

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

ПОГОДНІ УМОВИ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ НА АЕРОДРОМІ КАЛИНІВКА WEATHER CONDITIONS WITH VARYING DIFFICULTY DEGREES AT THE KALYNIVKA AIRFIELD

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

Султан Ольга Володимирівна

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

Керівник к. геогр. н., доц. Боровська Г.О.

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

Рецензент к. геогр. н. Уманська О.В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

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

Завідувач кафедри

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

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

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

Голова ЕК

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

Одеса 2024

Анотація

Тема: «Погодні умови різного ступеня складності на аеродромі Калинівка»

Автор: Султан Ольга Володимирівна

Актуальність. На виконання завдань польотів та перельотів впливають погодні умови різного ступеня складності. Ступень складності метеорологічних умов польотів визначається станом хмарності, видимості та наявністю небезпечних явищ погоди, таких, як грози, шквали, зливи, град, тощо.

Метою даної роботи є аналіз синоптичних процесів, які впливають на метеорологічні умови різного ступеня складності.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі задачі:

вивчити вплив метеорологічних величин, явищ погоди на польоти авіації;
здійснити вибірку за 5 років спостережень (з 2019 по 2023 рр.) та проаналізувати дані спостережень на аеродромі Калинівка;

визначити вплив синоптичних процесів на погодні умови різного ступеня складності.

Об'єкт дослідження – висота нижньої межі хмар, видимість, та характер синоптичних умов районі аеродрому Калинівка.

Предмет дослідження – метеорологічні явища, які впливають на погодні умови різного ступеня складності для аеродрому Калинівка.

Методи дослідження –

Узагальнення даних, синоптичні процеси.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі для аеродрому Калинівка:

– виявлені основні типи синоптичних процесів у період 2019-2023 рр.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані значення з вибірки, можуть бути впроваджені для використання авіаційних кліматичних даних та застосовані при аналізі синоптичних процесів. Магістерська робота в обсязі 75 основного тексту сторінок складається з 5 розділів, висновків, переліку посилань з 20 джерел, додатків.

Ключові слова: *видимість, синоптичні процеси, висота нижньої межі хмар, авіаційні кліматичні дані, погодні умови.*

Abstract

Thesis Topic: Weather conditions with varying difficulty degrees at the Kalynivka airfield

Author: Sultan Olha

Aim of the Thesis The performance of flight operations and flights is affected by weather conditions of varying degrees of complexity. The degree of complexity of meteorological flight conditions is determined by the state of cloud cover, visibility and the presence of dangerous weather phenomena, such as thunderstorms, squalls, showers, hail, etc.

Object of the Study: is the analysis of synoptic processes that affect meteorological conditions of varying degrees of complexity.

Subject Matter of the Study: meteorological phenomena that affect weather conditions of varying degrees of complexity for Kalynivka airfield.

Methods of Research:

Data generalization, synoptic processes.

Scientific Novelty of the Obtained Results

In this paper, the main types of synoptic processes for Kalynivka:

- The main types of synoptic processes in the period 2019-2023 were identified.

Practical Significance of the Obtained Results. The obtained values from the sample can be implemented for the use of aviation climate data and applied in the analysis of synoptic processes. The master's thesis consists of 5 chapters, conclusions, a list of references from 75 sources, and appendices.

Keywords: *visibility, synoptic processes, cloud bottom height, aviation climate data, weather conditions.*

ЗМІСТ

	Стор
Використані скорочення.....	5
ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Короткий фізико-географічний опис району аеродрому Калинівка.....	9
1.2 Загальна кліматична характеристика.....	10
2 ВПЛИВ НИЗЬКОЇ ХМАРНОСТІ І ОБМЕЖЕНОЇ ВИДИМОСТІ НА ПОЛІТ ПОВІТРЯНОГО СУДНА.....	18
2.1 Загальні відомості та умови спостереження за видимістю	20
2.2 Хмарність як основний фактор, що визначає умови польотів	26
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОТИ НИЖНЬОЇ МЕЖІ ХМАР НА АЕРОДРОМІ КАЛИНІВКА.....	31
3.1 Річний хід повторюваності ВНМХ нижче встановлених критеріїв...	31
3.2 Добовий хід повторюваності ВНМХ нижче встановлених критеріїв	35
3.3 Повторюваність ВНМХ нижче 60 м при різних напрямках і швидкостях вітру.....	39
4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДИМОСТІ НА АЕРОДРОМІ КАЛИНІВКА.....	42
4.1 Річний хід повторюваності видимості нижче встановлених критеріїв.....	42
4.2 Повторюваність видимості менше 800 м при різних напрямках і швидкостях вітру.....	45
4.3 Вплив атмосферних явищ на видимість.....	57
5 ПОГОДНІ УМОВИ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ.....	62
5.1 Річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності	63
5.2 Синоптичні умови формування погодних умов різного ступеня складності.....	68
ВИСНОВКИ.....	72
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	74
Додаток.....	76

ВИКОРИСТАНІ СКОРОЧЕННЯ

ВНМХ – висота нижньої межі хмарності;

НЯП – небезпечні явища погоди;

ПС – повітряне судно;

ПМУ – прості метеорологічні умови;

СМУ – складні метеорологічні умови;

RVR – дальність видимості на злітно-посадковій смузі;

IVP – UKNN – Інструкція з виконання польотів на аеродромі Калинівка;

ЗПС – злітно-посадкова смуга;

ТЗМ – технічні засоби метеослужби;

КДП – командно-диспетчерський пункт;

СКП – служба координації польотів;

БПРМ – ближній привід радіомаркерного пункту;

ДПРМ – дальній привід радіомаркерного пункту;

ІСАО – The International Civil Aviation Organization (міжнародна організація цивільної авіації);

АСМС або АМС – авіаційна метеорологічна станція.

ВСТУП

Метеорологічне забезпечення авіації є однією із найважливіших задач Гідрометеорологічної служби. В процесі розвитку авіаційної техніки вимоги до метеорологічного забезпечення авіації змінюються, але залишаються високими, і значення точності діагнозу та прогнозу метеорологічних умов постійно зростає зі збільшенням об'єму повітряних перевезень і подорожчанням літальних апаратів та їх експлуатації. Таким чином, авіація залишається найбільш вимогливим користувачем метеорологічної інформації.

Метеорологічні умови є важливішим елементом повітряної обстановки. Вони здійснюють суттєвий вплив на злет, посадку літальних апаратів та їх бойове застосування.

Метеорологічними органами організовується та виконується збір та збереження необхідних метеорологічних даних спостережень з метою підготовки авіаційних кліматичних даних.

Складання нової кліматичної характеристики аеродрому Калинівка викликано в першу чергу потребами синоптиків і різних авіаційних користувачів в оновленій кліматичній інформації, а також сучасними можливостями статистичної обробки метеорологічних даних.

Вихідним матеріалом для складання даної кліматичної характеристики послужили метеорологічні дані за 2019-2023 рр.

Авіаційні кліматичні дані готуються у вигляді аеродромних кліматичних таблиць, авіаційно-кліматичних описів території базування, авіаційно-кліматичних описів аеродромів тощо. В описах (таблицях) основна увага звертається на характеристику НЯП для авіації, які спостерігаються на території базування авіаційних частин (у районі аеродромів), у районі польотів, та на умови їх виникнення за сезонами року, місяцями і часові періоди доби.

