

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

АНАЛІЗ РЕЖИМНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУМАНІВ НА СТАНЦІЇ ЗВ'ЯГЕЛЬ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ ANALYSIS OF REGIME CHARACTERISTICS OF FOGS AT THE ZVYAGEL STATION OF ZHYTOMYR REGION

Виконала студентка 2 курсу денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньо-професійна програма Метеорологія і кліматологія

Музика Тетяна Анатоліївна

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н., доц. Недострелова Л.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Кічук Н.С.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
метеорології та кліматології
№ ____ від ____ . ____ . 2024 р.

Завідувач кафедри
ПРОКОФ'ЄВ Олег
(підпис) (прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 2
протокол № __ від ____ . ____ . 2024 р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

ТАРНАВСЬКА Олена
(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 2024

Анотація

Тема: «Аналіз режимних характеристик туманів на станції Звягель Житомирської області»

Автор: Музика Т.А.

Актуальність. Тумани можуть бути небезпечними для багатьох галузей економіки країни, особливо для транспорту. Туман впливає на дальність видимості, а відповідно і на безпеку руху на дорогах. Окрім того, тумани можуть негативно впливати на аграрний сектор, будівництво, туризм, спорт, на здоров'я і життєдіяльність людини. На Житомирщині тумани відмічаються досить часто. З року в рік їх повторюваність змінюється. Просторовий розподіл кількості днів з туманом дуже мінливий, отже його утворення залежить від метеорологічних і синоптичних умов, характеру підстилаючої поверхні, рельєфу, наявності поблизу водних об'єктів. Вивчення регіональних умов утворення туманів є актуальним питанням.

Метою даної роботи є аналіз режимних характеристик туманів на станції Звягель Житомирської області за період 1993-2022 рр.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі:**

- проведено аналіз багаторічного розподілу кількості днів з туманами;
- проведено аналіз річного ходу кількості днів з туманами;
- проведено аналіз сезонної мінливості туманів;
- визначення метеорологічних умов формування туманів.

Об'єкт дослідження – процеси туманоутворення.

Предмет дослідження – часова мінливість туманів, розподіл метеовеличин при утворенні туманів.

Методи дослідження – фізико-статистичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі *вперше* для станції Звягель Житомирської області: проведено порівнювальний аналіз метеорологічних умов туманоутворення за різні кліматичні періоди.

Практичне значення отриманих результатів. Виявлення метеорологічних умов утворення туманів в дослідженому регіоні України може сприяти уточненню прогнозу туманів і представлення інформації для різних галузей економіки країни.

Магістерська робота в обсязі 50 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 17 джерел, містить 15 рисунків.

Ключові слова: тумани, багаторічний розподіл, сезонна мінливість, метеорологічні умови туманоутворення.

Summary

Theme: “Analysis of regime characteristics of fog sat the Zvyagel station of Zhytomyr region”

Author: Muzyka T.A.

Urgency of the issue. Fog can be dangerous for many sectors of the country's economy, especially for transport. Fog affects visibility, and accordingly, road safety. In addition, fog can negatively affect the agricultural sector, construction, tourism, sports, and human health and life. Fog is observed quite often in the Zhytomyr region. Their recurrence varies from year to year. The spatial distribution of the number of days with fog is very variable, so its formation depends on meteorological and synoptic conditions, the nature of the underlying surface, relief, and the presence of nearby water bodies. The study of regional conditions for fog formation is a topical issue.

Aim of this study is to analysis of regime characteristics of fogs at the Zvyagel station in Zhytomyr region for the period 1993-2022.

According to aim assigned **such tasks** are solved:

- analysis of the multi-year distribution of the number of days with fog was carried out;
- analysis of the annual course of the number of days with fog was carried out;
- analysis of the seasonal variability of fog was carried out;
- determination of the meteorological conditions for fog formation.

Object of scientific research processes of fog formation.

Subject of scientific research temporal variability of fog, the distribution of meteorological quantities during fog formation.

Methods of scientific research physical and statistical analysis.

Scientific novelty of results obtained.

In this work, for the first time for the Zvyagel station of the Zhytomyr region: a comparative analysis of the meteorological conditions for fog formation for different climatic periods was carried out.

Practical importance of results obtained. Identification of the meteorological conditions for fog formation in the studied region of Ukraine can contribute to the refinement of the fog forecast and the presentation of information for various sectors of the country's economy.

The master thesis, 50 pages consists of 4 chapters, conclusions, bibliography of 17 sources, contains 15 drawings.

Keywords: fog, multi-year distribution, seasonal variability, meteorological conditions of fog formation.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	7
2 УМОВИ УТВОРЕННЯ ТУМАНІВ.....	16
3 АНАЛІЗ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ.....	26
3.1 Річний розподіл кількості днів з туманами.....	26
3.2 Сезонні коливання туманів.....	37
4 РЕЖИМНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУМАНІВ.....	40
4.1 Показники видимості при туманах.....	40
4.2 Динаміка відносної вологості.....	41
4.3 Зміни температури повітря при процесах утворення туманів.....	43
4.4 Режим вітру при туманах.....	44
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	50

ВСТУП

Туман – це видимий аерозоль, що складається з крихітних крапель води або кристалів льоду, підвішених у повітрі на або біля поверхні Землі. Явище називається туманом якщо горизонтальна дальність видимості стає менше 1 км хоча б в одному напрямку. Аналогічне явище при горизонтальній видимості 1 км і більше називають серпанком.

«Утворення туману є наслідком двох процесів: збільшення кількості вологи, яка міститься у повітрі, та зниження температури приземного повітря. Конденсація водяної пари розпочинається коли повітря насичене вологою і відносна вологість приближена до 100 %. Однак, встановлено, що при відсутності сторонніх частинок в повітрі (ядер конденсації) комплекси молекул конденсованої фази можуть утворитись лише в результаті випадкових зіткнень молекул у повітрі яке перенасичене. В реальній атмосфері завжди містяться домішки різного походження (частинки пилу, піску, солі). Для утворення туману важливу роль відіграють характеристики вітрового режиму приземного шару атмосфери», як досліджено в роботах Школьного Є.П., Недострелової Л. В., Фасій В. і ін. [1-3].

В Настанові з метеорологічного прогнозування [4] надано таку класифікацію туманів: «за інтенсивністю тумани поділяються на сильні (видимість менше 100 м), помірні (100-500 м) і слабкі (500-1000 м). Сильні тумани з видимістю менше 100 м є вкрай небезпечними атмосферним явищем для всього транспорту, оскільки впливають на утворення небезпечних умов видимості на автомобільних, морських, авіаційних шляхах сполученнях».

Метою моєї роботи є виявлення особливостей режиму утворення туманів на території Житомирської області. Як вихідна інформації використовувались

дані спостережень за явищами погоди з архіву метеостанції Звягель за період 1993-2022 рр.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ОПИС ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

«Житомирська область утворена 22 вересня 1937 року. Область розташована в північно-західній частині України. Площа – 29827 км². Структура ґрунтового покриву області обумовлена геологічною будовою Українського кристалічного щита, здебільшого рівнинним рельєфом місцевості, особливостями формування льодовикових та водно-льодовикових відкладів південно-польського і дніпровського періодів зледенінь та відкладами четвертинного періоду пов'язаного з антропогенною діяльністю (рис. 1.1). Територія області знаходиться у двох природно-кліматичних зонах – Лісостепу (19 %) та Поліссі (81 %). Ці території значно відрізняються геологічною будовою, ландшафтною структурою, ґрунтами, лісистістю, ступенем сільськогосподарського освоєння території та видовим складом рослинного світу, у тому числі районованих сільськогосподарських культур.

Для області характерний високий рівень залягання кристалічних порід, які у багатьох місцях виходять на денну поверхню. Область багата на різноманітні корисні копалини. В її надрах залягають поклади розсипного ільменіту, комплексних апатит-ільменітових руд, самоцвітів, кварцитів, облицювального каменю, каолінів, мінеральної сировини для виробництва різних будівельних матеріалів, бурого вугілля, торфу та інших копалин. Запаси титану на Житомирщині складають понад 85 % усіх розвіданих запасів титанових руд України.

Вигідне фізико-географічне та економіко-географічне положення сприяє компактному заселенню, господарському освоєнню території, створює передумови для життєвої діяльності людей. Особливості економічно

географічного положення і природних факторів (грунтово-кліматичні умови, мінерально-сировинні, лісові і водні ресурси) у поєднанні створюють сприятливі умови для розвитку сільського господарства та промисловості», як зазначено в роботі Карповського Ю. [5].



Рисунок 1.1 – Карта Житомирської області

«Клімат Житомирської області характеризується сніжною холодною зимою, прохолодною, вологою та тривалою весною, жарким і сухим в

більшості періоду літом, осінню – із значним недобором опадів, прохолодною в першій половині сезону, а в другій – з температурним режимом вище норми», як визначено в доповіді [6].

На Житомирщині діють 5 метеостанцій (Житомир, Овруч, Олевськ, Коростень, Звягель). На метеостанції міста Звягель (рис. 1.2) спостереження відновленні Укрметом у 1922 р. і продовжуються до цих днів.



Рисунок 1.2 – Метеомайданчик станції Звягель

Нині метеорологічна станція проводить спостереження за програмою станції II розряду. Спостереження у м. Олевськ розпочато у 1923 р. А 21 грудня 1949 було відкрито метеостанцію II розряду, де до цього часу ведуться регулярні цілодобові метеорологічні спостереження. Метеорологічна станція Коростень, яка була заснована в 1924 р, є режимною станцією II розряду, єдина станція в області, яка веде спостереження за сонячним сяйвом. Метеорологічні спостереження у місті Овруч розпочато у квітні 1894 р. і функціонує до тепер.

Метеорологічні спостереження у м. Звягель розпочались у 1893 році. Ці спостереження проводились з перервами по 1917 р. на метеостанціях різних відомств. Лише у 1922 р. Укрметом відновлені метеоспостереження в місті на лівому березі р. Случ з перервами у 1942-1943 р., а з 1944 р. – по теперішній час. Був відновлений метеорологічний майданчик, установлені всі прилади, крім барометра через його відсутність. З лютого 1944 р. з установленням барометра станція запрацювала повноцінно. Спостереження за більшістю метеорологічних елементів проводяться на метеорологічному майданчику.

Станція проводить спостереження з визначення параметрів вітру, з визначення висоти нижньої межі хмар, спостереження за ожеледно-паморозевими відкладеннями, температурою та вологістю повітря, температурою ґрунту, температурою повітря на висоті 2 м, визначення атмосферного тиску за допомогою приладу БАР, виміру рівня радіації.

«Звягельський район знаходиться на заході Житомирської області (рис. 1.3). Він посідає третє місце в області серед інших районів за площею (2098 км²) та кількістю населення. Згідно з даними 2013 року населення району становить 103 тис. осіб (56 тис. у м. Звягель та 47 тис. – у районі). Район утворено 7 березня 1923 року. Його центром є місто Звягель.

Найбільші населені пункти району: Новоград-Волинський, Городниця, Ярунь, Чижівка, Гульськ, Наталівка, Пилиповичі, Кикова, Броницька Гута. Територія району простягається із півночі на південь на 77 км, із заходу на схід – на 61 км. Географічний центр району розташований на правому березі річки Случ у місті Звягель (мікрорайон Лубчиця). Його географічні координати – 50°37'30'' пн. ш. і 27°41'36'' сх. д.», як зазначено в роботі Янушкевича М. [7].



Рисунок 1.3 – Карта Звягельського району

«Формування рельєфу пов'язане з геологічною будовою і подіями, що відбувалися впродовж історії розвитку земної поверхні. Головними чинниками, які впливають на формування рельєфу, є ендегенні (внутрішні) й екзогенні (зовнішні), а за останній час й антропогенні (діяльність людини) дії. Орографічні особливості Звягельського району спричинені розміщенням території на кристалічних породах Українського щита. Важливу роль у формуванні рельєфу відіграють екзогенні процеси, спричинені сонячною енергією, діяльністю води, силами земного тяжіння (процеси вивітрювання, флювіальні, гляціальні, криогенні, аридні, еолові, делювіальні, елювіальні,

колювіальні й інші). Вони слугували фундаментом для формування сучасного геоморфологічного вигляду району. Потужним фактором сучасного геоморфогенезу є також антропогенна діяльність: інженерно-будівельна, гірничо-видобувна, гідротехнічна, меліоративна тощо. Згідно з Національним Атласом України (2007) рельєф Звягельського району являє собою слабонахилену горбисто-хвилясту рівнину на кристалічних породах, яка сформувалася в умовах диференційованих неотектонічних піднять Українського щита. За геоморфологічним районуванням територія належить до Звягельської денудованої водно-льодовикової хвилястої слабо-розчленованої рівнини», як представлено в посібнику «Новоград-Волинський район в цифрах і фактах» [8].

