переважно на північному заході та заході Європи. Найчастіше опади спричинені атмосферними фронтами, що рухаються з північного заходу на південний схід – на їхню частку припадає приблизно 45% усіх випадків. Основні джерела фронтів – це

західноєвропейські циклони, які переміщуються через регіон вздовж осі Балтійське море – Центральна Європа[13].

Попри порівняно невеликі абсолютні висоти, Карпати чинять суттєвий вплив на трансформацію атмосферних фронтів та характер опадів. Теплі fronti зазвичай проходять гірські масиви без значних перешкод, однак із завітряного боку (східні та південно-східні схили) відмічається зменшення кількості опадів. Навпаки, на навітряних схилах (західна та північно-західна експозиція) відбувається інтенсивніше накопичення вологи. Найбільша кількість опадів випадає в умовах деформації фронтів або при проходженні через регіон серій фронтальних утворень, коли посилюється вертикальна циркуляція та виникає додаткова конвекція.

Кількість опадів значною мірою залежить від рельєфу. Долини річок, як правило, отримують меншу кількість вологи порівняно з навколишніми схилами та гірськими хребтами. Це зумовлено ефектом орографічного "тінювання", який обмежує підйом повітряних мас і, відповідно, їх охолодження й конденсацію.

У холодний період року (листопад – березень) на рівнинах області випадає в середньому до 150 мм опадів, тоді як у передгір'ях – 175-250 мм, а на найбільш високих хребтах – до 300 мм[19].

У теплий період (квітень – жовтень) кількість опадів варіює залежно від висоти та орографічного положення. У східних рівнинних районах (наприклад, у долині Дністра) річна сума опадів становить близько 550 мм, у центральних районах (Новоселицький, Кіцманський) – 600-700 мм, а в південно-західних передгір'ях і гірських районах – 700-1000 мм. Максимальні показники (до 1000 мм і більше) реєструються на високогірних хребтах Путильського району, де орографічне піднесення сприяє підвищеній кількості конденсаційних опадів.

**2.2. Найпоширеніші гідрометеорологічні явища в регіоні:
статистичні дані та аналіз**

На території Чернівецької області спостерігаються різноманітні атмосферні явища, зокрема тумани, ожеледь, мжичка, хуртовини, грози та град.

У рівнинній частині області в середньому за рік спостерігається близько 50 днів з туманами. У гірських районах ця кількість зменшується до 20-30 днів на рік. Кількість туманних днів залежить від рельєфу, розташування гірських долин щодо панівних вітрів, висоти гір та лісистості. У деякі роки кількість днів з туманами може значно коливатися: у Чернівцях – до 84, а в Селятині – до 93. На рівнині збільшення туманних днів відбувається переважно взимку, а в горах – влітку[13].

За проведеним дослідженням повторюваності туманів за період 2019-2023 роки можна зазначити наступне. Всього за 4 років зареєстровано 237 випадків з туманами, найчастіше тумани відмічалися у 2019 р. – 29% загального числа туманів, найменша повторюваність припадає на 2023 р. – 21%. В середньому за рік спостерігається 59 днів з туманами (табл.2.1, рис.2.1).

Таблиця 2.1

Повторюваність туманів у Чернівцях за період 2019-2023 рр.
(кількість випадків)

Місяць	Рік					Всього
	2019	2020	2021	2022	2023	
Січень	7	10	10	-	16	43
Лютий	7	2	6	-	1	16
Березень	0	0	1	-	4	5
Квітень	1	0	1	-	7	9
Травень	1	0	2	-	0	3
Червень	5	6	2	-	2	15

Липень	0	5	2	-	1	8
Серпень	0	1	3	-	1	5
Вересень	4	1	2	-	2	9
Жовтень	15	10	3	-	2	30
Листопад	15	13	13	-	6	47
Грудень	14	16	8	-	9	47
Всього	69	64	53	-	51	237

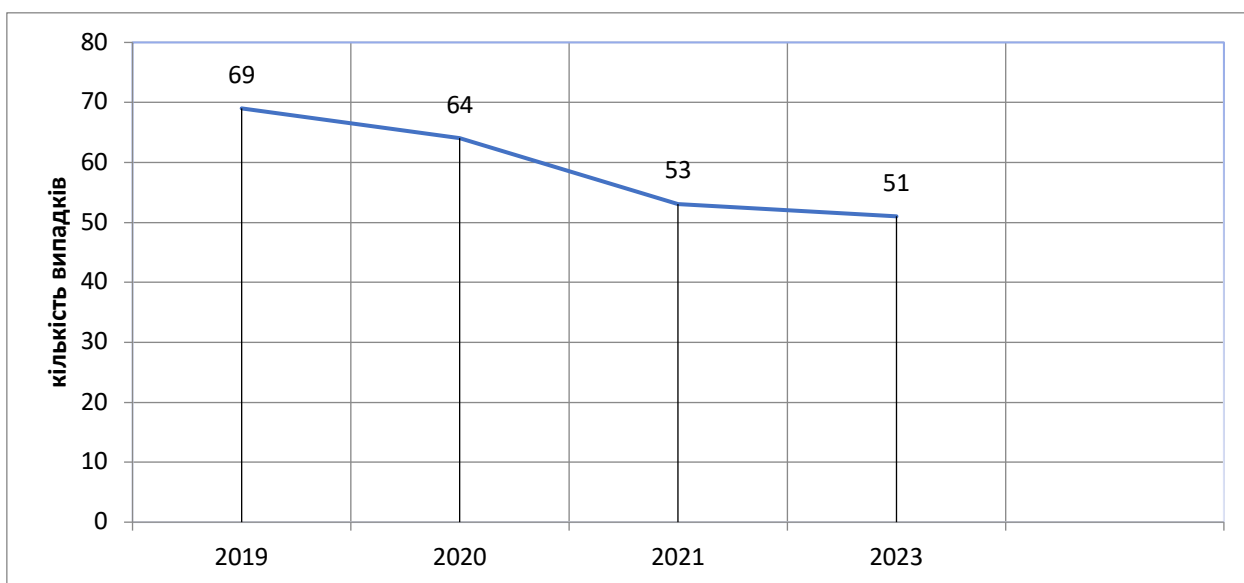


Рис. 2.1 – Річна повторюваність туманів

У Чернівцях тумани формуються протягом всього року. Найчастіше вони спостерігаються в холодний період (жовтень-березень) – рис.2.2.

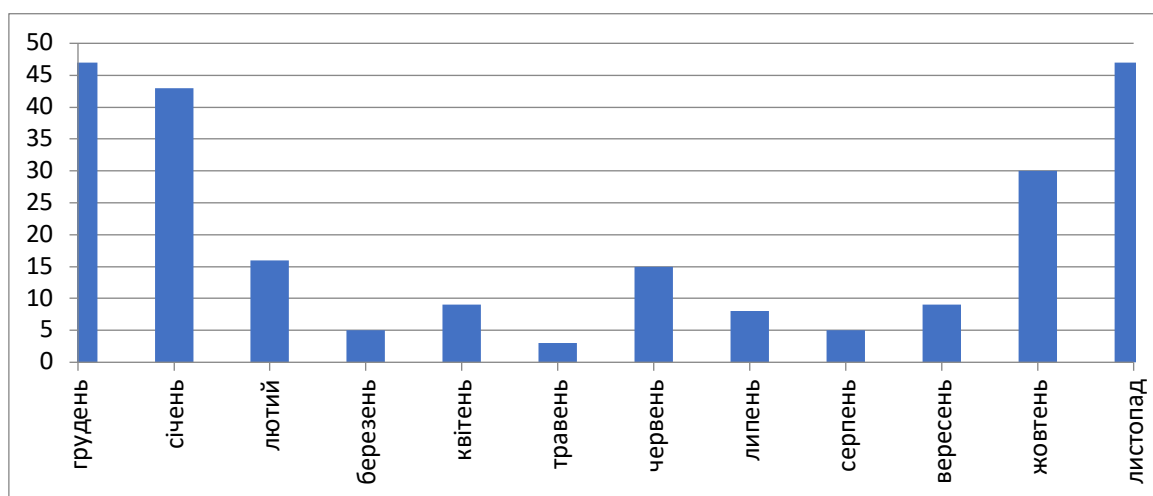


Рис. 2.2. Сезонний розподіл туманів у Чернівцях у 2019-2023 рр.

Рівнозначний максимум числа днів з туманом відмічається у грудні і листопаді – 47 (~19%). Підвищена повторюваність туманів у лютому та листопаді (~18%). Від зими до літа частота туманів знижується з мінімумом в травні, коли тумани відмічаються не щорічно: в середньому 1-2 дні з туманом за місяць. Низька повторюваність також у березні та серпні – лише 5 випадків за 4 років.

Загалом, за теплий період (квітень-вересень) найбільше число днів з туманом припадає на червень – 15 випадків (6%).

Починаючи з вересня повторюваність туманів зростає кожного місяця. Місячний розподіл туманів від року до року неоднорідний (рис. 2.3).