До аеродромних кліматичних таблиць включається така інформація:

- «1) повторюваність загальної кількості хмарності 0-3 бали, 4-6 балів, 7-9 балів, 10 балів;
- 2) повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 0-3 бали, 4-6 балів, 7-9 балів, 10 балів нижче визначених порогових значень у певні часові періоди доби;
- 3) повторюваність значень видимості (видимості на ЗПС) у визначений час нижче визначених значень у метрах (2000 метрів та нижче) або кілометрах (більше 2 кілометрів);

4) повторюваність значень горизонтальної видимості (видимості на ЗПС) та висоти нижньої межі найнижчого шару хмарності при кількості 0-3 бали, 4-6 балів, 7-9 балів, 10 балів нижче визначених порогових значень у певні часові періоди доби;

5) повторюваність атмосферних явищ, середнє число днів з опадами, НЯП та з пороговими значеннями їх тривалості;

6) повторюваність параметрів вітру в установлених діапазонах;

7) повторюваність приземної температури повітря через інтервали 5 °C в певні часові періоди доби;

8) середні і екстремальні значення атмосферного тиску на рівні порогу ЗПС;

9) повторюваність поєднань двох або більше метеорологічних елементів по тривалості, необхідних для планування ефективного виконання польотних завдань» [1, 2].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕННЯ

Як зазначено в монографії “Клімат України”: «в процесі формування клімату радіаційні умови тісно взаємодіють з атмосферною циркуляцією, яка сприяє перерозподілу по території тепла і вологи.

Атмосферна циркуляція, тобто повітряні течії та баричні утворення, що характерні для України і визначають тут погодні умови, в значній мірі зумовлені фізико-географічними особливостями, які відрізняють її від інших регіонів. По-перше, це те, що територія України розташована в західній частині Європейсько-Азіатського материка, неподалік від великого водяного простору Атлантичного океану. Завдяки значній різниці у властивостях підстильної поверхні між цим континентом і океаном територія східної і західної Європи протягом значної частини року являє собою район інтенсивних атмосферних процесів. Друга особливість полягає в тому, що західні, північні і східні райони, прилеглі до України, являють собою рівнину, південно-західні райони зайняті горами, а на півдні берега країни омивають Чорне і Азовське моря. Рівнинні простори території дають можливість арктичним вторгненням просуватися майже до південних кордонів. Чорне море впливає на температуру нижніх шарів повітряних мас, що проходять над ним.

Завдяки цьому в Україні часто пересуваються морські повітряні маси з північних районів Атлантики і арктичних морів (повітря помірних широт і арктичне повітря), рідше – з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря (морське тропічне повітря). Найбільшу повторюваність має континентальне повітря, яке формується над широкими рівнинами материка Євразії з мас арктичного або морського повітря помірних широт, що сюди надходить, а далі переміщується на Україну.

На Україні, в порівнянні з центральними і північними районами Східної Європи, виділяють три характерні особливості циркуляції:

- послаблення активності атмосферних процесів;
- різноманітність і складність сезонних змін циркуляції;
- послаблення циклонічної діяльності і посилення антициклонічної» [3].

1.1. Короткий фізико-географічний опис району аеродрому Калинівка

Згідно Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області у 2023 році: «Вінницька область розміщена в лісостеповій зоні центральної частини Правобережної частини України (рис.1.1). Територія області складає 26,5 тис.км² (4,4% території України). Територія суші становить 2606,4 тис. га, або 98,4% від загальної площі області, решта (1,6%) зайнята внутрішніми водами. Річки області належать до басейнів Південного Бугу, Дністра та Дніпра: з них: 2 великих (р. Південний Буг та р. Дністер), 4 середні (р. Соб, р. Гірський Тікич, р. Мурафа, р. Рось) та 3594 малих» [4].



Рисунок 1.1 – Вінницька область на карті України, географічне розташування м.Калинівка. Вінницька область

Район аеродрому «розташований у центральній частині Подільської височини Східноєвропейської рівнини, в помірному кліматичному поясі, в області з переважаючим помірно континентальним кліматом. Поверхня території, на якій розташований аеродром, – це хвиляста лесова рівнина на підвищеному плато, що поступово знижується з північного заходу до південного сходу. Рельєф плато не становить суцільної рівної поверхні і дуже порізаний долинами численних невеликих річок та ярами. Відносно невелика абсолютна висота рельєфу над рівнем моря та його рівнинний характер вносять незначні зміни у перебіг синоптичних процесів над територією базування аеродрому. Тому кліматичні та погодні умови в районі аеродрому являються характерними для даного географічного регіону - з чітко

вираженими порами року, із значною річною амплітудою температури повітря, малою сумою опадів і слабкими вітрами» [4].

На клімат області великий вплив мають ріки, озера, болота та штучні водосховища. Річки Вінниччини належать до басейнів Дністра, Південного Бугу та Дніпра [4].

1.2. Загальна кліматична характеристика

Клімат Вінницької області помірно континентальний: помірного та достатнього теплозабезпечення, достатнього зволоження, лише в Придністров'ї - недостатнього зволоження.

Аналізуючи два кліматичних період 1961-1990 рр. та 1991-2020 рр. [6, 7] можна зробити висновок, що середня річна температура повітря становить 8,3-9,9°C тепла. Найхолоднішим місяцем року є січень з середньомісячною температурою повітря 2,0-4,0°C морозу, середня температура липня (найтеплішого місяця) 19,9-21,6°C тепла.

Згідно з [4]: «період з температурою повітря вище 0°C (початок весни) починається з 20.02- 04.03 до 24.11-09.12 (закінчення осені, початок зими). Літо (температура вище 15°C) продовжується з 07.05-17.05 до 09.09-19.09 (початок осені). Абсолютний мінімум температури повітря на території області зафіксований у Вінниці в лютому 1929 року -38,2°C. Абсолютний максимум температури повітря на території області зафіксований у Могилеві-Подільському в серпні 2012 року +40,4°C. Середня кількість опадів за рік по області становить 566-635 мм. За холодний період (XI-III) випадає 161-202 мм, за теплий (IV-X) - 401-445 мм. Найбільша річна кількість опадів зареєстрована 916 мм в Могилеві-Подільському в 1981 році. Найбільша добова кількість опадів зареєстрована 148 мм у Жмеринці 20.08.1976 року. Відносна вологість повітря у теплий період року (квітень — жовтень) по області коливається від 63-66% на початку літа до 77-81% восени, а кількість днів з відносною вологістю повітря 30% та менше за цей період становить від 12 до 25 днів. Сніговий покрив на території області, як правило, утворюється неодноразово та залягає вкрай нерівномірно. У більшості років сніговий покрив утворюється на початку та в середині грудня. Середня висота його не перевищує 11 см, а максимальна в окремі роки досягала 50 см. Найбільша кількість 10 днів зі снігом 113-136 відмічалася взимку 1995-1996 рр. В останні роки стійкий сніговий покрив не утворюється. Найбільша висота снігового покриву за

постійною рейкою зареєстрована 102 см в зиму 1985-1986 рр. у Білопільлі колишнього Козятинського району. Перехід від однієї пори року до іншої найчастіше відбувається поступово. Стійкий перехід добової температури через 0°C є початком весни та відбувається переважно у першій декаді березня. Весна триває близько півтора місяці. Перехід середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ відбувається у третій декаді березня, а через $+10^{\circ}\text{C}$ – в другій декаді квітня. Літо триває з початку травня до другої половини вересня, денні температури становлять у травні $+18...+22^{\circ}\text{C}$, у липні $+23...+27^{\circ}\text{C}$. В цей же час випадає найбільше опадів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з опадами зменшується в літній та осінній період. Осінь починається із зниженням середньодобової температури менше $+10^{\circ}\text{C}$. Настання осені (третя декада жовтня) супроводжується заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною особливістю осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується в кінці листопада, коли середньодобові температури набувають від'ємних значень. До початку зими середньодобові температури всюди нижче 0°C , але вище -5°C , погода нестійка: морозні дні змінюються відлигами, не раз утворюється та сходить сніговий покрив. Відлиги характерні і впродовж зими, температура повітря інколи підвищується до $+10...+13^{\circ}\text{C}$ [4].