«На півночі, північному сході та сході району рельєф являє собою морфоскульптури зандрово-алювіальних низовин і денудаційно-горбистих рівнин, на яких часто трапляються блюдце-подібні пониження з високим рівнем поверхневих вод. Покривні лесові та лесоподібні еолово-делювіальні утворення (лесові острови) розташовані на південному заході, в районі м. Звягель, а також сіл Токарів, Ярунь, Орепи та ін. Середні висоти земної поверхні Звягельського району (картосхема 5) над рівнем моря становлять близько 200 м. Найвищою точкою Звягельського району є пагорб на південно-східній окраїні с. Кушове заввишки 259,1 м над рівнем моря, найнижчою – 172,6 м – пониження на відстані 1 км на захід від с. Лубчиця. Загальний нахил земної поверхні – із південного сходу на північний захід. Територію району прорізають долини річок Случ, Церем, Тня, Смілка та інших. Яри та балки є на прирічкових схилах, у річкових долинах і на лесових островах», як зазначено в роботі авторів Корбут Г.А., Костриці М.Ю., Литвак П. В. [9].

«Геологічна будова, кліматичні умови та рельєф Звягельського району створюють достатньо сприятливі умови для забезпечення населення і господарства ресурсами внутрішніх вод. Щільність гідрографічної мережі річок району становить, в середньому, близько 200 м/км². Показники середньої швидкості течії зумовлені незначним похилом рельєфу (близько 1 м/км) і становлять 0,1–0,4 м/с. Для річок району характерне змішане живлення (снігове, дощове, підземне тощо). Майже вся Звягельщина належить до басейну р. Случ – найбільшої річки району. Лише північна частина території, а саме водозбір р. Зольні, належить до басейну р. Уборть. Загалом територією району тече 19 відносно крупних річок. У районі велика кількість каналів (утворених в результаті осушення земель), є ставки, невеликі озера тощо. На річці Случ біля м. Звягель знаходиться водосховище із площею водного дзеркала 0,96 км² та об'ємом 1,8 млн. м³. Заболоченість території району перевищує 2 %. Болота зосереджені переважно на півночі району. Прилягають вони до місць із високим рівнем ґрунтових вод: блюдце-подібних елементів рельєфу, заплавл річок, стародавніх річкових долин та улоговин стоку, що утворені талими льодовиковими водами тощо», як показано в посібнику «Новоград-Волинський район в цифрах і фактах» [8].

«Особливості кліматичних умов району зумовлені його фізико-географічним положенням. Основними чинниками, що впливають на клімат, є надходження сонячної радіації, циркуляція атмосфери та характер земної поверхні. Розташування Звягельського району у помірному кліматичному поясі та невелика протяжність території з півночі на південь та із заходу на схід обумовлюють одноманітні кліматичні показники. Основну кількість тепла земна поверхня одержує завдяки сонячній радіації. На земну поверхню потік сонячної радіації надходить у вигляді сумарної радіації. Сумарна кількість

сонячної радіації, яка витрачається на нагрівання ґрунту і повітря й випаровування, становить 3700 МДж/м². Різницю між надходженням і витратами радіації називають радіаційним балансом. Для району він становить 1350 МДж/м², тобто близько 36 % сумарної радіації. У середньому, за рік у районі буває близько 1700 годин сонячного сяння – ясної погоди вдень.

Важливим чинником кліматичних умов є також рух повітря – циркуляція атмосфери. Переважний напрям перенесення повітряних мас – західний, південно-західний, що свідчить про вирішальний вплив під час формування погоди повітряних течій з Атлантики і Середземномор'я. Саме ці повітряні маси пом'якшують континентальність клімату і звожують регіон. На клімат району впливають і континентальні повітряні маси, що потрапляють на територію району зі сходу. Взимку вони зумовлюють морозну, малохмарну, зі слабким вітром погоду; влітку – спекотну і суху. На територію району потрапляють і арктичні повітряні маси, які приносять морозну погоду взимку і прохолодну влітку», як досліджено в роботі Руденко Л.Г. [10].

Джерело <https://ventalab.ua/statti/> [11] стверджує, що: «Атмосферна волога, її фазовий стан та вологообіг відіграють значну роль у формуванні погоди і клімату. Відносна вологість повітря є відношенням поточного парціального тиску водяної пари в повітрі до парціального тиску насиченої водяної пари при однаковій температурі. Це відношення виражається у відсотках і показує, наскільки близьке повітря до стану насичення водяною парою за даної температури. Якщо показник становить 100 %, це означає, що повітря повністю насичене водяною парою і більше не може утримувати додаткову вологу. При цьому починається процес конденсації, коли водяна пара перетворюється на рідину. Якщо показник нижчий за 100%, це означає, що повітря може утримувати додаткову вологу без конденсації. При

підвищенні температури здатність повітря утримувати водяну пару збільшується. Якщо абсолютна вологість стала, відносна вологість знижується, тому що парціальний тиск насиченої водяної пари збільшується.

При зниженні температури здатність повітря утримувати водяну пару зменшується. Якщо абсолютна вологість буде постійною, відносна вологість збільшується, тому що парціальний тиск насиченої водяної пари зменшується. Температура та абсолютна вологість істотно впливають на відносну вологість повітря. Розуміння цих взаємозв'язків є важливим для ефективного контролю кліматичних умов у різних сферах. Підтримання оптимальної відносної вологості вимагає врахування змін температури та абсолютної вологості, що допомагає створювати комфортні та безпечні умови для людей, рослин та обладнання. Від вологості повітря залежить не тільки комфортність погодних умов для людини, але і інтенсивність випаровування з поверхні землі та водоймищ, транспірація вологи рослинами, виникнення заморозків, утворення туманів. Природа дуже часто дивує і демонструє безліч неймовірних явищ, більшу частину яких люди вже звикли спостерігати, але чому вони з'являються далеко не кожному, наприклад, туман – їм нікого не здивувати, але при цьому не всі розуміють причину його походження».

2 УМОВИ УТВОРЕННЯ ТУМАНІВ

«Туман – скупчення у повітрі дуже дрібних крапель води, які утворюються внаслідок охолодження вологого повітря.

Метеорологічна дальність видимості (МДВ) є однією з характеристик прозорості атмосфери. Вона відрізняється від реальної дальності видимості різних предметів, яка залежить не тільки від прозорості атмосфери, але й від кольору об'єктів, їхніх розмірів, відстані до них, освітленості (відношення світлового потоку до площі освітленої ним поверхні), і фону на який вони проєктуються.

МДВ – це найбільша відстань, на якій у світлу частину доби можна побачити на фоні неба поблизу горизонту чи на фоні повітряного серпанку абсолютно чорний об'єкт достатніх кутових розмірів, а в темну частину доби – джерело світла. Прозорість атмосфери біля поверхні землі під час туману знижується до значень МДВ менших за 1000 м. Зменшення видимості залежить від структури туману і характеру атмосферних домішок», як зазначено в Настанові гідрометеорологічним станціям і постам [12].

«На мережах метеостанцій дальність видимості визначається по обраним орієнтирам, відстань до яких завчасно відома чи завчасно виміряна. Видимість за світлого часу доби зазначається рівна відстані від спостерігача до самого віддаленого об'єкта, який ще видно, але ще сприймається спостерігачем тільки як сірий силует, без деталей. За орієнтирів для світлого часу доби вибираються будь які об'єкти навколо станції, у яких є достатні кутові розміри. Орієнтири по кольору та яскравості повинні відмічатися від фону, на який вони проєктуються.

Для того, щоб зручно проводити спостереження складається схема орієнтирів видимості, на яку наноситься положення станції, вибрані об'єкти для оцінки видимості та відстань до них. Для спостережень в нічний час доби за видимістю вибирають світові орієнтири (вісім – дев'ять вогників), розміщені на різних відстанях від метеостанції. Вогники мають бути відкритими та білого кольору. В якості світових орієнтирів можуть використовуватися вогники посадкових систем, розташованих паралельно ЗПС. В нічний час видимим рахується вогник, спостерігаючи як палаюча точка, а невидимим – вогник, проглядаючи як розмита світла пляма. При неоднорідній видимості відмічається її найменше значення», що наведено в «Правилах метеорологічного забезпечення авіації» [13].

«Залежно від вертикальної протяжності тумани поділяються на поземні (з верхньою межею до 2 м), низькі (з верхньою межею від 2 до 10 м), середні (з верхньою межею від 10 до 100 м) і високі (з верхньою межею, що перевищує 100 м).

За інтенсивністю, яка оцінюється значенням дальності горизонтальної видимості, тумани підрозділяються на: дуже сильні (видимість менше 50 м), сильні (видимість 50-200 м), помірні (видимість 200-500 м); слабкі (видимість 500-1000 м). Помутніння повітря при видимості понад 1 км прийнято називати серпанком. Інтенсивність серпанку оцінюється: сильний (видимість 1-2 км), помірний (видимість 2-4 км), слабкий (видимість 4-10 км). Залежно від навколишніх погодних умов та особливостей клімату, туман може існувати від півгодини до кількох днів. Головною причиною зникнення туману є нагрівання сонячними променями повітряних мас, внаслідок чого туманні крапельки випаровуються і піднімаються в небо – так і здійснюється важливий для всього живого на планеті кругообіг води в природі.

За фізичними механізмами утворення, тумани поділяються на тумани охолодження (адвентивні, радіаційні, адвективно-радіаційні, орографічні), тумани випаровування (фронтальні, випаровування з водної поверхні), тумани пов'язані з діяльністю людини (через збільшення вологи, димові). Тумани охолодження утворюються внаслідок зниження температури за рахунок різних чинників. До них відносяться радіаційні, адвективні, адвективно-радіаційні, орографічні, тумани схилів (тумани схилів)», як показано в роботах авторів Грушевського О.М. та ін., Івус Г.П. [14-16].

До туманів випаровування відносяться фронтальні тумани, які виникають внаслідок випару крапель теплого дощу або мряки в холодному повітрі, а також тумани паріння морів, річок, озер, які виникають за рахунок охолодження повітря при випаровуванні з поверхні води.

Туман випаровування або паровий туман утворюється над водоймами, перекритими набагато холоднішим повітрям; така ситуація також може призвести до утворення парових дияволів, схожих на пилові аналоги. Озерний ефект має такий тип іноді в поєднанні з іншими причинами, такими як радіаційний туман. Він, як правило, відрізняється від більшості адвективних туманів, що утворюються над сушею, тим, що він є конвективним явищем, в результаті чого туман може бути дуже щільним, глибоким і здаватися пухнастим зверху.

«Тумани, пов'язані з діяльністю людини – тумани при сильних морозах (крижані тумани), які утворюються при дуже низьких температурах за рахунок додаткового зволоження при згоранні твердого палива (міські тумани) або рідкого палива при роботі авіаційних двигунів (аеродромні).

За агрегатного стану води в туманах вони діляться на крапельно-рідкі, кристалічні – з крижаних частинок і змішані – з рідких крапель і крижаних

частинок. Крапельнорідкі тумани, як правило, спостерігаються при плюсових температурах, але можуть виникати і при від'ємних температурах повітря. Низкою авторів доведено, що радіаційні тумани в краплинній формі існують при температурному режимі від -3 до -4 градусів Цельсія до -3...-4 градусів Цельсія, адвективні від -5 до -11 градусів Цельсія, тумани випаровування від мінус 10 до -22 градусів Цельсія. Кристалічні тумани бувають при температурах нижче -16...-20 градусів Цельсія. Змішані тумани спостерігаються при діапазоні температур від -11 до -19 градусів Цельсія, в середніх широтах при -18 до -26 градусів Цельсія в північних широтах», як запропоновано в роботі Грушевського О.М. та ін. [14].

«Туман утворюється в тому випадку, якщо біля земної поверхні створюються сприятливі умови для конденсації водяної пари. Необхідні для цього ядра конденсації існують в атмосфері завжди. Наближення до стану насичення відбувається переважно в результаті охолодження повітря. Другорядну роль відіграє збільшення вологості повітря внаслідок випаровування з теплої поверхні у холодне повітря.

Внаслідок гігроскопічності ядер конденсації утворення туману починається за відносної вологості менше 100 % (близько 90-95 %), тобто ще до досягнення точки роси. Відомо, що при температурах близько -10 °С туман може бути змішаним, а при нижчих температурах навіть чисто кристалічним. Існування туману при таких температурах можливе при значеннях відносної вологості менше 100%. Така вологість вказує на відсутність насичення по відношенню до рідкої води, але для крижаних кристалів вона відповідатиме насичення.