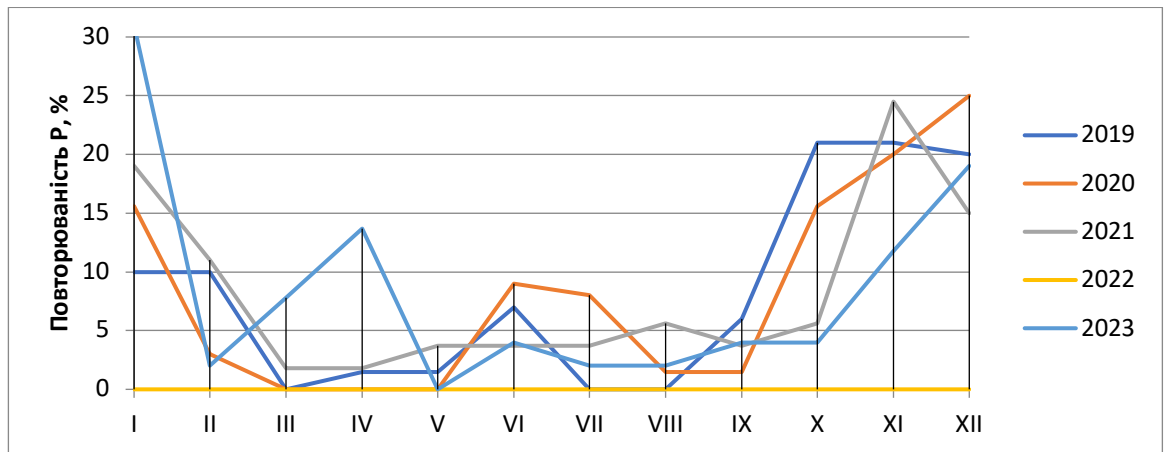


Рис. 2.3 – Місячна повторюваність туманів за період 2019-2023 рр., (%)

У січні найвища повторюваність належить 2023 р., а у лютому цього ж року відмічається мінімум (за весь період спостережень) – 1 випадок з туманом.

Грудневий розкид показників днів з туманами 14-16 випадків у 2019 р., 2020 р. з деяким зниженням у 2021 р. та 2023 р. до 8-9.

У березні тумани відмічалися найрідше – у 2021 та 2023 було зафіксовано 1 і 4 випадки відповідно.

Теплий період, з квітня і до вересня, має значні коливання частоти туманоутворення. Так, тумани у квітні не спостерігалися у 2020 р.; у 2020 р. не зафіксовано жодного дня з туманом у травні; у 2019 р. не реєструвалися

липневі тумани; у серпні тумани відмічалися у 2020, 2021 і 2023 рр. (1, 3 і 1 випадок відповідно).

Від вересня тумани в Чернівцях спостерігалися щорічно, але за роками виділяється незначна частота коливань туманоутворення – від максимуму у 2019 р. – 4 випадки до одного туману у 2020 р.

У жовтні за роками виділяється суттєва неоднорідність повторюваності – 15, 10 випадків у 2019 та 2020 рр. і 3, 2 випадки – 2021 та 2023 рр. відповідно.

Неоднорідність повторюваності туманів у холодний період може пояснюватися відмінними циркуляційними процесами, а саме – переважанням циклонічної або антициклонічної діяльності над європейським регіоном.

Викладені вище статистичні характеристики повторюваності туманів свідчать про те, що загалом процеси туманоутворення у Чернівцях посилюються з осені і послаблюються до початку весни. У літні місяці тумани досить рідке явище і відзначаються не щороку.

Найбільш часто тумани відмічаються в нічні та ранкові години, особливо висока повторюваність в строки, близькі до сходу Сонця. Максимальна повторюваність в холодний період року має місце як в ранкові, так і у вечірні години.

В теплий період року найчастіше тумани формувалися в ранкові години.

У зимовий період на рівнинній частині області в середньому спостерігається від 10 до 15 днів з ожеледдю (табл. 2.2). У гірських районах, де температури зазвичай нижчі, кількість днів з ожеледдю зменшується до трьох.

Таблиця 2.2

Повторюваність ожеледі у Чернівцях за період 2019-2023 рр.

(кількість випадків)

Місяць	Рік					Всього
	2019	2020	2021	2022	2023	
Січень	4	5	4	-	6	19
Лютий	3	2	3	-	2	10

Березень	1	1	0	-	1	3
Жовтень	1	1	1	-	1	4
Листопад	2	2	1	-	2	7
Грудень	3	4	3	-	4	14
Всього	14	15	12	-	15	56

Мжичка досить часто спостерігається в області: у Чернівцях у середньому за зиму – 13 днів, у Селятині – 9. Максимум мжички, як і ожеледі, припадає на грудень-січень.

У Чернівцях за зиму в середньому відзначається 15 днів із хуртовинами (рис. 2.4). У горах, залежно від орієнтації та закритості долин, кількість хуртовин змінюється в широких межах. Наприклад, у Селятині, який добре захищений від панівних вітрів, в середньому буває два дні з хуртовиною.

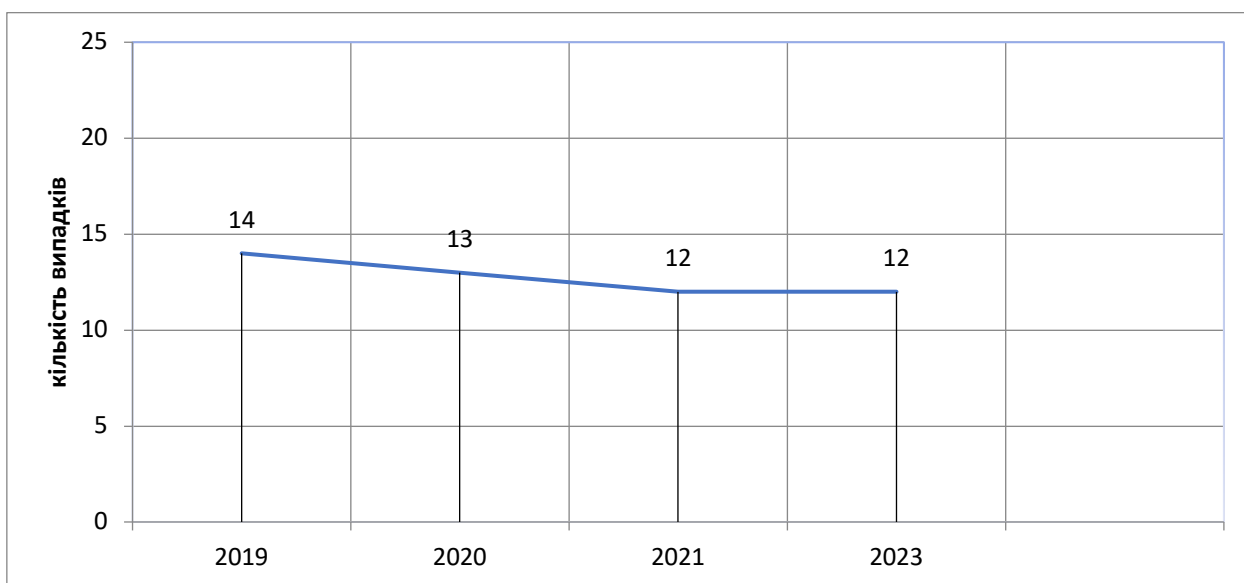


Рис. 2.4 – Річна повторюваність хуртовин

Внаслідок загострення фронтів, зумовленого орографічними умовами, грозова діяльність в області є досить активною. У рівнинній частині області за рік спостерігається 30-35 днів з грозами, а в горах, починаючи з висоти приблизно 400 м, – 35-40 днів. Ці показники по роках змінюються незначно. Грози можливі протягом усіх місяців року, крім зимових, коли вони

бувають дуже рідко. Максимум днів з грозами спостерігається в червні-липні – 29-26 днів (рис. 2.5).

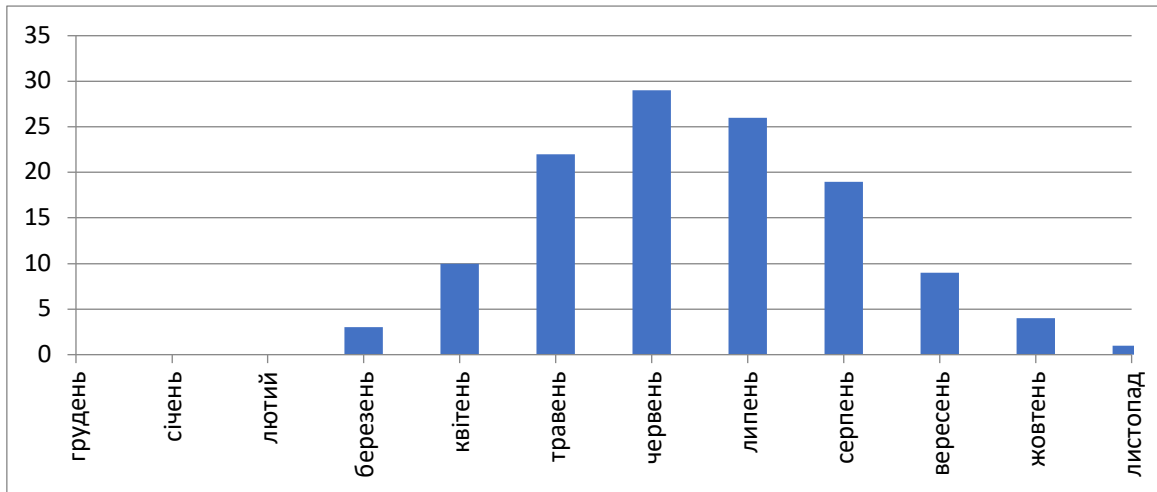


Рис. 2.5. Сезонний розподіл гроз у Чернівцях у 2019-2023 рр.

Зазвичай на кожні 20-30 днів з грозою припадає один день з градом, тобто в середньому один-два дні за теплий період року. Проте в окремі роки їх може бути до п'яти або не бути жодного. Град може випадати з квітня до жовтня (табл. 2.3, рис. 2.6).

Таблиця 2.3

Повторюваність днів з градом у Чернівцях за період 2019-2023 рр.