Як наголошено Ліпінським В.М., Дячуком В.А, Бабіченко В.М. [3], Семеновою І.Г., Нажмудіною О.М. [8]. «великий вплив на клімат всього регіону загалом, і на район аеродрому зокрема має Середземне море, яке знаходиться на південному заході від аеродрому і являється потужним джерелом теплих та вологих повітряних мас, що формують погодні умови в районі аеродрому в різні періоди року. Відносна близькість Чорного моря на південь від району аеродрому відзначається періодичним переносом з півдня великих мас відносно теплої насиченої вологою повітря. Природною перешкодою для розвитку синоптичних процесів з заходу являється гірська система Карпатських гір із розгалуженими гірськими хребтами».

В зимовий період важливе кліматоутворююче значення для території, де розташований аеродром, має барометрична або кліматична вісь Воєйкова. Це смуга високого атмосферного тиску, яка проходить по території Євразії з південного заходу на північний схід та проходить над територією аеродрому. Вісь Воєйкова являється природним вітророзділом та розмежовує різні повітряні маси. На північ від неї переважають відносно теплі та вологі повітряні маси, що їх приносять західні та південно-західні вітри з Атлантичного океану, та посилюються під впливом Ісландського мінімуму. На південь від осі Воєйкова переважають північно-східні та східні вітри, що

приносять на територію базування сухі та холодні континентальні повітряні маси з районів Азіатського максимуму [3].

«Для зимового періоду характерним являється велика повторюваність складних метеорологічних умов з густими серпанками та туманами, з низькою хмарністю та частими опадами з утворенням ожеледі, та різкі їх зміни за короткий проміжок часу. Основними зимовими атмосферними процесами є процеси адвекції та фронтогенезу. Циклони з південного заходу, а також холодні північно-східні вторгнення приводять до різких погіршень погоди. Також несприятливі умови для польотів складаються при переміщенні Сибірського антициклону на територію України, що супроводжується виносом теплого вологого повітря з Чорного моря. Зима м'яка, з частими відлигами. Середня температура січня становить $-4,3^{\circ}\text{C}$. Сталий сніговий покрив (середня висота 11–16 сантиметрів) встановлюється у другій половині грудня, сходить наприкінці лютого або на початку березня. Часті відлиги в деякі зими не сприяють утворенню сталого снігового покриву. Тривалість періоду з морозами становить до 160–180 днів» [3].

Відповідно до [3, 8] «в весняний період відбувається перехід від зимових атмосферних процесів до літніх атмосферних процесів. В першій половині весняного періоду більш інтенсивною становиться діяльність Середземноморського та Чорноморського циклонів, що призводить до погіршення погодних умов (низька хмарність, опади, тумани та густі серпанки, сильний вітер). Розвиток купчасто – дощовій хмарності та грозова діяльність розпочинається в квітні. В літній період вісь Воєйкова знаходиться в послабленому стані та мало впливає на синоптичні процеси. До особливостей атмосферної циркуляції в літній період відноситься посилення впливу Азорського антициклону. Теплий фронт виражений слабо, на холодному фронті досить часто спостерігаються грози. Внутрішньо масові грози спостерігаються вдень з 16 години до 20 години. Літо, в основному, тепле та сухе. Середня температура липня – $+21,3^{\circ}\text{C}$ » [3, 8].

На початку осіннього сезону район аеродрому знаходиться під впливом Азорського антициклону, але з другої половини жовтня спостерігається інтенсивний розвиток циклонів на полярному фронті. Проходить перехід до зимових атмосферних процесів. На початку вересня значною небезпекою являються грози, в другій половині сезону – низька хмарність, густі серпанки та тумани.

Для виконання польотних завдань найбільш сприятливі погодні умови настають в березні й тривають до жовтня включно. Значний вплив на метеорологічні умови в цей період може здійснювати активна грозова

діяльність, яка розпочинається, як правило, в квітні і продовжується до вересня. Для травня, червня, липня характерними являються обмеження або припинення польотів у зв'язку з високою повторюваністю грозової діяльності (6-8 гроз за місяць). Зливи з грозами, характерні для літа, відмічаються, як правило, у другій половині дня на холодних фронтах при переміщенні баричних улоговин з північного заходу, та при виході циклонів з Адріатичного та Чорного морів. Інтенсивні грози можуть також спостерігатися вночі на теплому фронті. В середньому за рік загальна кількість днів з грозами складає 31 день .

Відповідно до “Інструкція з виконання польотів на аеродромі Калинівка” «для польотів в складних метеорологічних умовах та в метеорологічних умовах, близьких до встановленого мінімуму командира екіпажу повітряного судна, найбільш сприятливі умови спостерігаються з листопада по лютий місяці. В цей період частішають синоптичні процеси, які сприяють переміщенню теплих повітряних мас з півдня, південного-сходу (район Чорного моря) та з південного заходу (район Середземного моря) та ведуть до утворення густих серпанків, туманів, мокрого снігу, низької хмарності, обмерзання, що можуть привести до обмеження або до припинення польотів (перельотів) повітряних суден. Складні метеорологічні умови (СМУ), викликані зниженням нижньої межі хмар і погіршенням горизонтальної та польотної дальності видимості, переважають вночі та в першу половину дня з листопада по березень. В середньому за рік загальна кількість днів з опадами складає 160 днів, з туманом – 52 дня, з ожеледдю – 6 днів» [5].

Паризька угода 2015 року встановлює «глобальні рамки для обмеження глобального потепління значно нижче 2°C, бажано до 1,5°C (градусів за Цельсієм), порівняно з доіндустріальним рівнем. Для досягнення цієї глобальної температурної мети країни прагнуть скоротити зростання викидів парникових газів якомога швидше та швидке скорочення після цього, виходячи з найкращої доступної наукової, економічної та соціальної доцільності» [9].

Рисунок 1.2 показує оцінку середньорічної температури для більшої області Калинівки. Пунктирна синя лінія – це лінійна тенденція зміни клімату. Лінія тренду йде вгору зліва направо, то температурний тренд позитивний і в Калинівці за останні 45 років стало тепліше більш ніж на 2,5°C у зв'язку зі зміною клімату.