Наближення до стану насичення відбувається переважно внаслідок охолодження повітря. Другу роль відіграє збільшення вологості повітря внаслідок випаровування з теплої поверхні в холодне повітря.

Найчастіше тумани виникають при найбільшому охолодженні земної поверхні, тобто вранці. У горах тумани утворюються будь-якої частини доби, але усе-таки дещо частіше вони появляються у після полуденні години. Справа в тому, що в цей час виникають висхідні рухи повітря, воно адіабатично охолоджується і на схилах утворюється туман. Правда, для спостерігача, який перебуває в долині – це звичайні хмари», як представлено в роботах Школьного Є.П., Недострелової Л. В. та ін. [2, 3].

«У великих промислових містах можливе утворення особливого виду міських туманів – смогів, коли конденсація починається при відносній вологості 85-90 %. Причиною є високі концентрації аерозолей, які виступають ядрами конденсації та ініціюють утворення туману.

Найчастіше тумани утворюються восени, вночі або вранці, коли поверхня водойм остигає повільніше, ніж повітря, що знаходиться над нею. Тепла вода випаровується, і дрібні крапельки випареної вологи утворюють туман.

Поверхня землі і шари повітря, що знаходяться безпосередньо над нею, осінніми ночами і вранці, навпаки, швидко остигають. При дотику таких холодних шарів повітря з теплими також утворюється туман.

Крім того, туман утворюється сильніше, якщо в повітрі багато мікроскопічних частинок пилу, на яких і волога конденсується. Так містом туманів називають Лондон, столицю оточеної водою Великобританії, повітря якого дуже забруднене (знаменитий лондонський «смог»).

При цьому прозорість повітря погіршується: якщо межа видимості менша за один кілометр, явище називається туманом. Кордон видимості в межах від одного до десяти кілометрів називається серпанком.

Якщо повітря проохолоджується до температури нижче нуля, крапельки вологи відразу замерзають, утворюючи так само дрібні кристалики льоду.

У добовому ході тумани на рівнині мають максимум інтенсивності та повторюваності вранці. На високих рівнях у горах тумани розподіляються протягом доби рівномірно або мають слабкий максимум у післяполудневі години. Причина полягає в особливих умовах туманоутворення у горах.

Гірський туман, по суті, є хмарою, що виникає у зв'язку з висхідним рухом повітря по гірських схилах. Цей туман, пов'язаний з адіабатичним охолодженням повітря, може бути виділений у особливий тип схилів», як показано в роботах Грушевського О.М. та ін., Івус Г.П. [14-16].

«Є таке поняття «відносна вологість». Вона показує відношення фактичної кількості водяної пари до тієї кількості, якої необхідно для насичення при даній температурі. Ступінь близькості повітря до насичення говорить про його «сухість» чи «вогкість». Для утворення туману, крім насиченої водяної пари і швидкого зниження температури, необхідно ще одна умова. У повітрі повинні міститися достатня кількість зважених чи іонізованих часток. При відносній вологості повітря, близькій до 100 відсотків, на цих порошинах починається конденсація. Звичайно в кубічному сантиметрі повітря міститься від декількох сотень до сотень тисяч таких мікроскопічних часток, що називають ядрами конденсації. Особливо багато їх у великих індустріальних центрах, і ймовірність утворення туману там значно вища, ніж в околицях міста.

Різні шари повітря відрізняються температурою. Теплі потоки спрямовуються вгору, холодні линуць до землі. Коли дві різні маси зустрічаються, виникає конденсація. Маленькі краплі води застигають в повітрі, через що і з'являється хмара. Основна причина туману – це підвищена вологість. Звідки ж беруться в повітрі крапельки води? Вони утворюються з водяної пари. Коли земна поверхня охолоджується за рахунок теплового випромінювання (теплової радіації), охолоджується і прилеглий до неї шар повітря. Вміст водяної пари в повітрі при цьому може виявитися вище граничного для даної температури. Інакшими словами, відносна вологість стає рівною 100%, і надлишок вологи конденсується у вигляді крапель. Туман, що утворюється по такому (до речі сказати, найбільш поширеному) механізму, називається радіаційним. Радіаційний туман утвориться частіше за все у другу половину ночі; в першій половині дня він розсіюється, а іноді переходить в тонкий шар низьких шаруватих хмар, висота яких не перевищує 100-200 м. Особливо часто радіаційні тумани виникають в низинах і заболочених місцях», як зазначено в роботах авторів Школьного Є.П., Недострелової Л. В. та ін. [2, 3].

Явище рідко можна помітити в регіонах з сухим кліматом. Тільки при екстремально низькій температурі в посушливих місцях утворюється туман. Зате туман часто виникає над водоймами і в низинах, особливо в ранковий час. Тут повітря охолоджується набагато швидше землі і води.

«Для визначення щільності використовується вираз «водність туману». Цей показник характеризує загальну масу крапель води в одній одиниці об'єму серпанку. Зазвичай водність досягає 0,1 г/кубічний метр, але при високій щільності доходить до 1,5 г/кубічний метр. Прозорість залежить від розміру водних частинок. Радіус крапель зазвичай не перевищує 15 мкм, але іноді він

доходить до 60 мкм. Чим вище температура повітря, тим більше краплі конденсату», як показано в журналі «Екологія підприємства» [17].

«Аналіз значного обсягу спостережень дозволяє стверджувати, що для більшості районів України і інших внутрішньоконтинентальних районів найбільшу повторюваність мають радіаційні і адвективні тумани», що досліджено в роботі Грушевського О.М. та ін. [14].

«Туман – одна з найнебезпечніших погодних умов. Туман може бути небезпечним для транспорту, він може виникати раптово й обмежувати видимість до критичних показників. Потрапивши в туман, потрібно зупинитися і перечекати негоду на узбіччі з увімкненими габаритними або стоянковими сигналами. І не тільки через погіршення загальної видимості, але також через неможливість визначити реальну відстань до об'єктів на дорозі та оцінити швидкість руху транспортних засобів. В умовах густого туману відстань до авто, що рухається назустріч, здається більшою, а його швидкість – значно меншою. При цьому обриси предметів розмиті, що ускладнює адекватну оцінку їх справжніх розмірів. Потрапивши в зону туману важливо негайно знизити швидкість до 30-50 км/г, а в разі дуже поганої видимості безпечною буде швидкість не вище 25 км/г. Необхідно також дотримуватися дистанції, щоб встигнути вчасно зреагувати на перешкоду, що може раптово з'явитися попереду. Сильний туман становить найбільшу небезпеку на перехрестях доріг і залізничних переїздів. В тумані водій не бачить дорожні знаки, гірше помічає світлові сигналізації, відбувається в шість разів більше наїздів на перешкоди, ніж за такий же період часу при його відсутності.

При низькій видимості важко визначити реальну відстань до об'єкта (рис. 2.1). Іноді буває неможливо зрозуміти, їде або стоїть зустрічний автомобіль. Також спотворюються кольори, у сильному тумані жовтий колір

здається червоним, а зелений – жовтим. Тому, потрапивши в туман, будьте уважні на регульованих перехрестях. Максимально позначити свою присутність на дорозі, щоб захистити себе та інших учасників дорожнього руху від аварійної ситуації в умовах туману, допоможе правильно підібране й відрегульоване автомобільне освітлення.

Тумани відіграють важливу роль в роботі авіації. Їх наявність завдає великої перешкоди літакам, впливає на їх зліт та посадку. Туман є одним з найбільш небезпечних явищ, що часто повторюються. Він також знижує видимість і спотворює відстані, що може призвести до проблем з навігацією в повітрі та на воді», як зазначено на сайті ДСНС [18].

Також туман негативно впливає на стан здоров'я та психіку людини. Він може містити частинки пилу та інших забруднюючих речовин, які подразнюють дихальні шляхи, особливо у людей з астмою та іншими респіраторними захворюваннями. Чутливість людини до забруднення атмосферного повітря залежить від багатьох факторів: її віку, статі, загального стану здоров'я, виду харчування, температури й вологості повітря тощо.

Частинки пилу середнього розміру (10 мкм) впливають на бронхи та легені як подразники та спричиняють появу алергічних проявів, інфекції нижніх дихальних шляхів. Найбільш небезпечні дрібні тверді частинки (від 2 до 5 мкм), оскільки вони легше проходять через природні захисні оболонки і глибше проникають в дихальні шляхи та, досягаючи альвеол, осідають в них. Таким чином, тривала дія пилу викликає хронічні зміни верхніх дихальних шляхів, серцево-судинної системи, алергічні реакції та канцерогенну дію.

Краплі туману можуть переносити у собі алергени та доволі довгий час зберігати спори цвілевих грибів. Їх вдихати дуже небезпечно для здоров'я, адже вони можуть спровокувати різного роду захворювання.



Рисунок 2.1 – Тумани Звягельщини

Крім того, він може викликати депресію, тривогу, паніку або інші психологічні розлади, якщо людина не отримує достатньо сонячного світла або відчуває страх перед невідомим.

Проаналізувавши усі ці фактори, медики зробили висновок, що прогулянки або пробіжки в умовах туману є небезпечними для здоров'я.

3 АНАЛІЗ КІЛЬКОСТІ ДНІВ З ТУМАНАМИ

3.1 Річний розподіл кількості днів з туманами

На Житомирщині туман відмічається досить часто. З року в рік їх повторюваність змінюється. Просторовий розподіл кількості днів з туманом дуже мінливий, отже його утворення залежить від метеорологічних і синоптичних умов, характеру підстилаючої поверхні, рельєфу, наявності поблизу водних об'єктів. Для виконання завдань роботи в дослідженні використовувалися дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами протягом 1993-2022 років на станції Звягель Житомирської області.

В табл. 3.1 наведено багаторічний розподіл туманів по місяцях за період дослідження на станції Звягель. З таблиці видно, що у 1993 році всього днів з туманами було виявлено 23 випадки, максимум спостерігається у грудні й становив 6 днів, мінімальне значення зафіксовано у червні й жовтні, що дорівнює 1 день. 1994 рік виявив 24 випадки з туманами, максимум відзначився у січні що складав 7 випадків, мінімальне значення 1 випадок спостерігались у квітні, травні, серпні та жовтні. За 1995 рік було виявлено 13 випадків, максимум 4 дні був у травні та жовтні, мінімальне значення було у вересні – 2 випадки, 3 – у грудні. В інші місяці не було жодних випадків. У 1996 році було 12 випадків з туманами, які монотонно спостерігались протягом року. Визначено, що по 2 випадки було у липні, жовтні, листопаді та грудні. У лютому, березні, квітні та вересні по одному випадку. 1997 рік відзначився найменшою кількістю випадків – 4, два випадки у січні та по одному випадку у липні та жовтні.

Таблиця 3.1 – Багаторічний розподіл кількості днів з туманами в м. Звягель за період 1993-2022 рр.