(кількість випадків)

Місяць	Рік					Всього
	2019	2020	2021	2022	2023	
Квітень	0	1	0	-	1	2
Травень	1	1	1	-	0	3
Червень	2	1	1	-	2	6
Липень	1	2	1	-	1	5
Серпень	0	1	0	-	1	2
Вересень	0	0	1	-	0	1
Всього	4	6	4	-	5	19

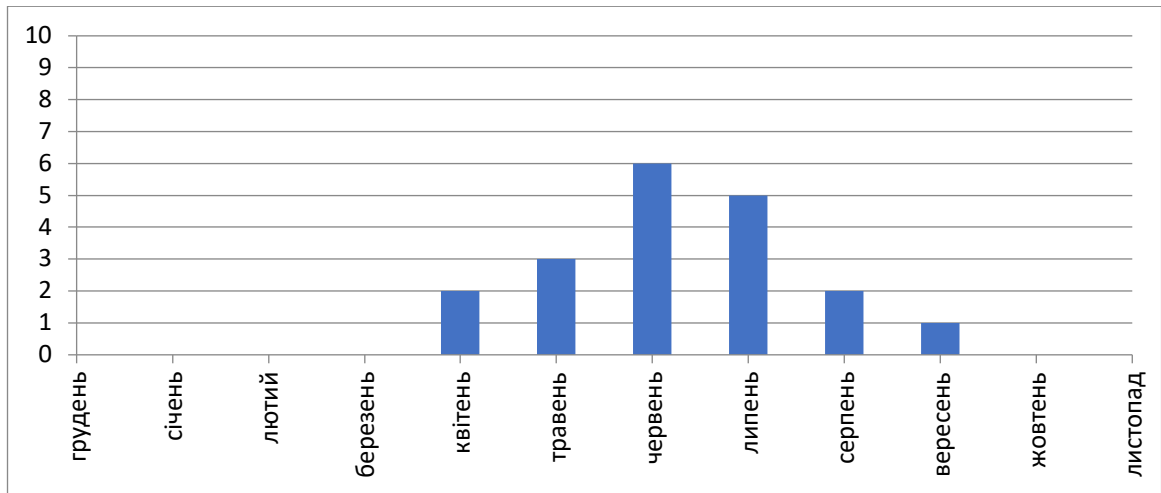


Рис. 2.6. Сезонний розподіл днів з градом у Чернівцях у 2019-2023 рр.

Чернівецька область, яка знаходиться в зоні помірно континентального клімату, характеризується помірною зволоженістю. Проте в останні десятиліття, особливо в умовах зміни клімату, регіон все частіше стикається з посушливими періодами, особливо у весняно-літній сезон.

Кліматичні фактори, що призводять до появи посухи: недостатня кількість опадів у травні–серпні (в окремі роки менше 200 мм); тривалі періоди бездощів'я – до 20–30 днів у літні місяці; аномально високі температури – часті хвилі спеки з денними температурами вище $+30^{\circ}\text{C}$; зміщення атмосферних фронтів за межі регіону, що призводить до меншої кількості циклонів.

2.3. Вплив гідрометеорологічних явищ на міське середовище та господарську діяльність

У контексті глобальних кліматичних змін на території України спостерігається зростання частоти прояву небезпечних гідрометеорологічних явищ. Такі явища дедалі частіше спричиняють відчутні соціально-економічні втрати, охоплюючи різні регіони країни.

Під небезпечними метеорологічними подіями розуміють ті атмосферні процеси, які, через свою інтенсивність, тривалість або час появи, створюють реальну загрозу для життя населення та функціонування ключових галузей господарства.

Аналіз останніх років свідчить про стійку тенденцію до зростання кількості таких явищ. Разом із цим спостерігається підвищення рівня завданих ними збитків.

Проблема оцінки гідрометеорологічних ризиків набуває актуальності не лише у наукових дослідженнях, а й у практичному плануванні. У науковому середовищі існує кілька підходів до визначення поняття «ризик»: частина авторів розглядає його як ймовірність виникнення аномальних погодних умов, тоді як інші – як поєднання частоти подій та масштабів їх наслідків.

Водночас проведення точних оцінок часто ускладнене через обмежену доступність достовірних даних щодо матеріальних втрат або постраждалих осіб внаслідок стихійних явищ. Це спонукає до використання непрямих методів аналізу, особливо при оцінюванні впливу на соціально-економічні процеси.

Сучасна економіка вимагає від кліматології більш глибоких і точних прогнозів. Це пояснюється зростаючою складністю виробничих ланцюгів і збільшенням вразливості до стихійних факторів. Таким чином, необхідність в інтеграції прикладних кліматичних досліджень у планування розвитку галузей економіки є беззаперечною. Аналіз небезпечних метеоявищ та пов'язаних із ними ризиків – це ключовий елемент сучасного кліматичного сервісу[30].

До недавнього часу аналіз ризиків, спричинених стихійними лихами та небезпечними атмосферними процесами, здійснювався переважно з використанням індексів вразливості. Попри свою інформативність – наприклад, можливість просторового аналізу чи порівняння між територіями – такі індекси не забезпечували глибокої оцінки у контексті окремих галузей економіки або конкретних типів явищ. Відсутність кількісної оцінки втрат ускладнювала прийняття ефективних рішень щодо адаптації до змін клімату.

У зв'язку з цим була сформована більш комплексна система показників ризику, яка дає змогу всебічно охарактеризувати потенційні наслідки від НГЯ (небезпечних гідрометеорологічних явищ). До основних таких показників належать[5]:

- індивідуальний ризик – відображає ймовірність впливу небезпеки на окрему особу;
- потенційний ризик - оцінює максимальний рівень загрози, незалежно від наявності об'єктів уразливості;
- колективний ризик – характеризує загальні наслідки для групи людей у межах певної території;
- соціальний ризик – включає наслідки для спільнот, з урахуванням соціального та економічного збитку;
- технічний ризик – охоплює шкоду інфраструктурі, будівлям, устаткуванню;
- екологічний ризик – фіксує можливі зміни у природному середовищі.

Індивідуальний ризик є пріоритетним, оскільки напряму стосується життя і здоров'я людини. Цей показник широко використовується для прогнозування і запобігання загрозам, що несуть потенційну шкоду окремим особам.

Показник потенційного ризику є ключовим у моделюванні загроз – він не залежить від того, наскільки заселеною є територія, де може виникнути небезпека. Натомість його можна адаптувати для різних категорій впливу: від людей до ресурсів[10].

Колективний ризик дає змогу оцінити масштаб загроз у разі, якщо йдеться про наслідки для багатьох осіб. Його рівень залежить не тільки від сили явища, а й від щільності населення у зоні впливу.

Соціальний ризик охоплює не лише фізичні втрати, а й вплив на соціальну стабільність, економіку та екологію. Його особливість полягає у тому, що він враховує ефекти, які можуть позначитися на якості життя населення, працездатності, реалізації державних програм тощо[6].

Таким чином, системна оцінка ризиків, що виникають внаслідок дії небезпечних метеорологічних явищ, дозволяє перейти до більш обґрунтованого прийняття управлінських рішень і розробки ефективних адаптаційних заходів у різних сферах діяльності.

У контексті глобальних змін клімату спостерігається істотне зростання частоти, інтенсивності та тривалості екстремальних метеорологічних явищ. Це явище дедалі активніше впливає на соціально-економічні процеси, інфраструктуру та екологічний баланс урбанізованих територій.

Зміна клімату, насамперед, проявляється у вигляді підвищення середньорічних температур повітря, зростання кількості днів із температурними аномаліями, зміщенням сезонів, а також нерівномірним розподілом опадів. Такі зміни безпосередньо пов'язані з посиленням метеорологічних явищ, серед яких особливо небезпечними для міського середовища є інтенсивні зливи, сильні вітри, тривалі періоди посух, хвилі тепла, хуртовини та град.

Урбанізовані території мають низьку здатність до саморегуляції мікроклімату, що зумовлює підвищену вразливість до наслідків зміни клімату. Зокрема, ефект міського теплового острова (МТІ) посилює температурні навантаження в містах, особливо в літній період. Це не лише негативно впливає на здоров'я населення, а й підвищує навантаження на енергетичні системи через зростання попиту на кондиціонування повітря[12].

Інтенсивні зливи, які стають дедалі частішими через зміну режимів атмосферної циркуляції, призводять до перевантаження систем водовідведення та підтоплення вулиць, підвалів і транспортних вузлів. За даними досліджень, багато українських міст, зокрема й Чернівці, стикаються з регулярними проблемами водного стоку під час сильних опадів, що спричиняє матеріальні збитки та збої в роботі критичної інфраструктури.

Хвилі тепла та тривалі посухи призводять до зниження комфортності міського простору, погіршення якості повітря, підвищення рівня теплового стресу серед населення. Це особливо небезпечно для вразливих груп населення, таких як літні люди, діти та особи з хронічними захворюваннями[30].

Окрему загрозу становлять сильні вітри й буревії, які можуть призводити до руйнування елементів міської інфраструктури, повалення

дерев, пошкодження електромереж і транспортних систем. Подібні явища, підсилені зміною клімату, мають здатність паралізувати життєдіяльність окремих районів міст.

Зростання частоти випадків граду в теплий період року створює ризики для об'єктів транспорту, житлових будівель та зелених насаджень, що вимагає впровадження інженерно-технічних рішень щодо зміцнення конструкцій та покращення систем сповіщення про небезпечні явища.

Таким чином, зміна клімату є ключовим фактором посилення екстремальних метеорологічних процесів, які несуть суттєві виклики для розвитку та адаптації міських територій. Міське середовище потребує переосмислення підходів до планування, архітектури, управління інфраструктурою та кліматичної адаптації з урахуванням нових кліматичних реалій.

За даними Українського гідрометеорологічного центру, середньорічна температура повітря в Україні зросла за останні 30 років на 1,2-1,4 °C, що перевищує середньосвітовий показник. У містах, зокрема у Чернівцях, останні 10 років фіксується в середньому на 20% більше днів із температурою вище +30 °C, ніж у 1990-х роках[19].

Кількість надзвичайних погодних явищ у містах України зросла майже вдвічі за останні 25 років. Згідно зі звітом Служби надзвичайних ситуацій, тільки в 2023 році було зафіксовано понад 450 випадків небезпечних метеорологічних явищ, із яких близько 60% сталися в урбанізованих зонах.