У нижній частині графіка показані так звані “смуги потепління”. Кожна кольорова смуга позначає середню температуру за рік - синя для холодних і червона для теплих років. Як свідчить послідовність червоних смуг,

починаючи з 2003 року і по 2024 рік середньорічні температури повітря більші за кліматичні норми. Найбільш теплими роками виявились 2019-2020 рр. та 2023 рік [10].

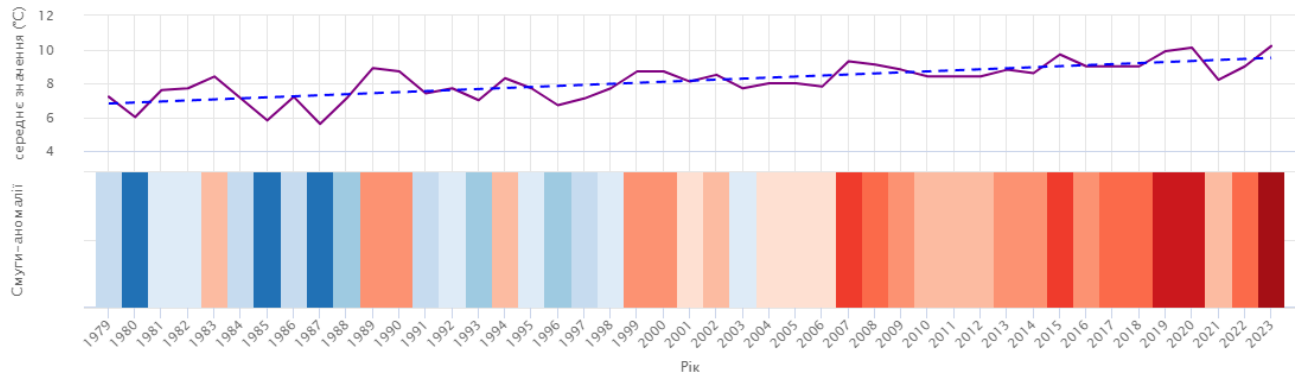


Рисунок 1.2 – Щорічна зміна температури в Калинівці Вінницька область. 1979-2023 рр. [10]

Рисунок 1.3 показує оцінку середньої загальної кількості опадів для більшої області Калинівки. Лінія тренду йде вниз, що свідчить - тенденція до опадів негативна і через зміну клімату в Калинівці з часом стає сухіше. За період 1979 – 2023 роки щорічна кількість зменшилась з 760 мм до 580 мм.

У нижній частині графіка показані так звані смуги опадів. Кожна кольорова смуга позначає загальну кількість опадів за рік - зелена для більш вологих і коричнева для більш сухих років. До 2003 року переважали вологі роки. За останні 20 років вологими були лише три роки – 2006, 2013 та 2021 рік.

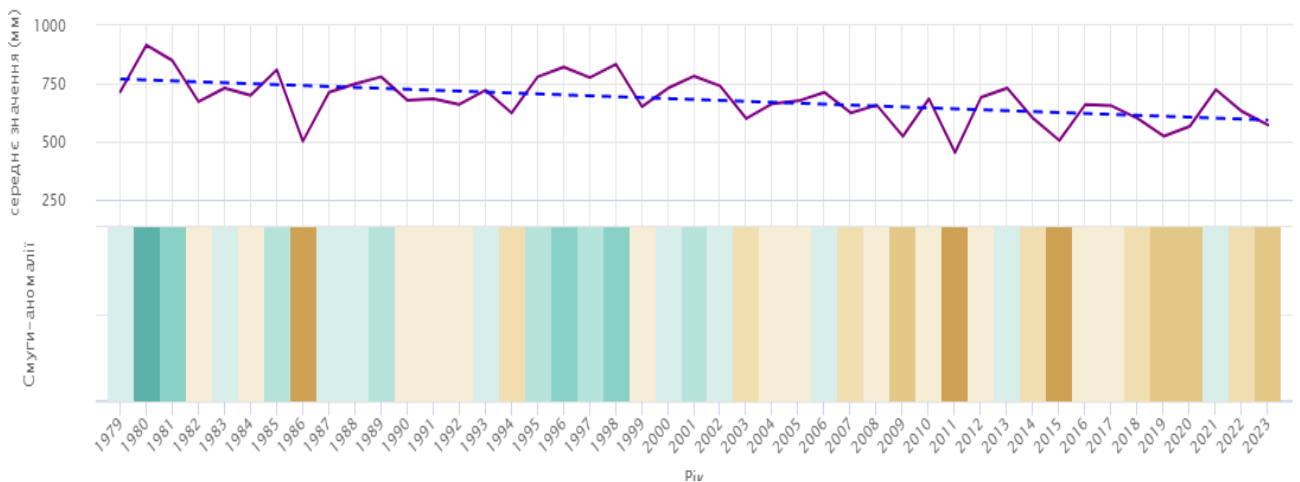


Рисунок 1.3 – Річна зміна опадів в Калинівці Вінницька область. 1979-2023 рр. [10]

Рисунок 1.4 показує температурну аномалію за кожен місяць, починаючи з 1979 року і до сьогодні. Аномалія показує, наскільки було тепліше або холодніше, ніж середній кліматичний показник за 30 років. Таким чином, червоні місяці були теплішими, а сині – холоднішими, ніж зазвичай. З 1979 р йде збільшення кількості теплих місяців протягом багатьох років, що відображає глобальне потепління, пов'язане зі зміною клімату.

Нижній графік показує аномалію опадів за кожен місяць, починаючи з 1979 року і до сьогодні. Аномалія показує, чи було за місяць більше або менше опадів, ніж середній кліматичний показник за 30 років. Таким чином, зелені місяці були вологішими, а коричневі – сухішими, ніж зазвичай.

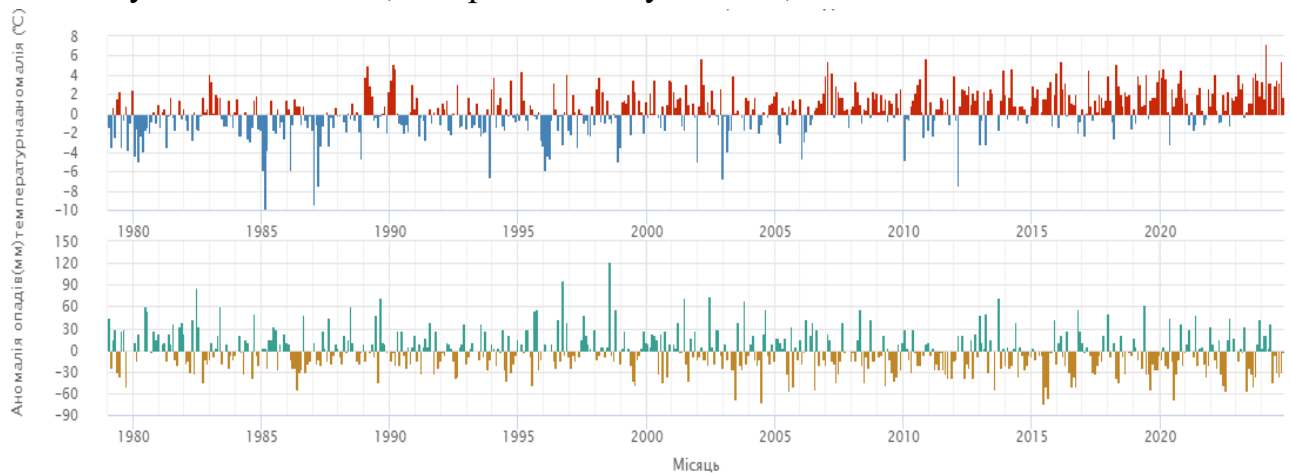


Рисунок 1.4 – Місячні аномалії температури та опадів в Калинівці Вінницька область. 1979-2023 рр. [10]

На рисунку 1.5 зображено комплексну характеристику погодинних середніх температур за весь рік. Горизонтальна вісь - це день року, вертикальна вісь - це година доби, а колір - це середня температура за цю годину і день [11].