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	XI	X	XI	XII	Всього
1993	0	0	3	4	0	1	0	0	5	1	3	6	23
1994	7	2	3	1	1	0	0	1	2	1	4	2	24
1995	0	0	0	0	0	4	0	0	2	4	0	3	13
1996	0	1	1	1	0	0	2	0	1	2	2	2	12
1997	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
1998	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	3	7
1999	2	1	2	0	0	0	1	0	2	1	3	0	12
2000	3	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	5	13
2001	2	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0	0	7
2002	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	3	0	9
2003	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	6	0	10
2004	1	1	2	1	0	0	0	0	0	4	1	2	12
2005	0	1	1	0	1	0	0	0	0	4	8	2	17
2006	1	3	5	2	0	1	0	2	2	6	8	2	32
2007	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6
2008	4	1	1	1	0	0	0	1	3	2	4	4	21
2009	7	6	0	0	1	1	1	2	3	1	3	1	26
2010	1	5	1	0	1	0	4	1	2	0	7	2	24
2011	4	0	1	0	0	0	0	0	2	1	8	2	18
2012	0	1	1	2	0	0	0	1	2	2	5	3	17
2013	0	2	2	2	1	0	0	3	2	6	0	0	18
2014	4	3	0	3	0	1	1	1	3	2	2	2	22
2015	5	2	0	1	0	0	0	0	0	3	4	5	20
2016	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4	9
2017	1	5	3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	12
2018	4	2	3	0	0	0	1	0	0	4	4	1	19
2019	2	3	0	0	1	0	0	0	0	7	6	2	21
2020	4	1	4	0	0	0	1	1	1	5	2	11	30
2021	3	1	2	2	2	0	1	1	1	3	2	6	24
2022	0	0	0	0	0	1	0	3	3	5	5	7	24
Всього	60	46	39	23	8	10	15	18	44	74	92	77	532

За 1998 рік було виявлено 7 випадків, по 3 дні у вересні та грудні та 1 день у квітні, в інші місяці не виявлено жодного дня з туманами. Протягом 1999 року спостерігалось 12 випадків з туманами. 3 дні було виявлено у листопаді, та по 2 у січні березні та вересні. У лютому липні та жовтні – по одному випадку. У 2000 році визначено 13 випадків, максимум спостерігався у грудні – 5 днів. Лютий, березень, квітень липень та жовтень по одному випадку. За 2001 рік зафіксовано 7 випадків. Максимум був у жовтні – 3 дні з туманами. Мінімальне значення по 1 дню було у липні та серпні, та 2 дні у січні. У 2002 році було виявлено 9 випадків. Максимум – 3 випадки був у листопаді, мінімум по 1 випадку зафіксовано з січня по квітень. Протягом 2003 року спостерігалось 10 випадків, максимальна кількість з яких – 6, була зафіксована у листопаді. Мінімум був у лютому та березні по 1 випадку. За 2004 рік виявлено 12 випадків. Максимум 4 випадки був у жовтні, мінімум січень лютий, квітень та листопад по 1 значенню. У 2005 році, кількість випадків з туманами зафіксовано – 17. Максимальне значення відмічене у листопаді, що становить 8 днів. Лютий березень та травень було по 1 випадку – мінімальне значення. Максимальним значенням випадків за 30-річний період відзначився 2006 рік, було зафіксовано 32 випадки. Максимум був у листопаді, зафіксовано 8 випадків. Також 6 випадків відзначено у жовтні та 5 випадків у березні. Мінімальні значення були у лютому, березні та червні по 1 випадку. У 2007 році також було мало випадків з туманами – 6 випадків. Максимум був у лютому – 2 дні, мінімум по 1 дню були у січні, квітні, вересні та жовтні. За 2008 рік спостерігався 21 випадок, з листопада по січень визначалось по 4 дні. З лютого по квітень та в серпні була визначена мінімальна кількість днів по 1 дню. Протягом 2009 року виявлено 26 випадків, максимум спостерігався в січні 7 випадків та в лютому – 6 випадків. З травня по липень та в жовтні і

листопаді спостерігалось по 1 випадку. У 2010 році спостерігалось 24 випадки. Максимум відзначений у листопаді – 7 випадків, по 1 випадку було у січні, березні, травні та серпні. У 2011 році виявлено 18 випадків, максимум був у листопаді – 8 випадків. Мінімум був у березні та жовтні по 1 випадку. За 2012 рік спостерігалось 17 випадків, максимум визначався у листопаді 5 днів. Мінімальне значення спостерігалось у лютому березні та серпні по 1 дню.

У 2013 році всього днів з туманами було виявлено 18 випадків, максимум спостерігається у жовтні й становив 6 днів, мінімальне значення зафіксовано у травні, що дорівнює 1 день. У 2014 році кількість днів з туманами за визначений період становить 22 дні, з яких максимум спостерігався у січні – 4 випадки, мінімум, що дорівнює 1 день, визначено у червні, липні та серпні, днів з туманами не зафіксовано у березні та травні. За 2015 рік виявлено 25 днів з туманами, максимальна кількість була зафіксована у грудні та січні – по 5 випадків, а мінімальне значення спостерігається у квітні і становить 1 день. У березні, та з травня по вересень не було жодного дня з туманом. У 2016 році виявлено 9 випадків, з яких 4 дні у грудні, що є максимальним значенням, та мінімум, що становить 1 день, визначено у осінні місяці в січні та березні. Тумани не спостерігались у лютому, та з квітня по серпень. Взагалі протягом 2016 року зафіксовано мінімальну кількість туманів за весь період дослідження. За 2017 рік виявлено 12 днів з туманами, максимум – 5 днів – визначено у лютому, мінімум – 1 день – у січні, та у осінні місяці. З квітня по серпень та в грудні туманів не було виявлено взагалі. Протягом 2018 року кількість днів з туманами становить 19, тут спостерігались 3 максимум – по 4 дня – у січні, жовтні та листопаді, мінімум в кількості 1 день виявлено у липні та грудні. У серпні та вересні, та з квітня по червень не було жодного дня з туманами. За 2019 рік зафіксовано 21 день з туманами: максимум в жовтні – 7 днів, мінімум –

1 день – у травні, туманів не було у березні й квітні та з червня по вересень. У 2020 році було визначено 30 днів з туманами, з яких максимум – у грудні – 11 днів, мінімум, що становить 1 день, визначено з липня по вересень та в лютому. За 2021 рік виявлено 24 дня з туманами, максимум – 6 днів – визначено у грудні, мінімум – 1 день – у лютому та з липня по вересень. У 2021 році тільки у квітні не було виявлено жодного туману. Протягом 2022 року кількість днів з туманами становить 24, тут спостерігався максимум у грудні 7 днів, мінімум в кількості 1 день виявлено у червні. Із січня по травень, та в липні не було жодного дня з туманами. Загалом, найбільшу кількість днів з туманами за період 30 років було виявлено в холодний період року.

За 30-річний період спостережень (1993-2022 рр.) на метеостанції Звягель середнє число днів з туманом становить 16,9 днів(рис. 3.1). У порівнянні з новою кліматичною нормою 1991-2020 рр., значення якої становить 19,7 днів, спостерігаємо, що кількість днів з туманами зменшилась майже на 3 дні. А в порівнянні з кліматичною нормою 1961-1990 рр., значення якої – 43,8 днів, бачимо значне зменшення кількості днів з туманами майже на 27 днів. Це все пояснюється зміною клімату, та підвищенням температури, у зв'язку з чим іде зменшення вологості повітря. Число днів з туманом в окремі роки може різко відхилятися від середнього значення. У переважній більшості випадків (60-70 %) відхилення від середнього значення в бік зменшення становить 10,9 днів у 2007 р., 7,9 днів у 2016 р. та 12,9 днів у 1997 р., а у 2006 р. відхилення у бік збільшення від середнього на 16,1 днів та у 2020 р. на 14,1 дні, а в інші роки відхилення менш значні 5-10 %.

Повторюваність туманів має чіткий річний хід (рис. 3.2). За спостережний період максимум днів з туманом припадає на осінньо-зимові місяці (жовтень-лютий). Найчастіше туман спостерігається у листопаді – 92 дні, також високі

значення сягали у жовтні – 74 випадки, в грудні – 77 випадків та в січні – 60. На весняні місяці (березень-травень) припало 70 днів, у березні виявлено 39 днів, а мінімальні значення за весь період припали на травень – 8 днів. Влітку повторюваність туману склала таких значень: в червні за весь період дослідження виявлено 10 днів, в липні – 15, а в серпні – 18 днів.

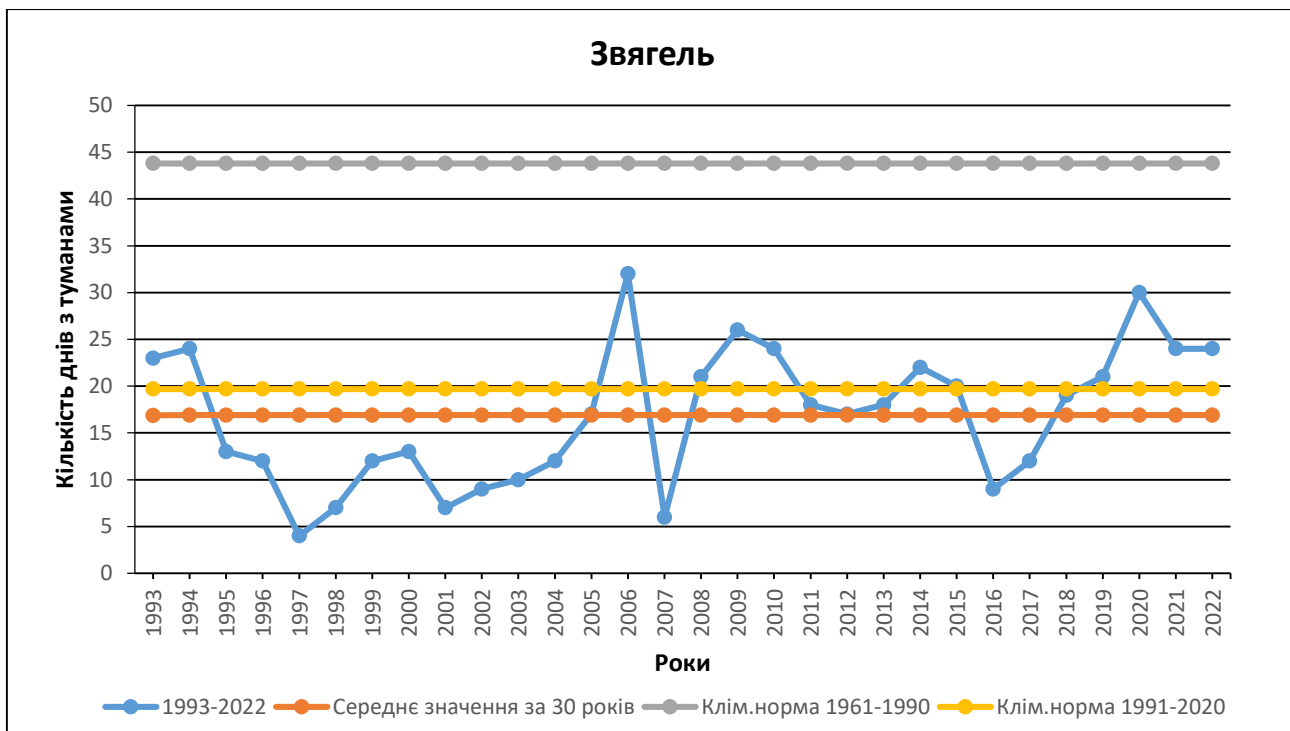


Рисунок 3.1 – Багаторічний розподіл кількості днів з туманами в м. Звягель за період 1993-2022 рр.

З графіка видно, що значення за спостережний період майже співпадають з кліматичною нормою 1991-2020 рр., тільки в осінньо-зимовий період кількість днів з туманами кліматичної норми дещо перевищують. У листопаді їх кількість становить 114 днів, у грудні 102 дні, в січні 78, у лютому 57. Кліматична норма 1961-1990 рр. значно перевищує кількість днів за період 1993-2022 рр., у 2-3 рази з жовтня по березень. Максимум днів сягав у грудні

213, у жовтні 147, а листопаді – 195. В січні кількість днів становила 165, у лютому 168, а у березні 156 днів. З квітня по вересень кількість днів перевищує в середньому від 10 до 30 днів.

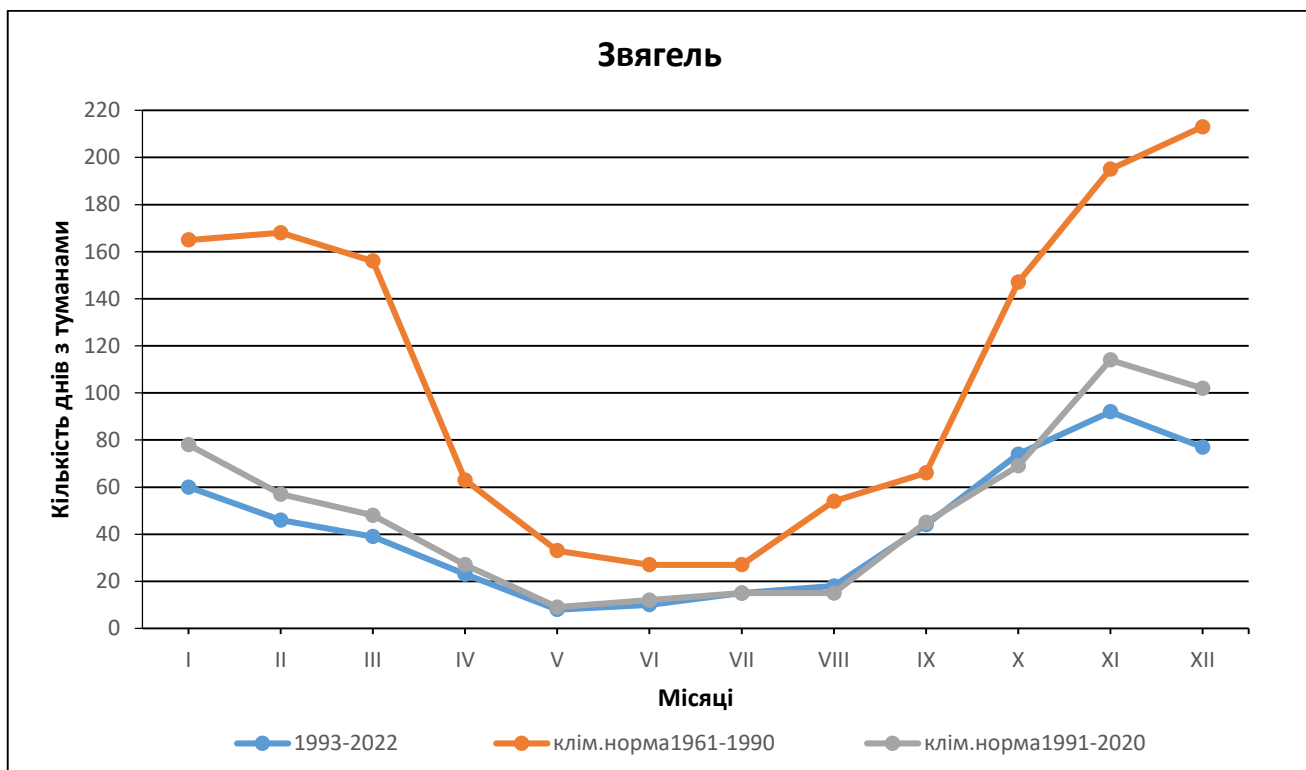


Рисунок 3.2 – Річний розподіл кількості днів з туманами в м. Звягель за період 1993-2022 рр.