У містах Європи, за даними Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА), кількість аномально теплих днів зросла на 30% за останні 40 років, а економічні втрати від погодних екстремумів у містах за період 1980-2020 років склали понад 500 млрд євро[28].

Інтенсивні короткочасні зливи в українських містах зросли на 35%, що перевищує пропускну здатність застарілих дренажних систем. Наприклад, у Чернівцях у червні 2023 року протягом однієї доби випала місячна норма

опадів, що призвело до підтоплення низки районів та порушення руху громадського транспорту.

У 2022 році в Україні було зафіксовано 12 хвиль тепла, тривалістю понад 3 дні з температурою вищою за $+32^{\circ}\text{C}$, що на 50% більше порівняно з середнім показником 2000-х років[19].

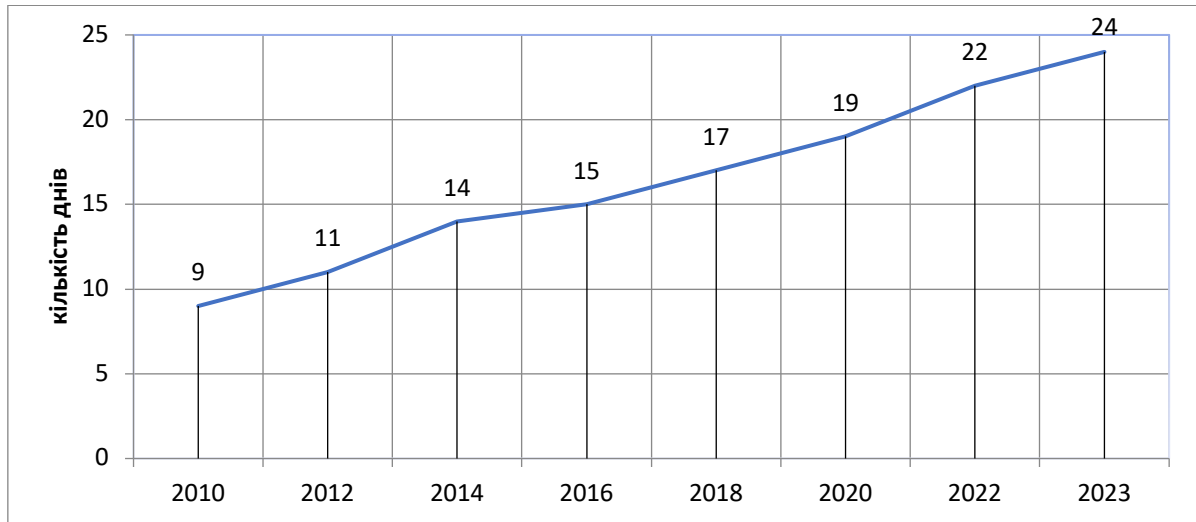


Рис 2.7 – Динаміка кількості днів із температурою понад $+30^{\circ}\text{C}$ у Чернівцях (2010-2023)

Ці явища безпосередньо впливають на різні сектори господарської діяльності, особливо на сільське господарство, енергетику, транспорт та будівництво.

Підвищення середньорічних температур призводить до зростання тривалості вегетаційного періоду, однак цей процес супроводжується зростанням ризиків, пов'язаних з дефіцитом вологи. За даними Укргідрометцентру, кількість посушливих днів у більшості регіонів України збільшилася на 10-15% за останні 30 років (рис 2.7). Це ускладнює вирощування традиційних сільськогосподарських культур і знижує врожайність без додаткового зрошення чи адаптивних технологій.

Іншим прикладом є збільшення кількості днів із надмірними опадами, що провокує ерозію ґрунтів, затоплення угідь та пошкодження інфраструктури. Наприклад, у 2020 році в Чернівецькій області внаслідок інтенсивних злив протягом червня-липня було підтоплено понад 1000 га

сільгоспугідь, а загальні збитки склали понад 100 млн грн. Такі події негативно впливають на логістику, порушують транспортні зв'язки та вимагають додаткових інвестицій у відновлення об'єктів господарського призначення[5].

Також від змін клімату страждає енергетична галузь, зокрема гідроелектростанції, які залежать від стійких рівнів води в річках. Зменшення обсягу опадів у деякі періоди року призводить до зниження виробництва електроенергії, тоді як підвищення температур створює додаткове навантаження на системи охолодження в тепловій енергетиці.

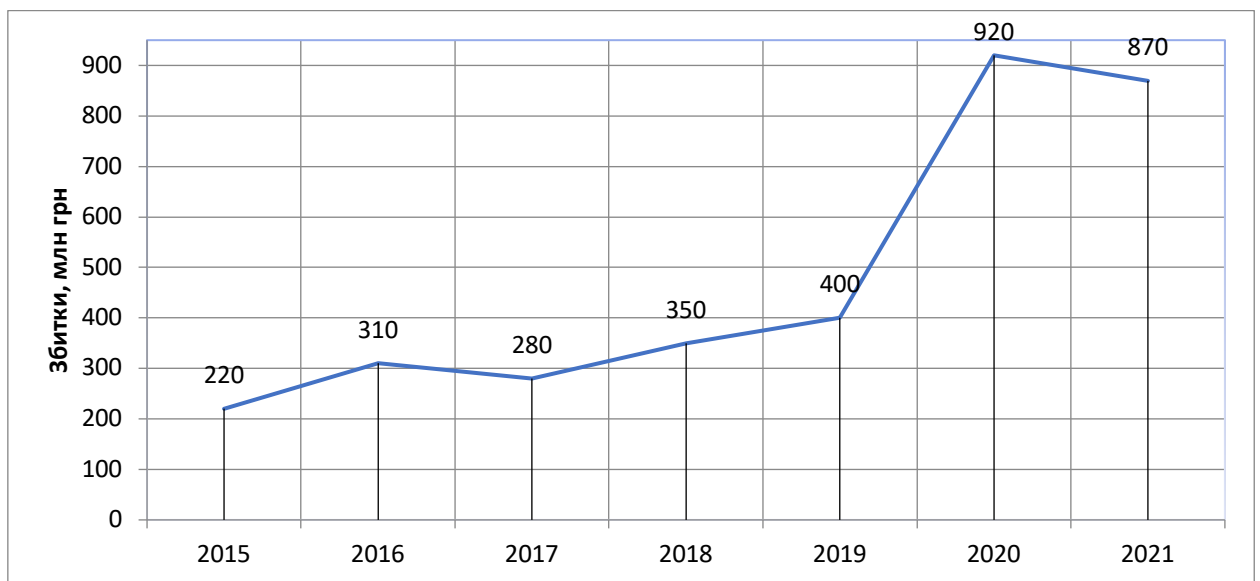


Рис 2.8 – Економічні збитки від гідрометеорологічних явищ в Україні (2015-2021)

2.4. Спостереження за гідрометеорологічними явищами у Чернівцях

Гідрометеорологічні спостереження є важливою складовою системи моніторингу навколишнього природного середовища. У місті Чернівці ці спостереження здійснюються з метою вивчення атмосферних процесів, виявлення небезпечних метеорологічних явищ, а також забезпечення актуальної інформації для потреб різних галузей господарства, державного управління, науки та населення.

Основною установою, що відповідає за гідрометеорологічний моніторинг на території міста, є Чернівецький обласний центр з

гідрометеорології, який входить до складу Українського гідрометеорологічного центру. Центр функціонує відповідно до вимог Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) та Національної гідрометеорологічної служби України.

Чернівецький обласний центр з гідрометеорології було створено у 1945 році – одразу після завершення Другої світової війни, в межах загальносоюзної програми відновлення гідрометеорологічної мережі. З того часу він відіграє ключову роль у забезпеченні Чернівецької області актуальними даними про стан атмосфери, водних ресурсів та клімату загалом[19].

До складу центру входять: метеорологічні станції та пости (у т. ч. метеостанція Чернівці); гідрологічні пости на річках Прут і Сірет; агрометеорологічні ділянки для аналізу умов ведення сільського господарства; лабораторія спостереження за станом забруднення атмосферного повітря та поверхневих вод.

Основні напрями роботи центру включають:

1. Метеорологічні спостереження: температурний режим, атмосферний тиск, вологість повітря, швидкість і напрямок вітру, кількість та тип опадів, наявність небезпечних метеорологічних явищ (туман, ожеледь, град, буревії тощо).
2. Гідрологічні спостереження: рівень води в річках, швидкість течії, водність, паводкові явища, льодові явища.
3. Агрометеорологічні спостереження: фази вегетації сільськогосподарських культур, вологозабезпечення ґрунтів, температура ґрунту, запаси продуктивної вологи.
4. Спостереження за забрудненням довкілля: концентрація шкідливих домішок у повітрі (пил, діоксид сірки, оксиди азоту, аміак), стан поверхневих вод за показниками гідрохімії.

Зібрані дані надсилаються до центральних баз ДСНС та використовуються для складання щоденних і довгострокових прогнозів

погоди, попередження про небезпечні явища, аналізу кліматичних тенденцій, оцінювання стану природного середовища. Окрім того, вони є основою для розробки сценаріїв адаптації міського середовища до змін клімату. Інформація активно використовується у таких сферах:

- житлово-комунальне господарство – для планування очищення вулиць у разі опадів, ожеледиці тощо;
- транспортна інфраструктура – для забезпечення безпечного руху в умовах туману, снігопадів чи штормового вітру;
- сільське господарство в передмісті Чернівців – для прийняття рішень щодо поливу, збору врожаю, обробки ґрунту;
- медичні установи – у контексті аналізу впливу погоди на стан здоров'я населення.

Окрім основних параметрів, здійснюються також спостереження за гідрометеорологічними явищами, зокрема за появою туманів, ожеледі, гроз, буревіїв, шквалів, граду, снігових заметів тощо. Такі спостереження мають надзвичайно важливе значення, оскільки дозволяють оцінювати ризики виникнення небезпечних ситуацій та потенційних збитків для інфраструктури та господарства.