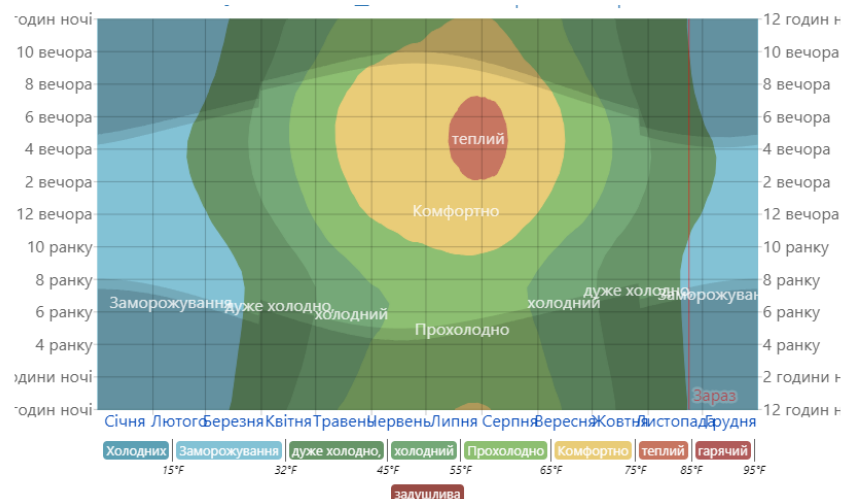


Рисунок 1.5 – Добова температура в Калинівці Вінницької області [11]

«У Калинівці середній відсоток неба, вкритого хмарами, зазнає значних сезонних коливань протягом року. Ясна частина року в Калинівці починається приблизно з квітня по жовтень. Найяснішим місяцем року в Калинівці є серпень, під час якого в середньому небо чисте. Більш хмарна частина року починається приблизно з жовтня по квітень. Найпохмурішим місяцем року в Калинівці є грудень» [11] - (рис.1.6).

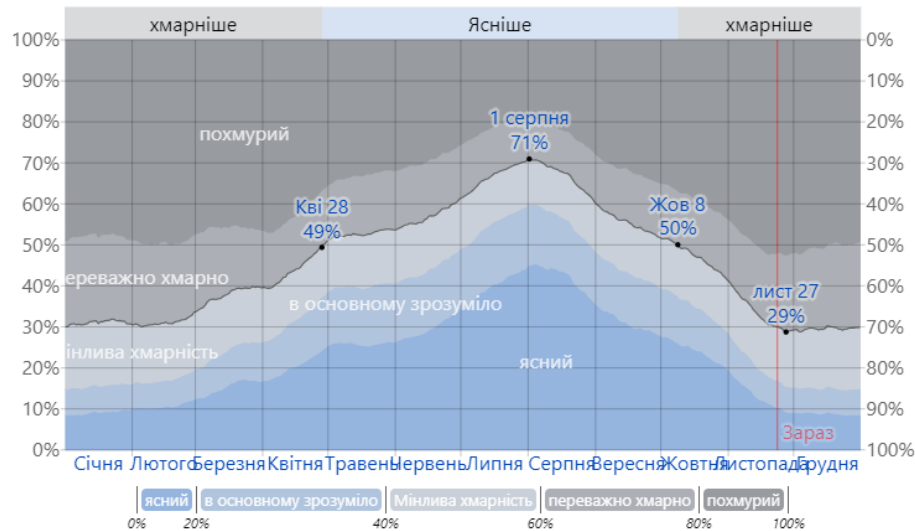


Рисунок 1.6 – Відсоток неба, вкритого хмарами в Калинівці Вінницької області [11]

Вітер, який спостерігається в будь-якому конкретному місці, сильно залежить від місцевої топографії та інших факторів, а миттєва швидкість і напрямок вітру варіюються ширше, ніж середньогодинні показники. На рисунку 1.7 представлений середньогодинний вектор вітру (швидкість і напрямок) на висоті 10 метрів над поверхнею землі.

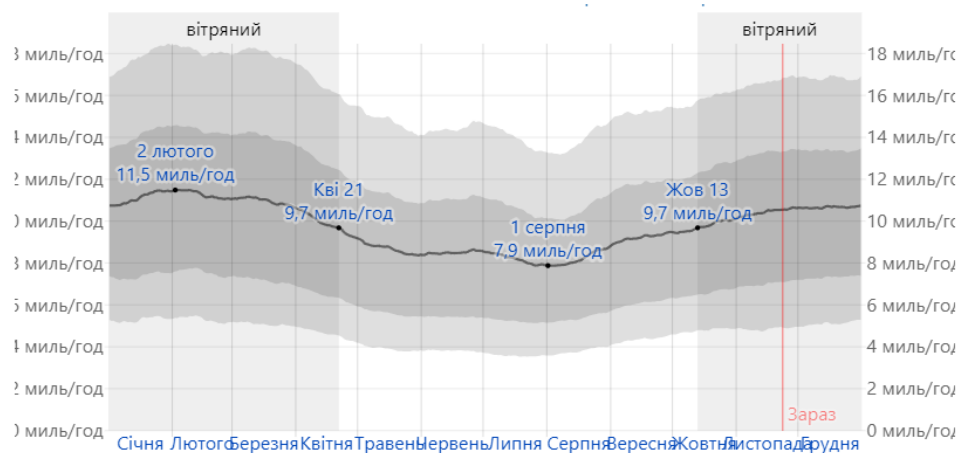


Рисунок 1.7 – Середня швидкість в Калинівці Вінницької області [11]

Середньогодинна швидкість вітру в Калинівці зазнає значних сезонних коливань протягом року. Більш вітряна частина року триває з вересня по травень, із середньою швидкістю вітру понад 5 м/с. Більш спокійна пора року триває протягом теплого періоду року, з травня по вересень із середньою погодинною швидкістю вітру 4 м/с. Переважаючий середньогодинний напрямок вітру в Калинівці змінюється протягом року (рис.1.8). Взимку переважає західний напрямок, весною переважає південний напрямок, влітку – північний напрямок, а восени – південно-західний напрямок.