Тож, постає питання: чому виникла така різниця у багаторічному і річному розподілі кількості днів з туманами за різні кліматичні періоди? Тому доцільно проаналізувати розподіл метеорологічних величин в указані періоди, від яких залежать умови утворення туманів: температура повітря, відносна вологість повітря, дефіцит насичення і характеристики вітру за різні кліматичні періоди на станції Звягель. Дані вибрано із кліматичних кадастрів 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. [19, 20] і зведено в таблиці 3.2-3.4.

Таблиця 3.2 – Середня місячна та річна температура повітря (°C) на станції Звягель за різні кліматичні періоди

період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1961-1990	-5,6	-4,2	0,3	7,9	14,2	17,0	18,0	17,3	13,1	7,6	2,1	-2,4	7,1
1991-2020	-3,1	-2,1	2,2	9,3	14,8	18,2	19,8	19,0	13,8	8,1	2,8	-1,6	8,4

Таблиця 3.3 – Середня місячна та річна відносна вологість повітря (%) на станції Звягель за різні кліматичні періоди

період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1961-1990	85	84	81	72	69	73	75	76	79	82	87	88	79
1991-2020	83	81	75	65	67	70	72	71	76	79	84	85	75

Таблиця 3.4 – Середній місячний та річний дефіцит насичення (гПа) на станції Звягель за різні кліматичні періоди

період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
1961-1990	0,6	0,8	1,4	3,6	5,9	6,3	6,2	5,7	4,0	2,1	1,0	0,6	3,2
1991-2020	0,8	1,1	2,2	4,9	6,7	7,5	7,9	7,9	4,8	2,7	1,3	0,9	4,1

За даними таблиць побудовано річні розподіли температури повітря, відносної вологості повітря, дефіциту насичення, гістограму швидкостей вітру і розу вітрів (рис. 3.3-3.7). З рис. 3.3 бачимо, що середня місячна температура повітря збільшилася у всі місяці року у кліматичній нормі 1991-2020 рр. і ці зміни коливаються в межах від 0,5 °C у жовтні до 2,5 °C у січні.

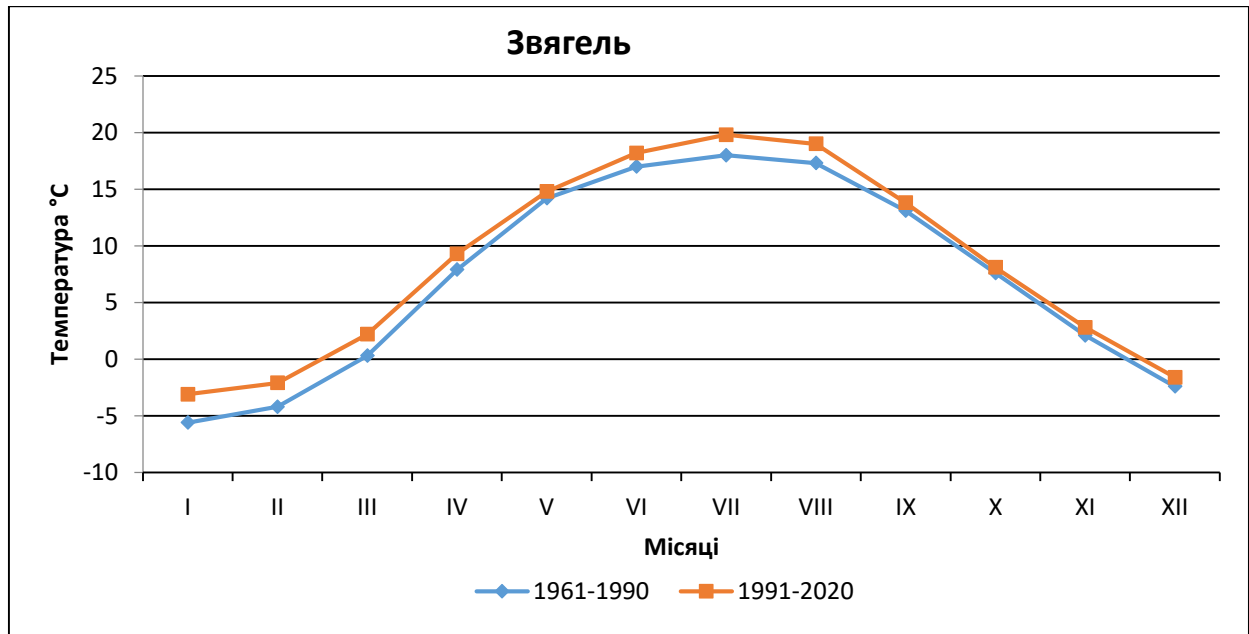


Рисунок 3.3 – Розподіл середньої місячної температура повітря на станції Звягель за два кліматичні періоди

Суттєві різниці в річному розподілі відносної вологості також фіксуємо (рис. 3.4). В період 1991-2020 рр. цей показник менший у всі місяці у порівнянні з кліматичною нормою 1961-1990 рр. і змінюється в межах від 2 % у січні до 7 % у квітні. Відповідно, в період 1991-2020 рр. у розподілі дефіциту насичення спостерігаємо збільшення протягом середніх місячних показників (рис. 3.5).

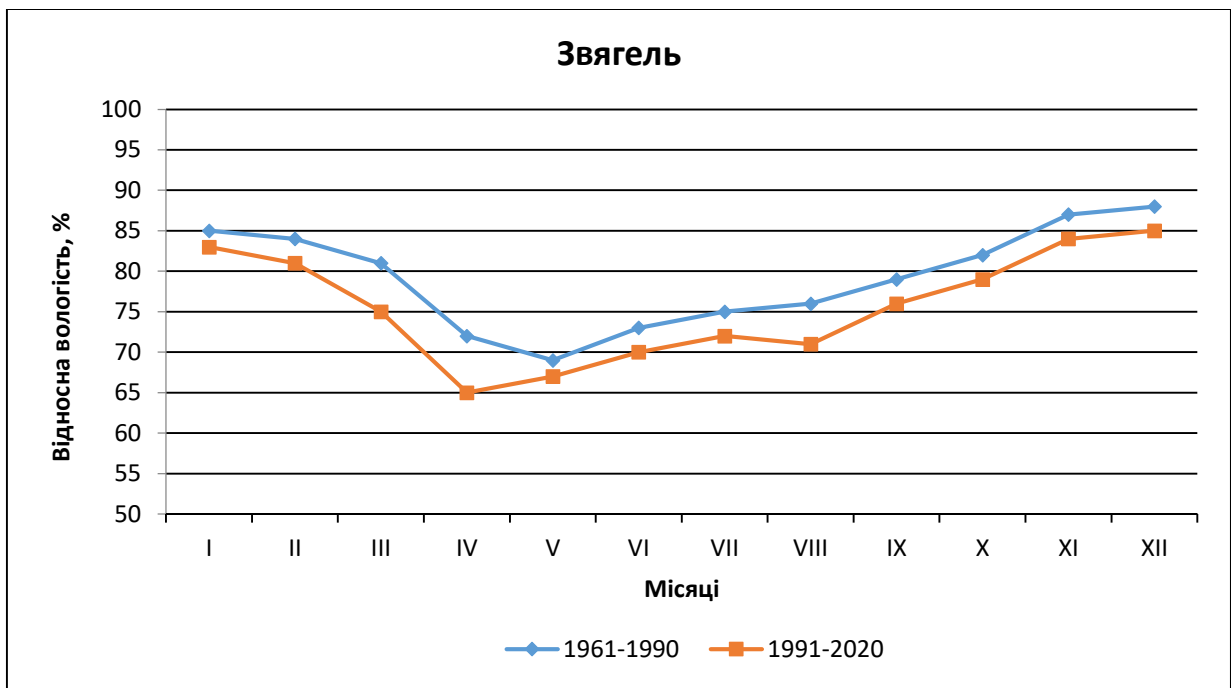


Рисунок 3.4 – Розподіл середньої місячної відносної вологості повітря на станції Звягель за два кліматичні періоди

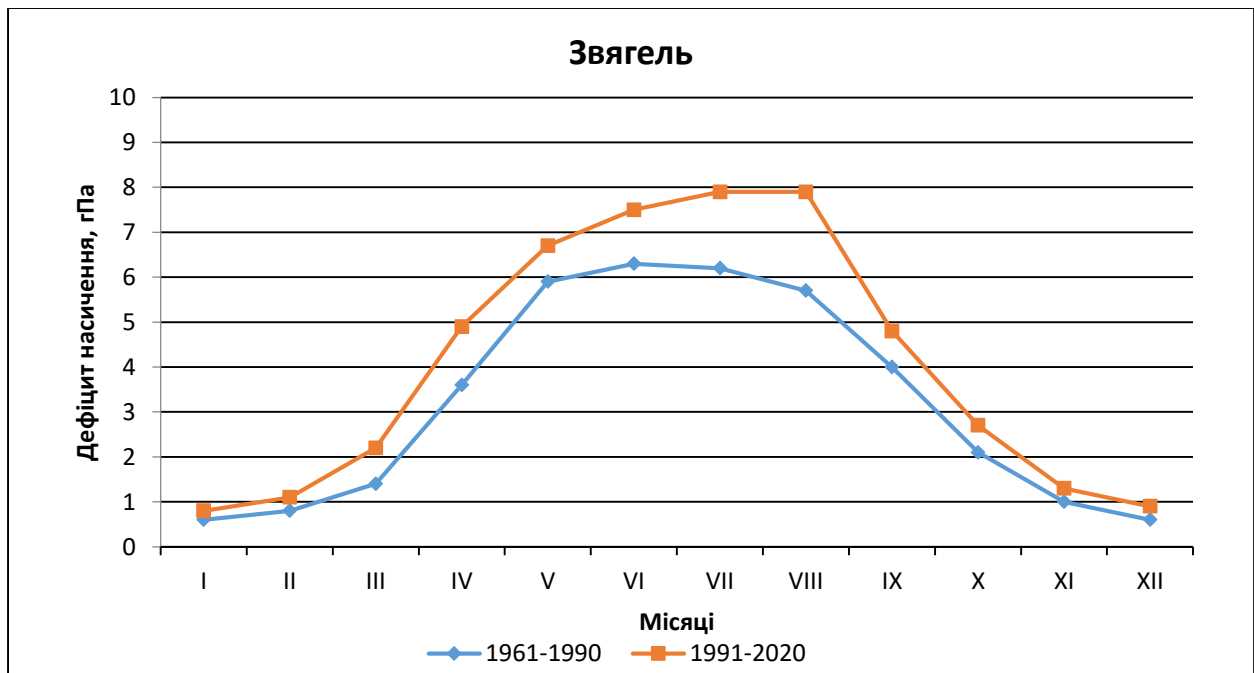


Рисунок 3.5 – Середній місячний дефіцит насичення на станції Звягель за два кліматичні періоди

На рис. 3.6 наведено гістограму швидкостей вітру за розглянуті періоди. Повторюваність швидкостей вітру в межах від 0 до 5 м/с, які найчастіше фіксуються при туманах, практично без змін в обох періодах. Градація 6-9 м/с має повторюваність 4,1 % в період 1961-1990 рр., що більше ніж в 4 рази, ніж в кліматичній нормі 1991-2020 рр., де цей показник становить 0,75 %. Повторюваності в градації 10-15 м/с становлять 0,8 і 0,05 %, в градації 16-20 м/с 0,1 і 0,05 % відповідно до періодів.