У межах модернізації гідрометеорологічної мережі України в Чернівцях активно впроваджуються автоматизовані метеорологічні комплекси. Вони дають змогу проводити моніторинг у режимі реального часу, оперативно передаючи інформацію до національної бази даних. Це дозволяє не лише підвищити точність прогнозів, але й своєчасно реагувати на зміну погодних умов, особливо у разі виникнення надзвичайних подій.

Крім того, використовуються дистанційні методи, зокрема супутникові знімки та радіолокаційні спостереження. Дані супутників дають змогу простежити за розвитком атмосферних фронтів, хмарності, опадів та температурної динаміки у регіоні, включаючи міську територію.

Перші метеорологічні дослідження у місті Чернівці розпочалися ще в середині XIX століття. У 1865 році одночасно зі створенням Інституту

метеорології у Відні було засновано метеорологічну станцію в Чернівцях, яка розташовувалась на тодішній площі Рінгплац (Ringplatz), 9 (нині Центральна площа). Її першим керівником був професор А. Вахлуки (A. Wachlouki). В подальшому, у 1892 році, станція змінила місцезнаходження, а її очолював доктор Байер (Baier), директор місцевого ліцею[18].

У 1908 році метеостанцію було передано під юрисдикцію новоствореного Інституту космічної фізики при Чернівецькому університеті. У 1911 році на базі цього інституту сформовано геофізичну обсерваторію, яка об'єднала метеорологічну і сейсмічну станції. Регулярні вимірювання погоди здійснювалися до травня 1916 року тричі на добу – о 7:00, 13:00 і 21:00, однак були припинені у зв'язку з Першою світовою війною[18].

У 1920 році спостереження було відновлено. Станцію оснастили відповідним обладнанням, і вона почала функціонувати як метеостанція І розряду. З 1923 року на терасі тодішнього наукового факультету встановили геліограф і розпочали постійні спостереження за сонячною радіацією. Обстеження атмосферних параметрів здійснювалися персоналом Інституту космічної фізики, під керівництвом професора Стеляну (Steleanu) [18].

Діяльність метеостанції знову була перервана у 1939 році через початок Другої світової війни. У січні 1945 року станція поновила роботу. Технічне обладнання було розміщено в приміщенні фізичного факультету, а метеомайданчик – у дворі хімічного. На той час станція функціонувала як метеостанція II розряду з регулярними спостереженнями чотири рази на добу. У 1960-х роках майданчик двічі переносили: спочатку – до перехрестя вулиць Університетської та Коцюбинського, а згодом – до дендропарку університету[18].

У період з 1969 по 1982 роки метеостанція виконувала функції метеопосту, а з 1982 по 1988 роки використовувалась для навчальних цілей, забезпечуючи студентів практичними даними для наукових робіт. Протягом 1988-1999 років спостереження не проводились. У 1999 році, після реорганізації, на базі існуючих метеорологічної та сейсмічної станцій було

створено навчально-наукову геофізичну обсерваторію (ННГФО) Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. Від квітня 2000 року станція функціонує як цілодобова, проводячи вимірювання чотири рази на добу за всесвітнім часом (00:00, 06:00, 12:00, 18:00 UTC) [18].

Сьогодні метеостанцію внесено до Національної метеорологічної мережі України з присвоєнням статусу спеціальної навчально-наукової станції III категорії. Вона оснащена стандартними приладами, що відповідають вимогам гідрометеорологічної служби України.

Окрім метеорологічних, ННГФО виконує і сейсмологічні спостереження. Її сейсмічна станція включена до Карпатської сейсмологічної мережі під назвою «Чернівці» та обладнана сучасною цифровою апаратурою. Її головне завдання – моніторинг тектонічної активності та оцінка сейсмічних загроз у регіоні.

ННГФО тісно співпрацює з низкою державних установ, зокрема з Чернівецьким обласним центром з гідрометеорології, управлінням ДСНС та обласним управлінням екології, надаючи їм оперативну інформацію. Обсерваторія є важливою складовою географічного факультету ЧНУ, відіграючи вагомую роль у підготовці фахівців та веденні прикладних наукових досліджень у сфері кліматології, гідрометеорології та геофізики[18].

Висновок до розділу 2

У другому розділі було здійснено комплексний аналіз гідрометеорологічних явищ у місті Чернівці, зокрема розглянуто кліматичні умови регіону, виявлено просторові та часові закономірності прояву найбільш характерних атмосферних явищ, а також проаналізовано їх вплив на міське середовище й господарську діяльність. Особлива увага приділялась вивченню повторюваності туманів, ожеледі, хуртовин, гроз, граду та посух на основі сучасних метеорологічних спостережень, а також оцінці ризиків, пов'язаних із проявами екстремальних погодних умов.

У результаті аналізу встановлено, що клімат Чернівців формується під впливом географічного положення, рельєфу та атмосферної циркуляції, а його

сучасна динаміка засвідчує ознаки потепління. Наведено статистичні характеристики повторюваності туманів (у середньому 59 днів на рік), ожеледі (близько 10-15 днів у зимовий період), гроз (до 35-40 днів на рік) та градових явищ (1-2 дні за теплий період року). Проаналізовано вплив гідрометеорологічних явищ на життєдіяльність міста, особливо у зв'язку зі зростанням їхньої частоти, інтенсивності та тривалості в умовах кліматичних змін. Виявлено, що підвищення температурного фону, інтенсивні зливи, хвилі спеки та сильні вітри створюють серйозні виклики для транспортної інфраструктури, енергетики, охорони здоров'я та сільського господарства.

Розглянуто роль системи гідрометеорологічного моніторингу Чернівців, зокрема діяльність Чернівецького обласного центру з гідрометеорології та навчально-наукової геофізичної обсерваторії ЧНУ ім. Ю. Федьковича. Визначено, що спостереження за атмосферними процесами здійснюються з використанням автоматизованих та дистанційних методів, що забезпечує оперативність і точність прогнозів.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗНАНЬ ПРО ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ

3.1 Застосування знань на уроках географії

Відомо, що основною метою географічної освіти є формування в учнів системи поглядів, принципів, норм поведінки по відношенню до географічного середовища. Гідрометеорологічні знання займають особливе місце в шкільному курсі географії. Вивчення атмосферних явищ, водної оболонки Землі та їх взаємодії дозволяє школярам зрозуміти структуру і динаміку цих геосфер. Це створює основу для аналізу кліматичних зон, погодних умов, сезонних змін, гідрологічного циклу. Знання про гідрометеорологічні явища є базою для розуміння глобальних та регіональних змін, на уроках з географії учні отримують уявлення про зміну клімату, глобальне потепління, екстремальні погодні явища (засухи, повені, урагани). Ці знання мають також прикладне значення, вони є основою для прогнозування погоди, планування сільськогосподарської діяльності, поведінки у надзвичайних ситуаціях (наприклад, під час паводків, сильної грози). Важливе місце відведене також для екологічного виховання. Усвідомлення ролі клімату, опадів і водних ресурсів у природі і житті людини сприяє розвитку екологічної свідомості та відповідального ставлення до довкілля[8].

Основна мета вивчення гідрометеорологічних знань у шкільній географії полягає у формуванні в учнів системного розуміння про атмосферні та гідросферні процеси, їх взаємозв'язок, просторову-часову мінливість, а також їхній вплив на природне середовище, господарську діяльність і безпеку населення. Це передбачає засвоєння базових понять і закономірностей атмосферної циркуляції, гідрологічного циклу, кліматичних явищ; розвиток умінь спостерігати, аналізувати, прогнозувати гідрометеорологічні явища; виховання екологічної свідомості, відповідального ставлення до природного

середовища; формування навичок поведінки в умовах небезпечних природних явищ.

Методи навчання в процесі вивчення географії визначаються способами сумісної діяльності вчителя і учнів, спрямованих на досягнення поставленої мети – одержання глибоких і міцних знань.

Вибір методів навчання залежить від того, наскільки добре вчитель розуміє особливості кожного методу та його можливості у вирішенні дидактичних завдань. На це рішення впливають багато чинників, зокрема: основна мета освіти та виховання, специфіка навчального предмета, цілі та завдання конкретного уроку, зміст навчального матеріалу, рівень розвитку учнів і їхня підготовленість до вивчення нового матеріалу, наявність навчальних ресурсів і стан обладнання в кабінеті географії, а також рівень професійної підготовки самого вчителя[8].

Інформаційно-рецептивний метод навчання передбачає передавання знань від учителя до учнів в готовому вигляді з наступним їх засвоєнням. У шкільному курсі географії, зокрема під час вивчення гідрометеорологічних знань, цей метод використовується для пояснення основних понять, закономірностей та процесів пов'язаних із атмосферними явищами, погодою та кліматом[8].

Учитель подає учням структуровану інформацію про чинники формування клімату, типи атмосферних фронтів, способи прогнозування погоди тощо, використовуючи підручники, презентації, діаграми, синоптичні карти, відеоматеріали. Завдання учнів – сприймати, осмислювати, запам'ятовувати ці відомості. Таких метод ефективний на етапі ознайомлення з новим матеріалом, коли потрібно швидко охопити великий обсяг інформації.

Для прикладу, нижче наведений фрагмент уроку із застосуванням інформаційно рецептивного методу.

Тема уроку: Вода в атмосфері. Вологість повітря. Хмари та опади.

Учитель подає систематизовану інформацію: - «Вода в атмосфері перебуває у трьох станах – газоподібному (водяна пара), рідкому (дощ) та

твердому (сніг, град). Кількість водяної парів атмосфері називають вологістю повітря. Коли вміст вологи в повітрі зростає, утворюються хмари – скупчення мікроскопічних крапель води або кристаликів льоду. Внаслідок конденсації водяної пари виникають опади: дощ, сніг, мряка, град...»[17].