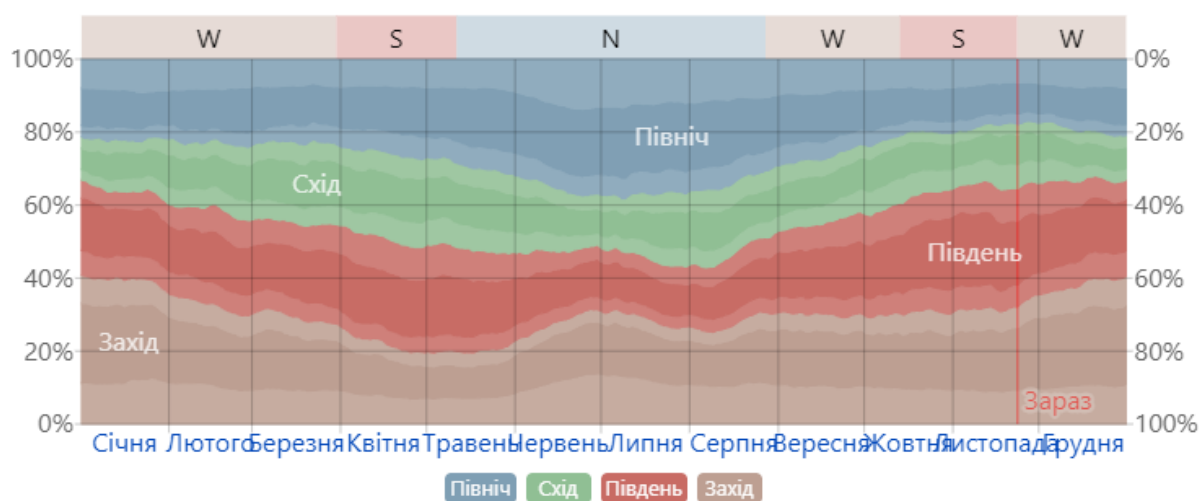


Рисунок 1.8 – Напрямок вітру в Калинівці Вінницької області [11]

2 ВПЛИВ НИЗЬКОЇ ХМАРНОСТІ І ОБМЕЖЕНОЇ ВИДИМОСТІ НА ПОЛІТ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Метеорологічні умови є важливішим елементом повітряної обстановки. Вони здійснюють суттєвий вплив на зліт, посадку літальних апаратів та їх бойове застосування.

Оснащення авіації реактивними літаками, подальше збільшення швидкості, висоти і дальності полетів літаків пред'явили більш високі вимоги до метеоінформації і метеорологічного забезпечення польотів. А це зобов'язує метеофахівців проводити ретельніший аналіз метеорологічної обстановки, виявляти зони з небезпечними явищами погоди і своєчасно доводити інформацію про них керівникові польотів, командуванню і льотному складу.

Метеорологічні умови польотів – сукупність метеорологічних елементів та явищ, що спостерігаються в районі або на маршруті польоту, які впливають на виконання польотного завдання. Метеорологічні умови польотів суттєво впливають на злет, посадку і політ ПС, стан аеродромів (в особливості ґрунтових), експлуатацію авіаційної техніки та засобів забезпечення польотів.

Зліт і посадка літаків є одним з найбільш важливих елементів польоту. Зліт проводиться візуально при обов'язковому збереженні прямолінійності розбігу і при дотриманні мер безпеки.

Великий вплив низької хмарності і обмежена видимість справляють на посадку ПС, посадка у СМУ потребує льотних навиків і виконується з використанням системи посадки, розташованої на даному аеродромі.

За визначенням, «до низьких хмар відносяться хмари, висота яких не перевищує 300 м. Нижня межа таких хмар, в особливості шаруватих, має складну структуру, що пов'язано зі специфікою їх формування. Теоретично нижня межа хмар шаруватих форм повинна співпадати з рівнем конденсації. Дійсна нижня 81 межа хмар знаходиться дещо вище за цей рівень, тому, що для утворення вимірюваної нижньої межі необхідно, щоб сконденсувалось дещо більша кількість водяної пари, для чого потрібне охолодження повітря, що є трохи нижчим за температуру точки роси» [12].

«Умови польоту визначаються просторовою структурою хмарності (висотою верхньої та нижньої межі, вертикальною потужністю, горизонтальною протяжністю, розшаруванням, товщиною хмарних шарів і безхмарних прошарків), її мікрофізичними характеристиками, температурним режимом, водністю і турбулентним станом. Хмарність суттєво відбивається на управлінні літаком, ускладнює пілотування, візуальне спостереження і

орієнтацію, впливає на профіль польоту і вибір маршруту, ускладнює виконання маневрів по висоті» [13].

Відомо, що «висота нижньої межі низької хмарності досить мінлива за часом і в просторі. Ця характеристика надзвичайно важлива для оцінки метеорологічних умов польоту, посадки літаків і польоту на малих висотах. Найбільша мінливість висоти нижньої межі характерна для шаруватих розірваних хмар (St fr). Найбільш стійкими по висоті є шарувато-купчасті хмари (Sc). Просторова мінливість висоти нижньої межі фронтальних хмар більш значна, ніж внутрішньомасових, і залежить від типу атмосферного фронту і сезону року» [12].

При сучасних темпах розвитку народного господарства, техніки, а саме, швидкісного транспорту все більш актуального значення набуває проблема видимості. Вчення про видимість – це науковий напрям, основною задачею якого є дослідження закономірностей зорового сприйняття різноманітних природних і штучних об'єктів ландшафту та сигнальних вогнів у різних атмосферних умовах.

За визначенням: «Видимість - зорове сприйняття об'єктів, обумовлене існуванням контрастів яскравості і кольору між предметами і фоном. Видимість характеризується дальністю видимості (як далеко видно) і ступенем видимості (наскільки добре видно). На практиці майже завжди цікавляться лише дальністю видимості» [12].

Згідно Методичних рекомендацій з проведення метеорологічних спостережень на аеродромі цивільної авіації під видимістю розуміється «максимальна відстань, з якої видно і розпізнаються світлові орієнтири вночі та освітлені об'єкти вдень. Теоретичне максимальне значення видимості складає 350 км, а мінімальне може не перевищувати декількох метрів» [14].

За Івус Г.П. та Семергей-Чумаченко А.Б.: «Видимість залежить від розмірів і форми предметів, освітленості, кольору та яскравості фону і предмету, а також прозорості атмосфери. Кутові розміри предмету повинні бути більше гостроти зору спостерігача. Нагадаємо, що нормальна гострота зору людини – 1 кутова хвилина, тобто якщо розмір об'єкта менше $1/150$ відстані до нього, то людське око не повинне його сприймати (хоча дрти, які проектується на фон неба видно на відстані, що перевищує 150 їх діаметрів). Об'єкти з чітко окресленими контурами (будівлі, труби тощо) видно краще, ніж об'єкти з розпливчатою межею (ліс)» [13].

Видимість також залежить і від освітленості. В екстремальних умовах об'єкти невиразні. Отже, для того, щоб об'єкт було добре видно, необхідно,

щоб освітленість його і фону була не менше визначеної величини і, крім того, між фоном і об'єктом був контраст яскравості.

Основними факторами, які визначають ступінь складності метеорологічних умов, є: «низька хмарність та обмежена видимість. Складними метеорологічними умовами вважаються такі, при яких висота нижньої межі хмар знижується до 200 м та менше, а видимість – до 2000 м та менше» [1, 2, 5].

2.1 Загальні відомості та умови спостереження за видимістю

Регулярні метеорологічні спостереження на аеродромах проводяться щогодини (у строки 00 хвилин кожної години).