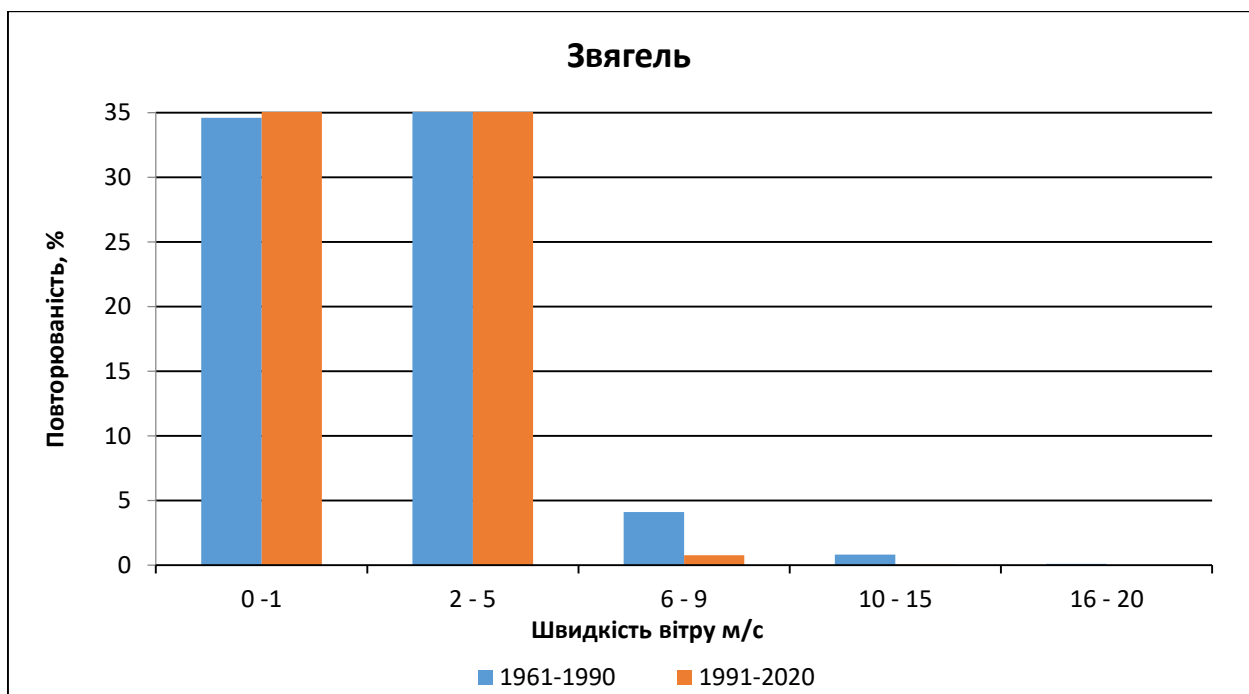


Рисунок 3.6 – Гістограма повторюваності швидкості вітру на станції Звягель за два кліматичні періоди

Розу вітрів для станції Звягель представлено на рис. 3.7 для двох кліматичних норм 1961-1990 рр. і 1991-2020 рр. Бачимо, що пануючий напрямок вітру на станції має західний напрямок і в першому, і в другому періодах з повторюваністю 17,5 і 20 % відповідно до періоду. Південний

напрямок вітру має меншу повторюваність – 16,8 і 15,7 % відповідно до розглянутих норм.

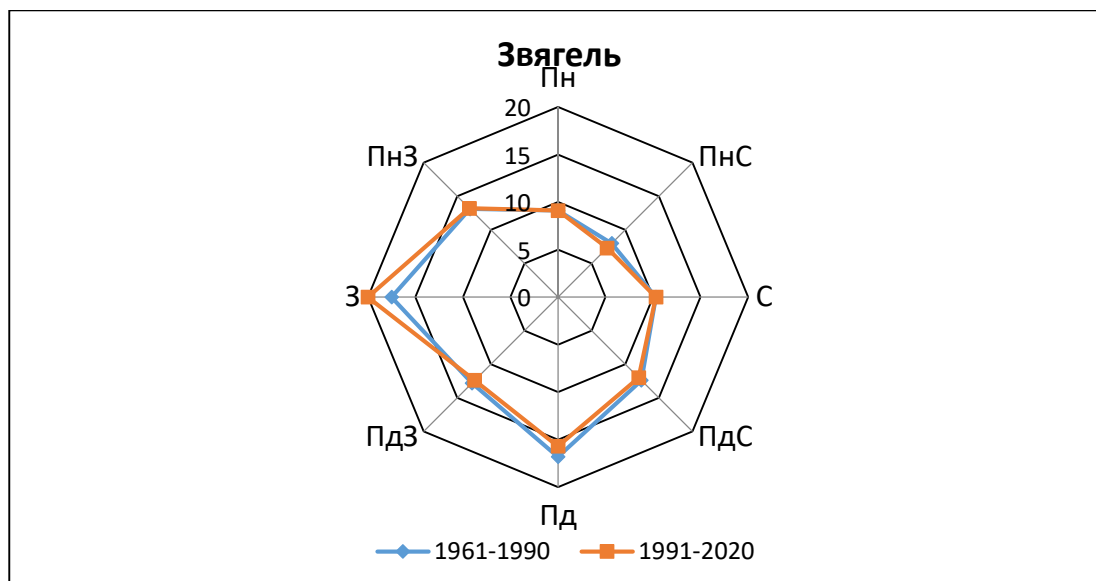


Рисунок 3.7 – Роза вітрів для станції Звягель за два кліматичні періоди

3.2 Сезонні коливання туманів

В табл. 3.4 представлено розподіл туманів по сезонах на станції Звягель за період дослідження. Дослідження сезонного ходу кількості днів з туманами свідчить, що найбільша кількість днів з туманами була восени 210 випадків, що становить майже половину всіх випадків. Також багато випадків зафіксовано зимою – 189 дні. Весною визначено 70 випадків, влітку була найменша кількість – 43 дні. Взимку максимальна кількість днів спостерігалась в 2020 році – 16 днів та у 2009 році – 14 днів (рис. 3.8). В 2015 році було визначено 12 днів, в 1994 році – 11 днів, в 2021р. – 10 днів.

Таблиця 3.4 – Сезонна мінливість кількості днів з туманами в місті
Звягель за період 1993-2022 рр.

Рік	Зима	Весна	Літо	Осінь	Всього
1993	6	7	1	9	23
1994	11	5	1	7	24
1995	3	0	4	6	13
1996	3	2	2	5	12
1997	2	0	1	1	0
1998	3	1	0	3	7
1999	3	2	1	6	12
2000	9	2	1	1	13
2001	2	0	2	3	7
2002	2	2	0	5	9
2003	1	1	0	8	10
2004	4	3	0	5	12
2005	3	2	0	12	17
2006	6	7	3	16	32
2007	3	0	1	2	6
2008	9	2	1	9	21
2009	14	1	4	7	26
2010	8	2	5	9	24
2011	6	1	0	11	18
2012	4	3	1	9	17
2013	2	5	3	8	18
2014	9	3	3	7	22
2015	12	1	0	7	20
2016	5	1	0	3	9
2017	6	3	0	3	12
2018	7	3	1	8	19
2019	7	1	0	13	21
2020	16	4	2	8	30
2021	10	6	2	6	24
2022	7	0	4	13	24
Всього	189	70	43	210	532

Найменша кількість була визначена в 2003 р. – 1 день, також по 2 дні було у 1997, 2001, 2002 та 2013 роках. Весною максимальна кількість днів

спостерігалась в 1993 та 2006 роках – по 7 днів, а в 2021 році було визначено 6 днів. Найменша кількість була визначена в 1998, 2003, 2009, 2011, 2015, 2016 і 2019 роках – 1 день. У 1995, 1997, 2001, 2007, 2022 роках весною туманів взагалі не виявлено.

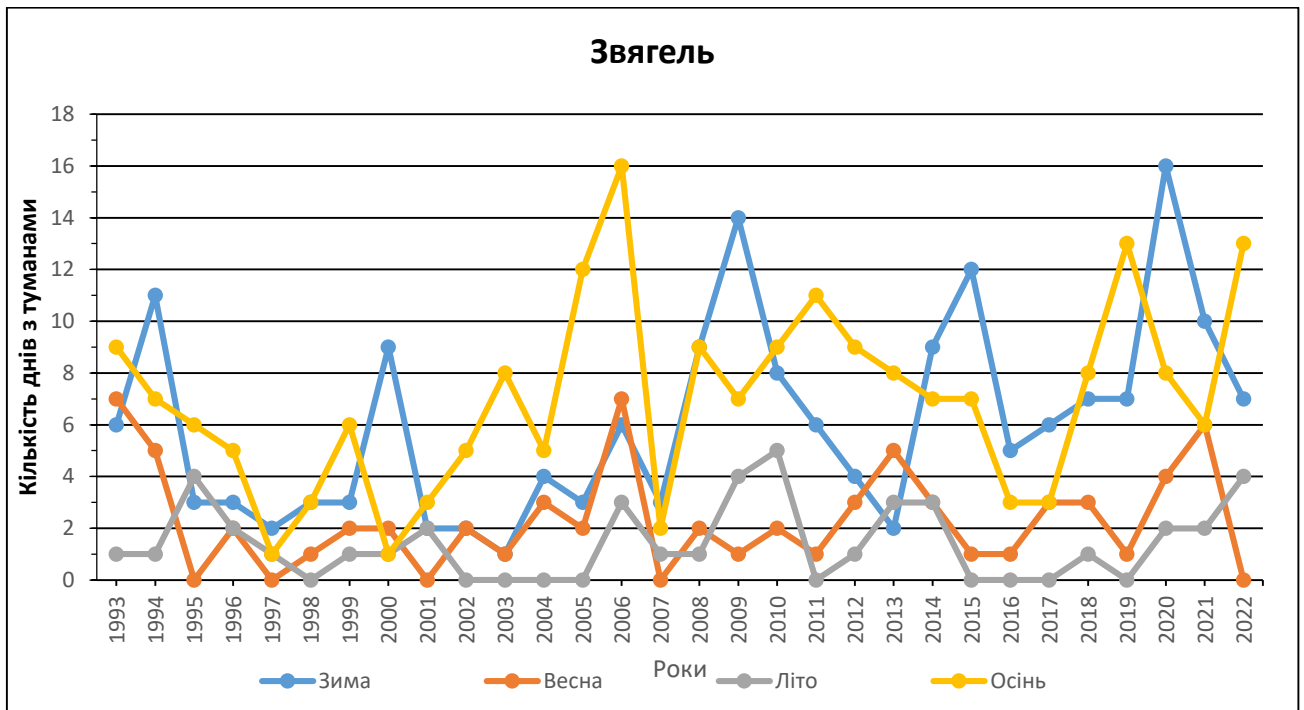


Рисунок 3.8 – Сезонна мінливість кількості днів з туманами в м. Звягель за період 1993-2022 рр.

Влітку максимальна кількість днів спостерігалась в 2010 році – 5 днів, а в 1995, 2009 та 2022 роках було визначено по 4 дні. Найменша кількість виявлена в 1993, 1994, 1997, 1999, 2000, 2007, 2012, 2018 роках – 1 день. В період з 2002 по 2005 рр., у 2011 р., з 2015 по 2017 рр. та у 2019 році туманів взагалі не визначено. Восени максимальна кількість днів спостерігалась в 2006 році – 16 днів, в 2019 та 2022 році – 13 днів. Найменша кількість була визначена в 1997 та 2000 роках – 1 день.

4 РЕЖИМНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУМАНІВ

Наступне завдання роботи – дослідження кількісних характеристик метеовеличин при туманоутворенні: швидкості і напрямку вітру при різній метеорологічній дальності видимості, температурного і вологісного режимів на території м. Звягель за період 1993-2022 рр. Вихідними даними в дослідження слугувала інформація щодо утворення туманів на станції Звягель, що отримано в результаті спостережень за атмосферними явищами на даній станції.

4.1 Показники видимості при туманах

Повітря часто здається нам замутненим внаслідок наявності в ньому різних продуктів конденсації. Ці продукти розсіюють світло і призводять до погіршення видимості, що є суттєвим показником відмінності туманів від інших явищ. Проведемо аналіз зміни метеорологічної дальності видимості при туманах на метеостанції Звягель. На рис. 4.1 представлено розподілення та зміни видимості.