Для демонстрації наочних матеріалів, учитель показує та описує ілюстрації з підручника та презентацію із зображенням різних типів хмар і видів опадів. На дошці або екрані учитель демонструє схему «Кругообіг води в природі» з акцентом на атмосферні процеси.

Для фіксації матеріалу, учні занотовують короткі визначення: водяна пара, вологість повітря, хмари, опади. Для кращого розуміння учні можуть заповнити таблицю:

Явище	У чому проявляється?	Приклад
Водяна пара	Волога у повітрі	Запітніле вікно
Хмари	Скупчення крапель води чи кристаликів льоду	Купчасті хмари
Атмосферні опади	Випадання води з атмосфери (з хмар)	Дощ, сніг

Репродуктивний метод навчання передбачає відтворення учнями знань, умінь і способів дій за зразком, наведеним учителем або підручником. У шкільному курсі географії, зокрема при вивченні гідрометеорологічних знань, цей метод ефективно використовується на етапі закріплення матеріалу, формування практичних навичок і розвитку вмінь аналізувати погодні явища.

Приклади використання:

1. Робота з кліматичними та синоптичними картами:

Учні за зразком, розглянутим разом з учителем, самостійно визначають тип погоди в конкретному регіоні України, знаходять атмосферні фронти, зони опадів, напрям вітру тощо.

2. Виконання практичних завдань:

Наприклад, учитель показує алгоритм складання короткострокового прогнозу погоди на основі карти погоди, після чого учні відтворюють цей прогноз для іншого регіону.

3. Відтворення вивчених понять:

Учні за завданням пояснюють визначення понять вологість повітря, температура повітря, атмосферний тиск, наводять приклади впливу цих факторів на погоду.

4. Робота з таблицями та діаграмами:

Після пояснення вчителя, як користуватися таблицями середньомісячних температур і кількості опадів, учні заповнюють аналогічну таблицю для іншого місяця або міста.

У результаті учні закріплюють знання, формують уміння застосовувати їх у типових ситуаціях, тренуються діяти за зразком, що готує їх до більш складних аналітичних і дослідницьких завдань.

Прикладом використання репродуктивного методу навчання може бути завдання на тему «Вода в атмосфері» (6 клас). Мета завдання: закріпити знання про форми існування води в атмосфері та вміти класифікувати явища. Суть завдання полягає у заповненні таблиці за зразком вчителя[20].

Зразок		
Явище	Стан води	Умови утворення
Дощ	Рідкий	Конденсація пари в теплих шарах
Сніг	Твердий	Замерзання крапель у холодному повітрі
Завдання для учнів		
Явище	Стан води	Умови утворення
Туман		
Град		
Роса		

Одним із ефективних методів формування гідрометеорологічних знань учнів у шкільному курсі географії є частково-пошуковий метод навчання. Цей метод передбачає активне залучення учнів до навчального процесу через

поступове розв'язання проблемних питань, що висуваються вчителем або виникають у ході вивчення матеріалу. Частково-пошуковий метод розвиває критичне мислення, сприяє формуванню пізнавальної активності та підвищує інтерес до предмета[8].

У контексті гідрометеорологічних знань цей метод дає змогу не лише засвоїти фактичну інформацію про погоду, клімат, атмосферні явища, а й розвивати навички самостійного аналізу природних процесів. Учні не просто запам'ятовують готові відповіді, а намагаються самостійно дійти до висновків шляхом логічного міркування, аналізу даних, спостережень і порівнянь.

Практичне застосування частково-пошукового методу в курсі географії може включати такі прийоми[17]:

- постановка проблемних питань (наприклад: *Чому в різних регіонах України кількість опадів суттєво відрізняється?*);
- організація роботи з метеорологічними картами та кліматичними діаграмами;
- аналіз довгострокових спостережень за погодою, отриманих у межах шкільної метеостанції (за наявності);
- використання моделей і симуляцій для пояснення механізмів утворення атмосферних фронтів, циклонів тощо;
- пошук причин змін кліматичних умов у регіоні на основі статистичних даних.

Метод проблемного викладання знань у шкільному курсі географії передбачає створення навчальної ситуації, в якій учні стикаються з пізнавальною суперечністю або складним питанням, що потребує осмислення і пошуку рішення. Учитель не дає готової відповіді, а організовує процес пізнання так, щоб учні самостійно, під керівництвом, дійшли до висновків. Це особливо ефективно при вивченні гідрометеорологічних знань, які пов'язані з динамічними природними процесами[8].

Покрокове використання проблемного методу навчання[20]:

1-й крок – створення проблемної ситуації. Учитель ставить перед учнями несподіване або суперечливе запитання. Наприклад: – «Чому влітку у високогір'ї Карпат може випасти сніг, тоді як у долинах — спека?»

2-й крок – стимулювання міркувань і пошуку пояснень. Учні висловлюють свої припущення, обговорюють у парах чи групах. Учитель скеровує їх, задає уточнювальні питання, підказує джерела інформації (карти, графіки, схеми).

3-й крок – аналіз фактичного матеріалу. Учні працюють із синоптичними картами, кліматичними діаграмами, даними прогнозів, шукають метеорологічні чинники, які могли вплинути на ситуацію.

4-й крок – формулювання висновку (розв'язання проблеми). Після обговорення клас разом із учителем доходить до наукового пояснення явища – наприклад, що причиною є циркуляція повітряних мас різного походження, висота місцевості, або фронтальні процеси.

Навчально-дослідницький метод – це метод навчання, що передбачає організацію вчителем самостійної, дослідницької діяльності учнів під час уроків, факультативних занять або в позаурочний час. Така діяльність спрямована на вирішення проблемних питань або перевірку висунутих гіпотез. Учні виступають у ролі дослідників, що самостійно аналізують природні явища та роблять аргументовані висновки на основі зібраних або опрацьованих даних[8].

У контексті вивчення гідрометеорологічних знань, навчально-дослідницький метод дозволяє ефективно формувати уявлення учнів про погоду, клімат, атмосферні процеси та їхні просторово-часові закономірності. Наприклад, під час вивчення теми «Кліматичні умови України» у 9 класі вчитель може запропонувати завдання: *«Уявіть, що ви – юні метеорологи, які досліджують погодні умови в різних регіонах України. На основі карт, кліматичних діаграм і прогнозів погоди визначте, у яких областях найвищий ризик виникнення посухи, а де частіше трапляються рясні опади. Які наслідки це має для сільського господарства?»*. Учні аналізують статистичні кліматичні

дані, будують прості моделі, формулюють припущення та обґрунтовують свої висновки. У процесі такого дослідження учні не лише засвоюють теоретичні знання, але й формують навички роботи з джерелами географічної інформації, критичного мислення та екологічної відповідальності.

3.2 Застосування знань у позакласній роботі

Шкільний курс географії традиційно супроводжується активною позакласною діяльністю, що є важливим компонентом освітнього процесу. Позакласна робота з географії представлена різноманітними формами організації, які класифікуються залежно від кількості учасників, рівня залучення та регулярності проведення занять. Виділяють три основні форми позакласної роботи: фронтальну, групову та індивідуальну. За характером періодичності вона поділяється на систематичну та епізодичну.

Систематичні форми позакласної діяльності передбачають довготривале та поглиблене опрацювання навчального матеріалу із постійним або змінним складом учнів. До таких форм належать географічні гуртки, лекторські групи тощо. Вони можуть реалізовуватись у фронтальному форматі (з залученням великої кількості учасників), у формі групових занять (гурткова діяльність) або в індивідуальному форматі – з окремими учнями[17].

Епізодичні форми позакласної роботи передбачають організацію одноразових заходів, спрямованих на активізацію інтересу до географії. До них відносяться географічні вечори, тематичні походи, шкільні олімпіади, науково-практичні конференції. Незалежно від частоти проведення, як систематична, так і епізодична позакласна діяльність може реалізовуватись через масові, групові та індивідуальні формати[8].

Масові форми включають заходи, що передбачають широку участь учнів, зокрема тижні географії, географічні КВК, зустрічі з науковцями, відомими мандрівниками та діячами. Групові форми охоплюють менші за чисельністю колективи учнів (зазвичай 5–35 осіб) і сприяють формуванню командного духу та активного залучення кожного учасника до пізнавальної

діяльності. До цієї категорії належать факультативні заняття, гуртки, навчальні екскурсії, туристичні походи та дослідницькі експедиції.

Індивідуальна позакласна діяльність у межах шкільної географії має два основні напрямки. Перший – це виконавча діяльність, яка реалізується через підготовку рефератів, виготовлення стінгазет, створення навчальних проєктів тощо. Цей тип роботи передбачає невеликий рівень творчості. Другий – дослідницький напрям, який акцентує увагу на аналітичній та пошуковій діяльності учня, спрямованій на формування навичок самостійного наукового пізнання[17].

Однією з найбільш ефективних форм позакласної діяльності з географії в сучасній загальноосвітній школі є географічні гуртки. Їх значення полягає у створенні сприятливих умов для розвитку пізнавального інтересу, самостійності, дослідницьких умінь і навичок учнів, а також у поглибленому вивченні окремих тем, що виходять за межі базового змісту навчальної програми. Географічні гуртки є гнучким інструментом, який дозволяє варіювати форми і методи навчання відповідно до інтересів школярів, а також сприяє формуванню ключових компетентностей[8].

Особливу увагу у змісті гурткової роботи можна приділяти формуванню знань про гідрометеорологічні явища, які є важливими як для практичного орієнтування в навколишньому середовищі, так і для розуміння глобальних кліматичних процесів. Залучення учнів до вивчення атмосферних явищ, погодних умов, кліматичних особливостей регіонів, спостереження за опадами, температурою, напрямом вітру, атмосферним тиском та іншими метеорологічними показниками, сприяє розвитку їхнього наукового мислення та формує навички роботи з приладами, картами, графіками, кліматичними діаграмами.