У випадках, коли на аеродромі виконуються польоти за складних метеорологічних умов, за установленим мінімумом погоди або в умовах нестійких метеорологічних умов та імовірного відхилення від прогнозованих умов погоди, регулярні метеорологічні спостереження проводяться кожні 30 хвилин (у строки 00 та 30 хвилин кожної години).

За “Правилами метеорологічного забезпечення польотів державної авіації України” «регулярні спостереження за погодою на аеродромах проводяться за:

- 1) атмосферними явищами;
- 2) горизонтальною видимістю;
- 3) видимістю на ЗПС (на категорованих аеродромах);
- 4) кількістю, формою і висотою хмар (або за певних умов вертикальною видимістю);
- 5) напрямком і швидкістю вітру біля землі, у тому числі за його максимальними поривами;
- 6) температурою і вологістю повітря;
- 7) атмосферним тиском;
- 8) закриттям хмарами гір, сопок, щогл та інших високих перешкод.

Метеорологічні спостереження виконуються в такій послідовності:

- 1) за атмосферними явищами;
- 2) за горизонтальною видимістю;
- 3) за видимістю на ЗПС (на категорованих аеродромах при горизонтальній видимості менше 2000 метрів);

- 4) за хмарністю з визначенням кількості, форми і висоти хмар (або за певних умов вертикальною видимістю);
- 5) вимірювання температури і вологості повітря;
- 6) вимірювання швидкості і напрямку вітру;
- 7) вимірювання атмосферного тиску.

За синоптичних умов, сприятливих для виникнення туману та інших небезпечних явищ, що погіршують видимість на аеродромі до критичних значень метеорологічних величин і граничних відстаней до небезпечних явищ погоди для авіації, за яких польоти на аеродромі обмежуються або припиняються, при швидкості вітру, рівній максимально припустимій (з урахуванням напрямку), а також на вимогу керівника польотів або командира (начальника) авіаційної частини та посадових осіб метеорологічної служби вищого рівня спостереження проводяться кожні 15 хвилин або частіше. У таких випадках метеорологічні спостереження виконуються за окремими визначеними метеорологічними величинами та атмосферними явищами.

Спостереження за горизонтальною видимістю на аеродромі проводяться інструментально - за допомогою встановлених уздовж ЗПС відповідних ТЗМ та (або) візуально - за визначеними природними або встановленими штучними (щити-орієнтири) денними орієнтирами видимості та нічними орієнтирами видимості (вогнями), до яких відома відстань з КДП, СКП, метеорологічного майданчика, БПРМ, ДПРМ.

Для візуального визначення горизонтальної видимості на кожному аеродромі для кожного місця, з якого проводиться спостереження (КДП, СКП, метеорологічний майданчик, ДПРМ, БПРМ), аеродромним метеорологічним підрозділом (органом) розробляються схеми орієнтирів видимості окремо для дня та ночі.

Під час візуальних спостережень у сутінках горизонтальна видимість на аеродромі оцінюється як за денними орієнтирами, так і за нічними орієнтирами (вогнями), при цьому до зведень заноситься більше з визначених значень видимості в момент спостереження.

Інструментальні спостереження за видимістю виконуються до максимального значення видимості шкали приладу вимірювання, що використовується. У разі виходу з ладу вимірювачів видимості та якщо спостерігаються помітні розбіжності в значеннях горизонтальної видимості, виміряних за допомогою приладу та визначених візуально, за її величину приймаються значення, визначені візуально. У такому випадку проводяться заходи для перевірки справності приладу.

У разі переходу від інструментальних спостережень до візуальних і навпаки в щоденнику погоди відповідальний спостерігач під контролем інженера-метеоролога (синоптика) робить запис про причину переходу із зазначенням часу переходу, а інженер-метеоролог (синоптик) доповідає про це керівнику польотів (черговому по прийому і випуску ПС)» [1].

1.Визначення дальності видимості «на ЗПС здійснюється на всіх ЗПС, призначених для використання протягом періодів пониженої видимості, зокрема на:

1) ЗПС, обладнаних для точного заходження на посадку і призначених для виконання заходження на посадку і посадок за приладами за категорією I ICAO;

2) ЗПС, обладнаних для точного заходження на посадку і призначених для виконання заходження на посадку і посадок за приладами за категоріями II, III ICAO;

3) ЗПС, що використовуються для зльоту та обладнані боковими вогнями та/або осьовими вогнями високої інтенсивності» [1].

Результати визначення дальності видимості на ЗПС повідомляються в метрах протягом періодів, коли хоча б одне з вимірних значень видимості або значення дальності видимості на ЗПС становить менше ніж 1500 метрів.

«Визначені значення дальності видимості на ЗПС є репрезентативними для таких частин ЗПС:

1) зони приземлення ЗПС, не обладнаних засобами точного заходження на посадку та посадки або обладнані для заходжень на посадку і посадок за приладами за категорією I ICAO;

2) зони приземлення, середина ЗПС, призначені для виконання заходження на посадку і посадок за приладами за категорією II ICAO;

3) зони приземлення, середня точка і дальній кінець ЗПС, призначені для виконання заходжень на посадку і посадок за приладами за категорією III ICAO» [1].

На погодних дисплеях АСМС або АМС відображається інформація про поточні, усереднені за 1 хвилину значення дальності видимості на ЗПС (RVR) для усіх місць спостережень (зони приземлення робочої ЗПС, середини та кінця ЗПС), коли хоча б одне з вимірних значень видимості з авіаційною метою або значення дальності видимості на ЗПС становить менше ніж 1500 м.

Вихідні дані значень дальності видимості на ЗПС оновлюються на ПД як мінімум кожні 60 секунд» [14].

Видимість з авіаційною метою - це значення, яке є більшим із значень:
а) максимальної відстані, на якій чорний об'єкт прийнятних розмірів,

розташований поблизу землі, можна побачити й розпізнати при його спостереженні на світлому фоні;

б) максимальної відстані, на якій світловий орієнтир силою світла приблизно 1000 кд можна побачити й розпізнати на неосвітленому фоні.

Ці дві відстані мають різні значення в повітрі із заданим коефіцієнтом затухання:

а) це метеорологічна оптична дальність видимості (meteorological optical range - MOR);

б) це видимість, що змінюється в залежності від освітленості фону.

«Фактори, що визначають видимість об'єктів в атмосфері умовно можуть бути розподілені на три групи. До першої групи варто віднести фактори, які пов'язані із зором спостерігача, до другого - фактори, обумовлені оптичними характеристиками атмосфери, до третього - фактори, що характеризують відрізняємість об'єктів спостереження на реальному фоні (контраст об'єкта і фона, та кутові розміри об'єкта). Особливістю видимості як метеорологічної величини є те, що не тільки сукупність цих факторів, але і кожен з них може зокрема вплинути на результат спостереження» [15].

При метеорологічному забезпеченні авіації льотний склад цікавить не тільки метеорологічна видимість, а насамперед польотна видимість. Видимість у польоті - це гранична відстань, на якому з борта літака видний реальний об'єкт на навколишньому фоні. «Польотна видимість залежить в основному від двох факторів: стану зовнішнього середовища, і умов огляду. Якщо допустити, що останній фактор досить постійний, то головною причиною, від якої залежить видимість у польоті, є стан атмосфери» [15].