При туманах дальність видимості змінюється в межах менше ніж 1 км. З рис. 4.1 спостерігаємо, що зміни видимості на станції Звягель мають доволі різні кількісні характеристики. Максимум випадків припадає на величину видимості 0,5 км, тобто 395 випадків, що становить 61 % від загальної їхньої кількості. Наступний показник – 0,3 км, що складає 80 випадків. Значні характеристики має видимість 0,2, 0,6 та 0,8 км, які становлять 47, 41 та 39 випадків. Мінімум випадків зафіксовано при видимості 0,1 км, що дорівнює 7 епізодів. Тобто, якщо аналізувати зміни інтенсивності туманів, то сильні тумани спостерігалися тільки в 1 % випадків за весь період розгляду. Помірні

становлять 82 %, що є найбільшою повторюваністю, а слабких туманів виявилося 17 %.

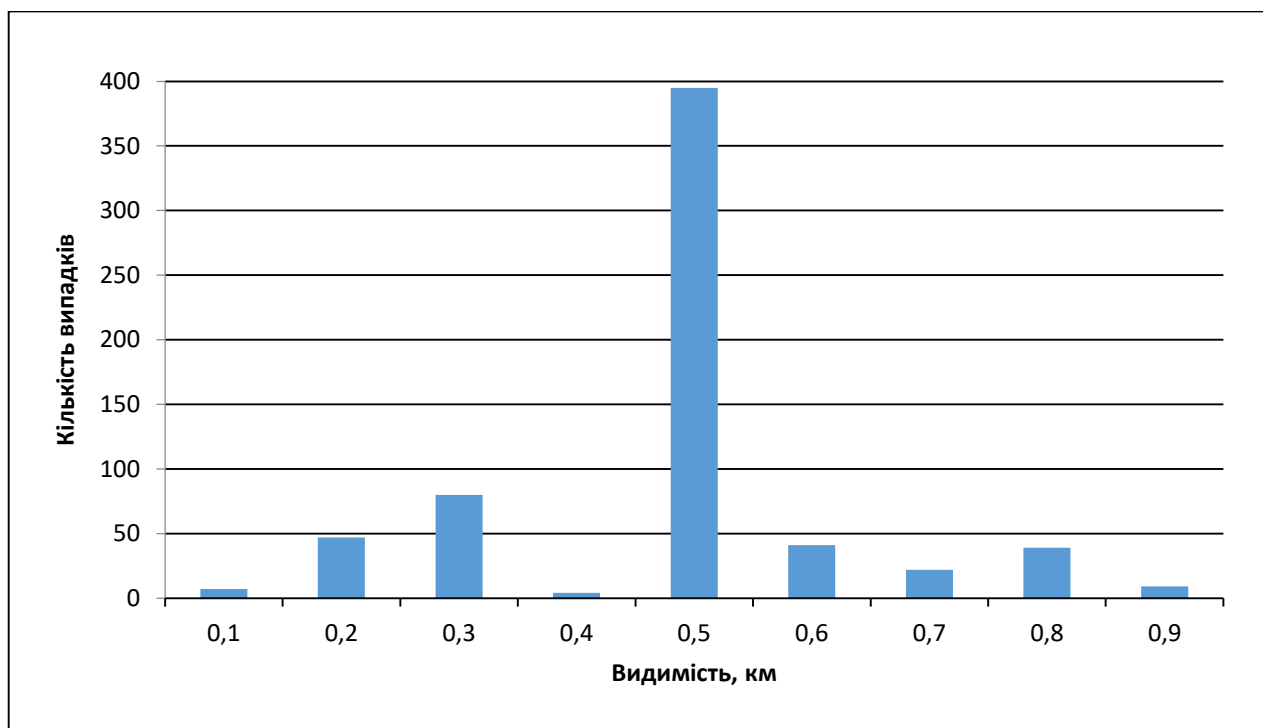


Рисунок 4.1 – Гістограма зміни дальності видимості за умов туманів на станції Звягель за період 1993-2022 рр.

4.2 Динаміка відносної вологості

«Утворення туману зумовлюється встановленням певного співвідношення між температурою і вологістю повітря у приземному шарі. Умовою початку конденсації є підвищення відносної вологості повітря до 100 %, що означає рівність значень температури і температури точки роси», як зазначає джерело [12].

Відносна вологість повітря є однією з важливих мікрофізичних характеристик туманів, яку також було проаналізовано в ході роботи. На рис. 4.2 наведено дослідження режиму вологості на станції Звягель.

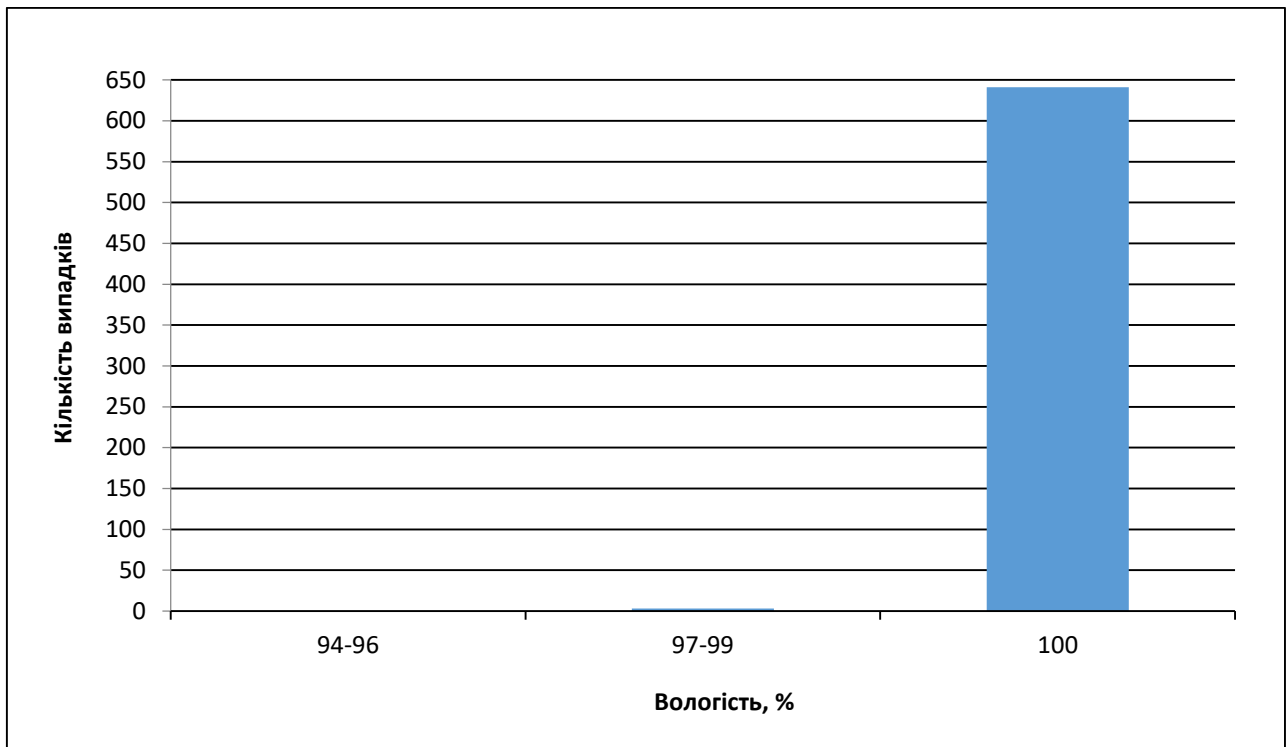


Рисунок 4.2 – Гістограма зміни відносної вологості повітря при туманах на станції Звягель за період 1993-2022 рр.

З рисунку видно, що кількісні показники вологості змінюються від 97 до 100 %. Майже у всіх випадках утворення туману відносна вологість зберігалась 100 %. В градації від 97 до 99 % за весь період спостережень було зафіксовано лише 3 випадки. В градацію 100 % значень вологості повітря попало 99 % всіх випадків. Можна зробити такі висновки за отриманими результатами, що

процеси туманоутворення на станції Звягель формуються за максимального значення відносної вологості повітря.

4.3 Зміни температури повітря при процесах утворення туманів

«Одним із основних факторів утворення туманів є температура. При додатній температурі повітря дефіцит точки роси у більшості випадків утворення туману знаходиться в межах $0,0-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, його середня величина становить $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. При від'ємній температурі повітря стан насичення над льодом досягається при меншому значенні відносної вологості, тобто чим нижчою є температура повітря, тим більше дефіцит точки роси, при якому може утворюватися туман», як зазначено в Настанові [12].

Аналіз інформації щодо температурного режиму при туманоутвореннях на Житомирщині надає можливість побудувати графік змін температури для метеостанції Звягель (рис.4.3). З рисунку видно, що за період аналізу температура змінюється від $-22,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Максимум випадків спостерігається в градації від $+0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, що складає 207 випадків і це є 32 % від загальної кількості. Значні показники температури фіксуємо при градації від $2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, що дорівнює 121 випадок і становить 19 % від загального значення.

Також багато випадків туману (76) виявлено в градації температури $4,1-6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Відзначились також градації $6,1-8,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-2,0-0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-4,0 - -2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, що становить 47, 57 та 30 випадків утворення туману. При температурах від $-22,0$ до $-4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ туман утворюється у 23 випадках. Від температури $8,1$ до $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, туман формується лише в 13 % випадків. Робимо наступний висновок, що

тумани на станції Звягель утворюються в основному при температурі від 0,2 до 4,0 °С, що становить 50 % від всіх випадків.

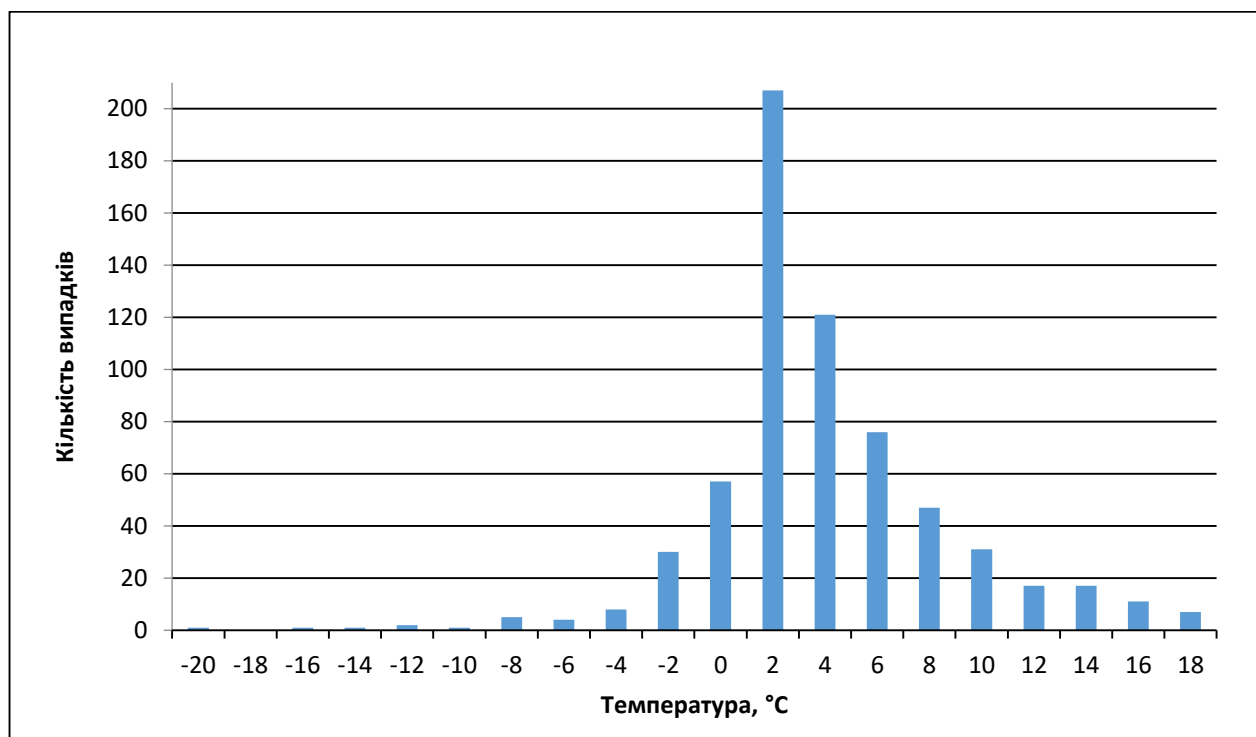


Рисунок 4.3 – Гістограма коливань температури повітря при туманах на станції Звягель за період 1993-2022рр.

4.4 Режим вітру при туманах

В роботі також проведено аналіз швидкостей і напрямків вітру при процесах туманоутворення на території Звягельщини за досліджуваний період. На рис. 4.4 представлено графік змін швидкості вітру для нашої станції. На станції Звягель швидкість вітру змінюється від 0 до 10 м/с. Максимальні швидкості при процесах формування туманів на станції Звягель спостерігаються дуже рідко: вітер від 9 до 10 м/с зустрічається 1 раз, що

становить 0,2 % від загального значення швидкостей, в градації 7-8 м/с – 3 випадки (0,5 %), в градації 5-6 м/с зафіксовано 35 випадів (6 %).