Найбільш доцільною така діяльність є для учнів середньої 7–9 класів, коли вже сформовані базові географічні уявлення, але ще зберігається високий рівень пізнавальної активності. Особливо зростає зацікавлення школярів, коли гурткова діяльність має практичне або суспільне значення – наприклад,

створення куточків природи, організація метеостанції при школі, участь у всеукраїнських конкурсах і дослідницьких проєктах з метеорології, фіксація фенологічних спостережень[8].

Важливим елементом організації гурткової діяльності є розроблення системи завдань відповідно до інтересів і рівня підготовки учнів. Це дозволяє максимально активізувати участь кожного школяра, розвивати індивідуальні здібності, формувати науково-дослідницький підхід до вивчення географічних і гідрометеорологічних явищ. Гурткові заняття можуть передбачати як індивідуальні завдання (написання доповідей, проєктів, розробка моделей погоди), так і колективні дослідження (моніторинг локальних кліматичних умов, участь в екологічних акціях тощо) [20].

Змістовно географічні гуртки можуть бути класифіковані наступним чином[17]:

1. Інтегративно-ознайомчі гуртки – спрямовані на формування загального інтересу до географії, включаючи прості метеорологічні спостереження, інтерактивні ігри, вікторини, моделювання стихійних явищ тощо. Тут важливо розрізняти цікавість як форму мотивації від елементів суто розважального характеру.

2. Предметно-поглиблені гуртки – орієнтовані на вдосконалення знань, отриманих на уроках, з використанням додаткових джерел інформації та міжпредметних зв'язків, зокрема з фізикою, біологією, хімією, що дозволяє глибше вивчати процеси атмосферної циркуляції, кліматичні аномалії, екстремальні погодні явища.

3. Практико-дослідницькі гуртки – спрямовані на формування практичних умінь з метеоспостережень, ведення фенологічного щоденника, аналізу погодних змін. До цієї категорії можна віднести метеорологічні, фенологічні та кліматологічні гуртки, які мають прикладне значення і сприяють екологічному вихованню школярів.

4. Профільно-орієнтовані гуртки – зосереджені на вивченні вузьких тем, що мають міждисциплінарний або глобальний характер: етногеографія,

кліматичні зміни, стійкий розвиток, стихійні метеорологічні явища. Такі гуртки готують учнів до участі у наукових конференціях, конкурсах Малої академії наук, формують зацікавлення до майбутньої професійної діяльності.

Організація гуртка передбачає анкетування з метою виявлення інтересів учнів, визначення тематики, формування складу (оптимально – 15-18 осіб), розроблення статуту, затвердження річного плану роботи. Заняття зазвичай проводяться 1-2 рази на місяць у визначені дні. У кінці навчального року проводяться підсумкові збори, на яких аналізуються результати та досягнення[8].

Прикладом практичного застосування гідрометеорологічних знань у гуртковій діяльності є організація шкільної метеостанції. Учасники гуртка, працюючи в ролі юних метеорологів, щодня проводять спостереження за основними атмосферними параметрами: температурою повітря, кількістю опадів, напрямом і швидкістю вітру, атмосферним тиском, хмарністю. Зібрані дані фіксуються у спеціальному журналі спостережень, а згодом аналізуються для виявлення погодних закономірностей у своєму населеному пункті[21]. Наприклад, протягом осіннього періоду учні можуть визначити середню місячну температуру, побудувати температурні графіки та зробити порівняльний аналіз із багаторічними кліматичними нормами. Окрім цього, можна здійснювати прогнозування погоди на короткостроковий період на основі локальних спостережень, що сприяє розвитку критичного мислення та практичних умінь. Така діяльність дозволяє поєднати теоретичні знання з практикою, підвищує екологічну обізнаність учнів та формує в них відповідальне ставлення до змін клімату й погодних умов.

Розвиток факультативної форми навчання з географії відіграє важливу роль у формуванні стійких знань, а також у розширенні індивідуальних пізнавальних інтересів учнів. Емпіричний досвід засвідчує, що якісно організовані географічні факультативи, які проводяться кваліфікованими педагогами, сприяють підвищенню рівня географічної освіченості школярів, розвитку самостійності, критичного мислення та поглибленого засвоєння

навчального матеріалу. Особливої ефективності такі заняття набувають, коли інтегрують тематику гідрометеорології – розділу географії, що охоплює знання про атмосферні процеси, кліматичні системи, гідрологічні явища та закономірності змін клімату[8].

Факультативні заняття є тісно пов'язаними з основною навчальною програмою і будуються на базі вже набутих знань учнів, враховуючи їхню попередню підготовку та вікові особливості. Вони створюють умови для формування стійкого інтересу до окремих аспектів географії, зокрема до практично значущих гідрометеорологічних знань, які мають велике значення в сучасному контексті кліматичних змін і зростання ризиків стихійних лих.

За організаційними формами факультативи поділяються на класні (семінари, консультації, зустрічі з фахівцями) та позакласні (екскурсії, польові дослідження, метеорологічні спостереження). Важливим компонентом ефективного факультативного навчання є залучення фахівців з топографії, гідрології, кліматології, а також представників місцевих гідрометеоцентрів. Їхні лекції, практичні демонстрації та живе спілкування сприяють не тільки збагаченню знань учнів, але й виконують важливу профорієнтаційну та виховну функцію[17].

Факультативні заняття забезпечують засвоєння учнями навчальних стратегій, необхідних для подальшої освіти та самоосвіти. Наприклад, навчання прийомам опрацювання літературних джерел, конспектування лекцій, складання схем метеорологічних прогнозів тощо сприяє розвитку навчальної самостійності. Теоретичний матеріал, як правило, супроводжується практичними заняттями, які відіграють ключову роль у формуванні прикладних умінь. Так, у рамках гідрометеорологічної тематики доцільно організовувати польові дослідження метеорологічних показників (температури повітря, вологості, атмосферного тиску), вивчення локальних кліматичних умов, аналіз довгострокових змін погоди[20].

Географічні факультативи, орієнтовані на гідрометеорологічні знання, мають реалізовувати низку ключових завдань:

- формування системного уявлення про атмосферні та гідрологічні процеси;
- розвиток вмінь опрацьовувати гідрометеорологічну інформацію з різних джерел (карти, метеорологічні зведення, кліматограми тощо);
- ознайомлення з природоохоронною, метеорологічною та науково-дослідною діяльністю;
- сприяння формуванню екологічного мислення та адаптаційної поведінки в умовах змін клімату.

Важливим принципом побудови факультативних курсів є міжпредметна інтеграція, яка дозволяє поєднувати знання географії з фізикою, біологією, хімією, екологією та інформатикою. Значна увага також приділяється краєзнавчому компоненту, що дає можливість учням досліджувати природно-кліматичні особливості своєї місцевості[20].

Клубна форма позакласної роботи визнається педагогічною спільнотою як одна з найбільш ефективних, інтерактивних та привабливих для учнів. Її перевага полягає у варіативності змісту, можливості залучення учнів різного віку, широкому спектрі тематики, активному залученні фахівців з різних галузей знань, а також у встановленні партнерських зв'язків із зовнішніми організаціями, зокрема природоохоронними, гідрометеорологічними службами, науковими установами[8].

Організаційна структура шкільного клубу передбачає наявність голови, ради клубу (яка складається з керівників тематичних секцій) та активних членів. Тематичне спрямування клубів може охоплювати різноманітні напрями: клуби любителів природи, клуби цікавих зустрічей, клуби кіноподорожей, туристсько-краєзнавчі об'єднання, а також клуби екологічної спрямованості та наукові гуртки, наприклад, «Юний метеоролог» або «Юний кліматолог»[8].

Клуби любителів природи сприяють розвитку інтересу до фізичної географії, екології, охорони біорізноманіття, гідросфери та атмосфери. Особливої ваги набуває міжпредметна інтеграція, зокрема співпраця вчителів

географії та біології. Одним із напрямів діяльності таких клубів є гідрометеорологічна освіта: учні можуть вести щоденник погоди, здійснювати спостереження за хмарністю, атмосферним тиском, температурними коливаннями, опадами, вивчати локальні метеорологічні явища, прогнозувати погоду на основі доступних джерел. Це розвиває практичні навички дослідження природного середовища, формує розуміння кліматичних процесів, що мають критичне значення в умовах глобальних змін клімату.

Мета клубної роботи полягає не лише в поглибленні знань, але й у формуванні екологічної свідомості, наукового мислення, відповідального ставлення до природних ресурсів, здатності до самостійної науково-пошукової та природоохоронної діяльності. Формами роботи виступають лекції, семінари, практикуми, перегляд та обговорення науково-популярних фільмів, екскурсії до метеостанцій, природних об'єктів, організація тематичних виставок, підготовка учнівських проєктів.

Туристично-краєзнавчі клуби також відіграють значну роль у формуванні природничих компетентностей. Вони поєднують спортивний туризм з краєзнавчим та екологічним компонентами. Одним із важливих напрямів у межах таких клубів є здійснення польових гідрометеорологічних спостережень під час походів та експедицій. Учасники можуть фіксувати погодні умови, оцінювати стан водойм, досліджувати мікроклімат території маршруту, вести спостереження за природними аномаліями. Такі знання є не лише пізнавальними, але й прикладними – вони сприяють безпечному проведенню походів, навчають орієнтуванню за метеорологічними ознаками[17].

До підготовки учнів долучаються вчителі географії, фізичної культури, медицини. Вони навчають правил техніки безпеки, орієнтування на місцевості, дій у надзвичайних ситуаціях, зокрема в умовах стихійних метеорологічних явищ (буревії, зливи, снігопади тощо). Теоретичні заняття супроводжуються тренінгами, інтерактивними іграми, змаганнями, що стимулює зацікавленість школярів[17].

Клуби цікавих зустрічей відкривають можливість безпосередньої комунікації з фахівцями: географами, метеорологами, агрокліматологами, екологами, які діляться власним досвідом, знайомлять учнів із сучасними дослідженнями у сфері гідрометеорології, можливостями кар'єрного зростання. Важливою формою роботи в межах клубів є організація наукових зустрічей, конференцій, дискусій, підготовка інтерв'ю з експертами.