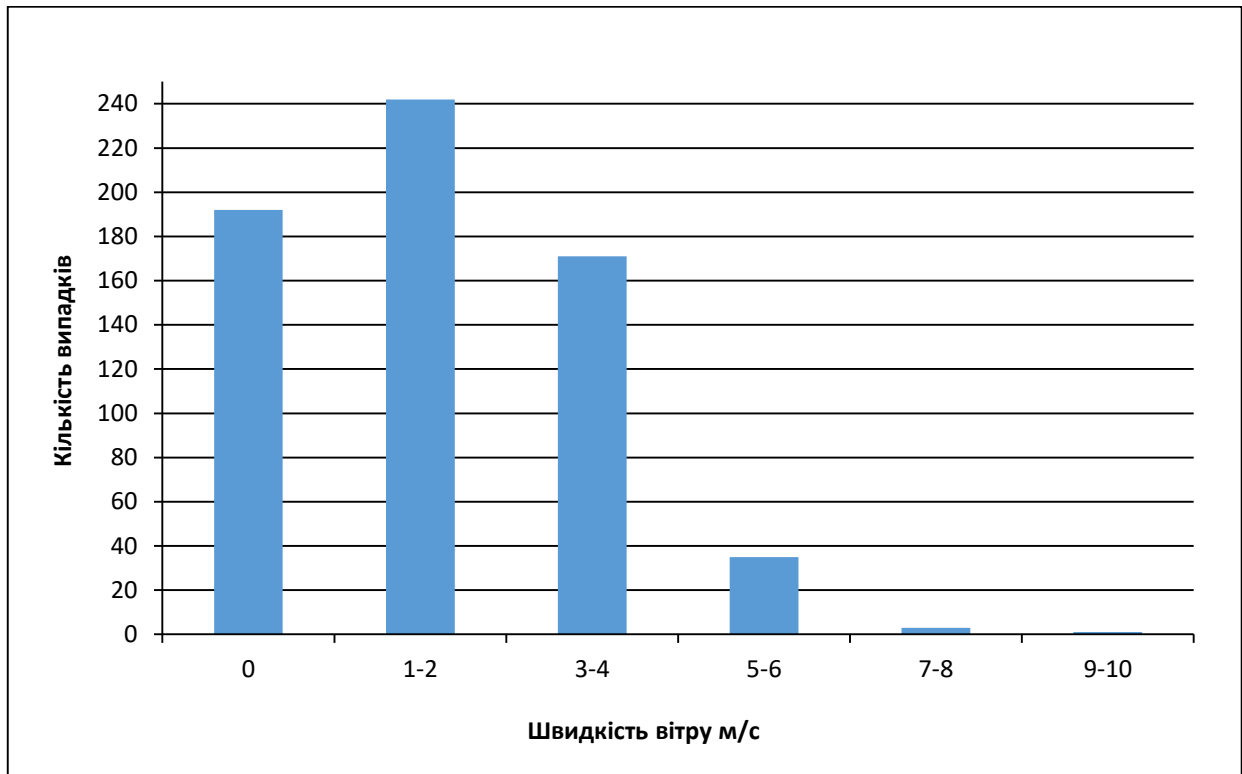


Рисунок 4.4 – Гістограма змін швидкості вітру при туманах на станції Звягель за період 1993-2022 рр.

На градацію 3-4 м/с припадає велика кількість випадків 171 (27 %). Найбільшу кількість випадків 242, зафіксовано при швидкості вітру 1-2 м/с, що становить (39 %). Суттєві значення зафіксовано при штилі – 191 випадок (31 %).

Можна зробити такі висновки, що на досліджуваній території найбільше випадків зафіксовано при швидкості вітру 1-2 м/с, а також спостерігається

багато випадків при штилі, що разом становить 70 % від кількості всіх проаналізованих випадків.

Наступний показник вітрового режиму є напрямок вітру. В дослідженні проаналізовано напрямки вітру та побудовано розу вітрів на станції (рис. 4.5).

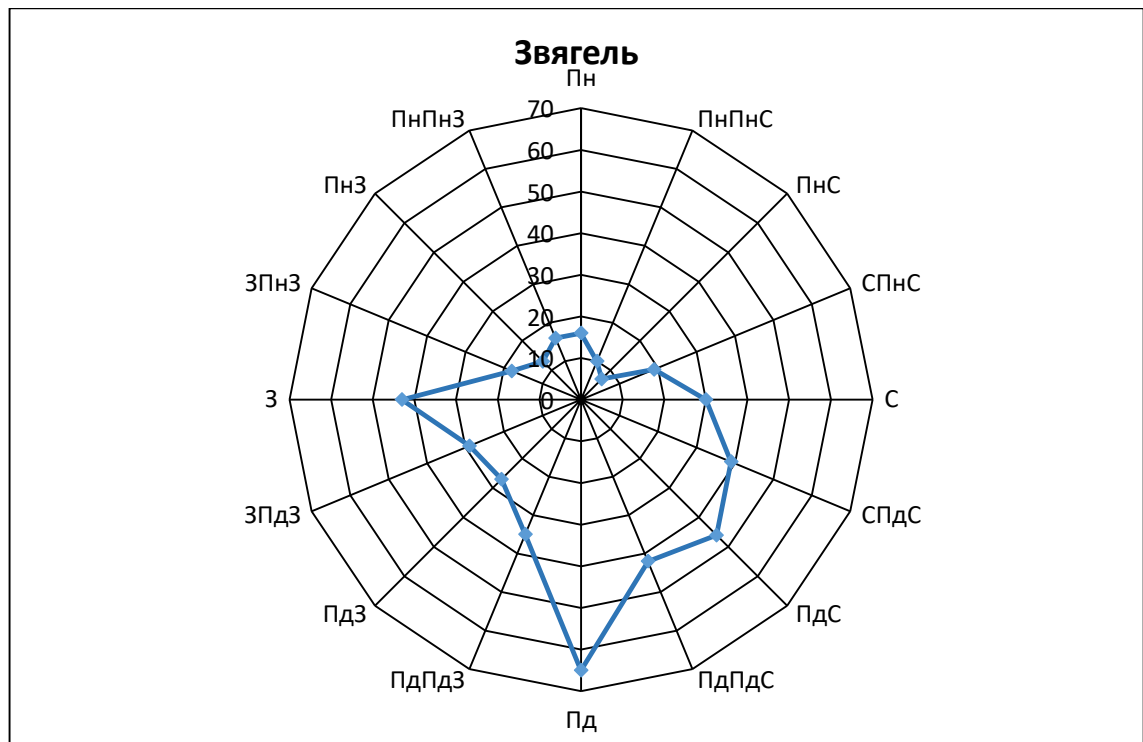


Рисунок 4.5 – Роза вітрів при туманах на станції Звягель за період 1993-2022 рр.

Дослідження напрямків вітру на станції Звягель дають можливість зробити наступні висновки щодо розподілу повторюваності румбів для даної території. Максимальний показник, тобто пануючий напрямок, має південний напрямок вітру – це 65 випадків, що складає 10,4 %. Наступним максимумом є південно-східний напрямок – 46 випадків (7,4 %). ПдПдС напрямок –

42 епізоди (6,7 %), західний – 43 випадки (6,9 %). Певні повторюваності спостерігаємо для СПдС (6,2 %) – 39 випадків, для ПдПдЗ (5,6%) – 35 випадків, для С (4,8%) – 30 випадків, для ЗПдЗ (4,6 %) – 29 випадків та для ПдЗ (4,3%) – 27 випадків. Також виявлено вітер у напрямку СПнС – 19 випадків (3,0%), ЗПнЗ – 18 (2,9%), Пн та ПнПнЗ по 16 епізодів (2,6 %), ПнЗ – 13 та ПнПнС – 10 випадків. Треба зазначити, що при північно-східному напрямку була найменша кількість випадків 7, що становить (1,1%).

Тож, за аналізом повторюваності напрямків вітру робимо загальний висновок, що пануючим напрямком для Звягеля є південний, а напрямком найменшої повторюваності є північно-східний вітер.

ВИСНОВКИ

За проведеним аналізом утворення туманів на метеостанції Звягель за 1993-2022 роки, можемо зробити наступні висновки.

За досліджуваний період на станції Звягель виявлено 532 днів з туманами. Максимальну кількість випадків зафіксовано в 2006 році – 32 дні та в 2020 році – це 30 днів з туманами. Суттєву кількість днів спостерігаємо в 1994, 2010, 2021 і 2022 роках – 24 дні та в 2009 році – 26 днів. Мінімальну кількість визначено в 1997 році, що становить 4 дні та у 2007 році – 6 днів.

За 30-річний період спостережень на метеостанції Звягель середнє число днів з туманом становить 16,9 днів. У порівнянні з кліматичною нормою 1991-2020 рр., значення якої становить 19,7, кількість днів з туманами зменшилась, а в порівнянні з кліматичною нормою 1961-1990 рр., значення якої 43,8 днів, кількість днів значно зменшилась.

Аналіз сезонної мінливості показав, що максимальну кількість випадків на станції Звягель визначено восени – 210 днів з туманами. Велика кількість випадків припадає на осінній сезон. В цей період зафіксовано 183 дні з туманами. Весною виявлено 70 днів з туманами. Сезон, в якому зафіксовано мінімум даного показника – літо. Кількість днів з туманами влітку становить 43 випадки за період дослідження.

Аналізуючи метеоумови утворення туманів можемо сказати, що туман найчастіше утворюється при температурі повітря 0,2-4,0 °С, при максимальній відносній вологості 100 %. Вітровий режим показав, що для туманоутворення характерний пануючий напрямок вітру південний, а швидкість вітру у градації 1-2 м/с, а також при штилі.

Річний розподіл процесів туманоутворення вказує, що найінтенсивніше тумани формуються в листопаді – 92 дні, а також в грудні та жовтні – 77 і 74 днів з туманами відповідно.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Клімат України. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
2. Школьний Є.П. Фізика атмосфери. Київ: КНТ. 1997. 698 с.
3. Недострелова Л. В., Фасій В. В Сезонна мінливість кількості днів з туманами в різних регіонах України. Тези доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції, 26 червня 2020 р. Полтава, 2020. С. 15-18.
4. Настанова з метеорологічного прогнозування. Український гідрометеорологічний центр. Київ, 2019. 35 с.
5. Карповський Ю. та ін. Житомирщина. Довідник-путівник. Київ, 1974. 198 с.
6. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-ZHytomyrska-ODA-2021.pdf> (дата звернення 10.10.2024 р.)
7. Янушкевич М. Скеля «Кам'яний гриб» і сьогодення. Лесин край. 1998. № 44 (9279). С. 3.
8. Новоград-Волинський район в цифрах і фактах. Укладач: управління економіки районної державної адміністрації. Новоград-Волинський, 2007. 50 с.
9. Корбут Г. А., Костриця М. Ю., Литвак П. В. та ін. Урал у мініатюрі. Природні багатства Житомирщини їх вивчення та перспективи використання. Житомир: Житомирська обласна друкарня, 1996. 241 с.
10. Руденко Л.Г. та ін. Еколого-географічні дослідження території України. Київ: Наукова думка, 1990. 32 с.
11. <https://ventalab.ua/statti/> (дата звернення 18.11.2024 р.)
12. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина I. Метеорологічні спостереження на станціях. Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2011. 280 с.

13. Правила метеорологічного забезпечення авіації. Київ: 2015. URL:http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/RE27709.html (дата звернення 03.11.2024 р.).
14. Грушевський О.М., Міщенко Н.М. Прогноз низької хмарності і туманів: навчальний посібник. Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2023. 128 с.
15. Івус Г.П. Спеціалізовані прогнози погоди: Підручник. Одеса, 2010. 407 с.
16. Івус Г.П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди: навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2007. 322 с.
17. <https://ecolog-ua.com/news/tumany-yih-typy-ta-prychyny-utvorennya-serpanok-tahttps://ecolog-ua.com/news/tumany-yih-typy-ta-prychyny-utvorennya-serpanok-ta-implaimla>. (дата звернення 03.11.2024 р.)
18. <https://nmc.dsns.gov.ua/rv/statti/nebezpeka-tumanu> (дата звернення 18.11.2024 р.)
19. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр.). Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ-ЦГО, Київ, 2006. Електронний ресурс.
20. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1991-2020 рр.). Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ-ЦГО, Київ, 2021. Електронний ресурс.