Клуби кіноподорожей сприяють розвитку світоглядної компетентності учнів. Вивчення фільмів про екстремальні природні явища, кліматичні зони світу, вплив погодних умов на життя людей та господарську діяльність дає змогу формувати уявлення про глобальні гідрометеорологічні процеси. Аналіз таких фільмів стимулює до глибшого розуміння географічної науки та її актуальності в сучасному світі.

Залучення батьків до діяльності клубів посилює виховний ефект, сприяє зміцненню партнерських відносин між школою та родинами учнів. Вони можуть бути не лише почесними гостями, а й активними учасниками – супроводжувачами у походах, доповідачами, організаторами майстер-класів.

Висновок до розділу 3

У результаті дослідження встановлено, що вивчення гідрометеорологічних явищ у шкільному курсі географії сприяє формуванню цілісного уявлення про атмосферні та гідрологічні процеси, розумінню впливу кліматичних умов на природне середовище і життя людини. Методична система викладання передбачає поєднання різних підходів – від інформаційно-рецептивного й репродуктивного до частково-пошукового, проблемного та навчально-дослідницького методів. Їх використання забезпечує гнучкість навчального процесу, активізує пізнавальну діяльність учнів та сприяє практичному застосуванню знань у повсякденному житті.

Проаналізовано форми організації позакласної роботи з географії, зокрема географічні гуртки, факультативи, клубну діяльність, навчальні проєкти, туристично-краєзнавчі заходи. Визначено, що систематична позаурочна діяльність, орієнтована на вивчення гідрометеорологічних

процесів, є дієвим інструментом формування дослідницьких умінь, екологічного мислення та адаптивної поведінки в умовах змін клімату. Прикладом ефективної практики є створення шкільних метеостанцій, участь у проєктах спостереження за погодними умовами, аналіз метеоданих та прогнозування локальних кліматичних змін.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи здійснено комплексне дослідження теоретичних засад, регіональних особливостей і педагогічних підходів до вивчення гідрометеорологічних явищ, зокрема в контексті їх спостереження в місті Чернівці та інтеграції цієї тематики в освітній процес.

У ході дослідження обґрунтовано наукове розуміння гідрометеорологічних явищ: визначено основні поняття, принципи класифікації, механізми їхнього утворення, а також вплив таких явищ на довкілля та життєдіяльність людини. Встановлено, що гідрометеорологічні явища є результатом взаємодії атмосфери та гідросфери, а їх актуальність зростає на тлі глобальних кліматичних змін. Особливої уваги заслуговують екстремальні явища (град, зливи, посухи, бурі), які через свою інтенсивність спричиняють масштабні соціально-економічні наслідки. Зміни клімату суттєво впливають на частоту та інтенсивність гідрометеорологічних явищ, що проявляється як у глобальному, так і регіональному масштабі.

Виконана кліматична характеристика Чернівецької області, що дозволило виявити сезонну динаміку температурного режиму, опадів і вітрової активності. Аналіз спостережень за 2019–2023 роки засвідчив зростання частоти таких явищ, як тумани, ожеледь та град. Також було охарактеризовано просторові відмінності розподілу гідрометеорологічних подій у межах області. Чернівецька область є вразливою до таких явищ, як зливи, тумани, ожеледь і посухи, що підтверджено статистичними даними спостережень. Важливим є висновок про вплив кліматичних умов на господарську діяльність регіону, зокрема сільське господарство, транспорт та міську інфраструктуру.

У місті Чернівці існує розвинена система гідрометеорологічного моніторингу, яка є важливою науковою та освітньою базою. Визначено, що у Чернівцях для вивчення гідрометеорологічних явищ необхідно керуватись даними Чернівецького обласного центру з гідрометеорології, а також навчально-наукової геофізичної обсерваторії ЧНУ, яка з 1999 року здійснює

регулярні метеорологічні та сейсмологічні спостереження. Значна частина даних є важливою базою для наукових досліджень і навчального процесу. Акцент зроблено на важливості інтеграції регіональних спостережень у загальнодержавну систему моніторингу клімату.

У третьому розділі розглянуто методичні підходи до вивчення гідрометеорологічних явищ у школі. Зокрема, охарактеризовано можливості використання знань про клімат та атмосферні явища на уроках географії та у позакласній діяльності (географічні гуртки, польові практики). Доведено, що активне залучення учнів до спостереження за погодою формує практичні навички, розвиває критичне мислення та сприяє екологічній свідомості.

Узагальнюючи результати роботи, можна зробити такі висновки:

1. Зміни клімату суттєво впливають на частоту та інтенсивність гідрометеорологічних явищ, що проявляється як у глобальному, так і регіональному масштабі.
2. Чернівецька область є вразливою до таких явищ, як зливи, тумани, ожеледь і посухи, що підтверджено статистичними даними спостережень.
3. У місті Чернівці існує розвинена система гідрометеорологічного моніторингу, яка є важливою науковою та освітньою базою.
4. Знання про гідрометеорологічні явища є необхідними для формування в учнів наукової грамотності, адаптивності до змін клімату та відповідального ставлення до природного середовища.

Таким чином, результати дослідження підтверджують необхідність систематичного вивчення гідрометеорологічних явищ в освітньому процесі, з особливим акцентом на регіональні особливості та практичні навички спостереження, що відповідає сучасним викликам і тенденціям розвитку шкільної географії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонов В.С. Природа туманів, хмар та опадів [Текст] : конспект лекції з дисципліни "Метеорологія і кліматологія"; М-во освіти України, Чернів. держ. ун-т ім. Юрія Федьковича. Чернівці : Рута, 1994. - 86 с.
2. Вальчук-Оркуша О. М. Метеорологія з основами кліматології : навч. посіб. Умань : «Візаві», 2015. 224 с.
3. Врублевська О.О., Катеруша Г.П. Навчальний посібник з дисципліни «Клімат України та прикладні аспекти його використання». Одеса : ОДЕКУ, 2012. 180 с
4. Довгань Г. Д. Географія (рівень стандарту) : підруч. для 11 кл. закл. загал. серед. освіти. Харків : Ранок 2019. 224 с.
5. Губіна І. Я. Економічні ризики метеорологічного походження Чернівецької області : магістерська робота. Одеський державний екологічний університет : 23.03.18. Одеса, 2018. 48 с.
6. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
7. Казаков О.Л. Стихійні метеорологічні явища на Україні. Одеса : ГМЦ ЧАМ, 2008. 107 с.
8. Касіяник І.П., Мисько В.З. К28 Методика навчання географії (теоретичний аспект). Кам'янець-Подільський : Друкарня Рута, 2017.214 с.
9. Клімат України / За ред. Ліпінського В. М., Дячука В. А., Бабіченко В. М. Київ : В-во Раєвського, 2003. 343 с.
10. Логвинов К.Т., Бабіченко В.М., Щербань М.І. Дослідження з прикладної кліматології на Україні і перспективи розвитку їх // В кн.: Проблеми географічної науки в Українській РСР в період науково-технічного прогресу. Київ: Вища школа, 1976. 120-129 с.
11. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні і стихійні явища погоди. Київ : Державна гідрометеорологічна служба, 2003. 31 с.

12. Положення про порядок складання та передачі попереджень і донесень про виникнення стихійних явищ, різких змін погоди, поєднання небезпечних явищ та випадків екстремально високого забруднення природного середовища. Київ : Держкомгідромет України, 1994. 34 с.
13. Природа Чернівецької області / Під ред. К.І. Геренчука. Львів : Видавниче об'єднання «Вища школа», 1978. 160 с.
14. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату. ОДЕКУ – РДГМУ, 2012. 266 с.
15. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005pp.) / За ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. Київ : Ніка-Центр, 2006. 312 с.
16. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації / за ред. С. П. Іванюти. Київ : НІСД, 2020. 110 с.
17. МійКлас. Електронний освітній ресурс. URL: <https://www.miyklas.com.ua>
18. Навчально-наукова геофізична обсерваторія. ЧНУ ім. Ю. Федьковича. URL: <https://www.chnu.edu.ua/universytet/zahalni-vidomosti/strukturni-pidrozdzily-ta-tsentry/navchalno-naukova-heofizychna-observatoriia/>
19. Український гідрометеорологічний центр. URL: <http://www.meteo.gov.ua>
20. Інтерактивне навчання. Видавництво Ранок. URL: <https://interactive.ranok.com.ua>
21. A weather station for your school. Royal Meteorological Society. URL: <https://www.rmets.org/sites/default/files/2019-02/schoolwxstn.pdf>
22. Atmospheric boundary layer structure and turbulence during sea fog. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/273519291_Atmospheric_Boundary_Layer_Structure_and_Turbulence_during_Sea_Fog_on_the_Southern_China_Coast
23. Climate Data Chernivtsi 1959 – 2025. URL: <https://en.tutiempo.net/>

24. Earth Sciences, Hydrometeorology. Britannica. URL:
<https://www.britannica.com>
25. Extreme weather. The Guardian. URL: <https://www.theguardian.com/europe>
26. Extreme weather events in Ukraine: occurrence and changes. IntechOpen.
 URL: <https://www.intechopen.com/chapters/61828>
27. Glossary of Meteorology – hydrometeor. American Meteorological Society.
 URL: <https://glossary.ametsoc.org/wiki/Welcome>
28. The planet had 58-billion-dollar weather disasters in 2024, the second-highest on record. Yale Climate Connections. URL:
<https://yaleclimateconnections.org>
29. Weather, Climate & Catastrophe Insight. 2019 Annual Report. URL:
<http://thoughtleadership.aon.com/Documents/20200122-if-natcat2020.pdf>
30. Nature-based solutions for hydrometeorological hazards. ScienceDirect.
 URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935119305961>