За визначенням; «Метеорологічна дальність видимості для світлого часу доби – це найбільша відстань, з якої можна розрізнити (або виявити) на фоні неба поблизу до горизонту (або на фоні серпанку) чорний об'єкт з кутовим розміром більше за 20'. У нічний час дальність видимості визначається за відстанню до найбільш віддаленого видимого точкового джерела світла, сила якого є відомою» [12].

Під час метеорологічного забезпечення авіації льотний склад більше цікавить не метеорологічна, а польотна видимість.

«Польотна видимість – це гранична відстань, на якій з борту літака видно реальний об'єкт на довколишньому фоні.

Польотна видимість залежить від наступних факторів:

- прозорість атмосфери (МДВ);
- контрастності спостереженого об'єкту на довколишньому фоні (світлотехнічні фактори);

- стан порогових зорових функцій льотчика (психофізичних факторів);
- льотно-технічні дані літака (умови обзору місцевості, швидкості польоту)» [15].

Об'єкти на землі і у повітрі льотчик з кабіни ПС бачить крізь скління під різними кутами, тому можна розділити декілька характеристик видимості (рисунок 2.1):

- вертикальна видимість вниз $S_{в.низ}$;
- вертикальна видимість вверх $S_{в.вгор}$;
- горизонтальна видимість на висоті польоту $S_{г}$;
- видимість на ЗПС (злітна) $S_{ЗПС}$;
- нахильна видимість $S_{нахил}$;
- посадкова видимість $S_{пос}$.

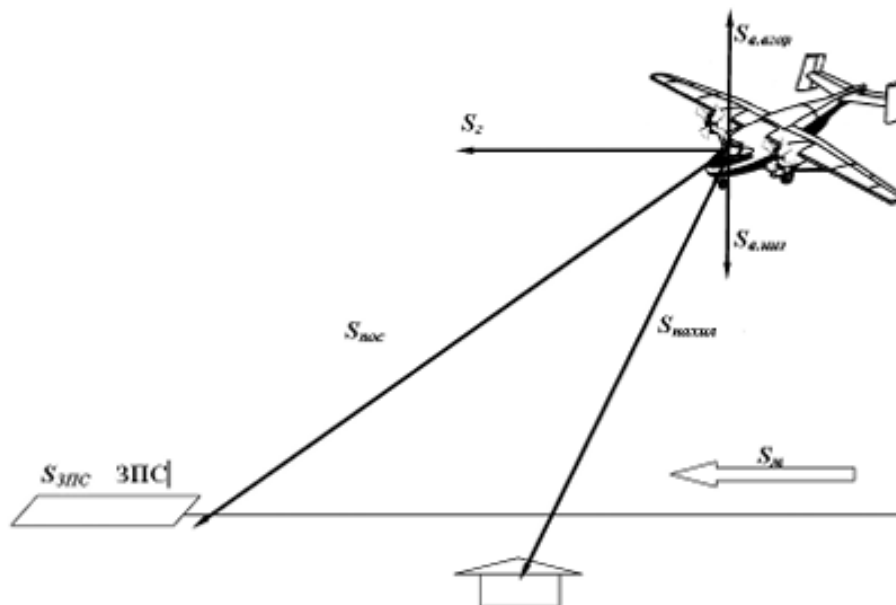


Рисунок 2.1 – Характеристики видимості, що використовуються під час метеорологічного забезпечення авіації [16]

«Вертикальна видимість – це максимальна відстань у вертикальному напрямі, з яких видні та розпізнаються неосвітлені об'єкти вдень і освітлені вночі.

Вертикальна видимість вниз часто ототожнюється з ВНМХ або з тим рівнем, з якого “продивляється земля”» [15].

Вертикальна видимість вверх – це відстань, на якій льотчик з кабіни ПС бачить різні об'єкти, розташовані над ним (хмари, ПС, що знаходяться на більш високих ешелонах тощо).

Видимість на ЗПС (злітна) – видимість по напрямку злету ПС з певної точки, розташованої на ЗПС на висоті, що відповідає рівню очей льотчика під час зльоту.

Горизонтальна видимість дорівнює відстані, на якій видні об'єкти на землі, вона може бути визначена під час польоту до обраного орієнтиру.

Особливе місце серед характеристик польотної видимості займає посадкова видимість. Посадкова видимість визначається розвідником погоди, а під час польотів, за вказівкою керівника польотів і іншими екіпажами. За значення посадкової видимості приймається відстань між літаком і початком (порогом) ЗПС, виміряне керівником зони посадки КЗП за допомогою посадкової РЛС у момент доповіді командирів екіпажу (льотчиків) на посадковій прямій: «Смугу бачу». Якщо бути прискіпливим, можна сказати, що отримане таким чином значення $S_{\text{пос}}$ буде справедливим лише для ПС даного типу.

Поріг ЗПС – початок ділянки ЗПС (≈ 300 м), призначений для приземлення ПС.

В період проведення розвідки погоди визначається польотна видимість (злітна, горизонтальна, нахильна, вертикальна (рисунк 2.2)), а у метеопідрозділі визначається МДВ – S_g .

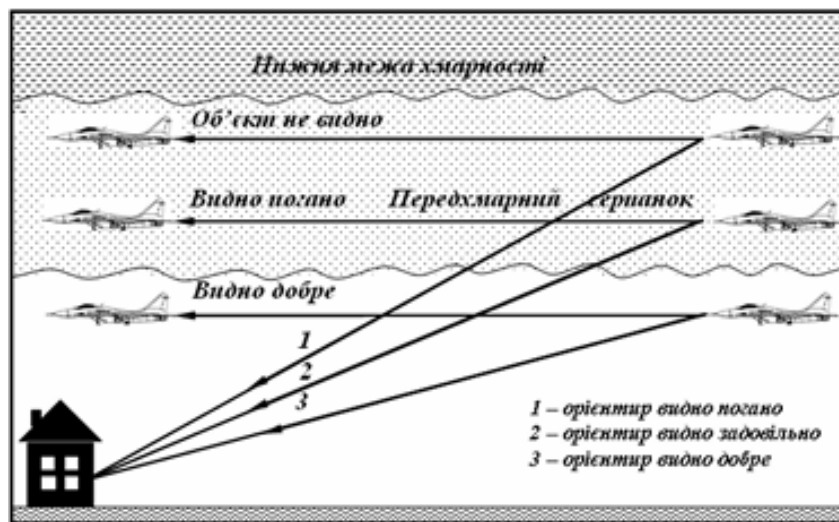


Рисунок 2.2 – Горизонтальна і нахильна польотна видимість у підхмарному шарі (у підхмарному серпанку) для різних висот польоту (горизонтальна видимість з висотою зменшується) [16]

Експериментально встановлені наступні найбільш типові випадки співвідношення горизонтальної видимості біля землі і нахильною видимістю при низькій шаруватій хмарності:

– ВНМХ не більше за 10 м. Дальність нахильної видимості в цьому випадку складає 25-45% дальності горизонтальної видимості біля землі. При ВНМХ менше ніж 100 м нахильна видимість іноді може дорівнювати 100 м і навідь тоді, коли біля землі горизонтальна видимість дорівнюватиме 2-3 км.

– ВНМХ 100-200 м. Дальність нахильної видимості під час виходу з хмар складає 40-70% горизонтальної видимості біля землі. з підвищенням хмар дальність видимості збільшується. при висоті хмар 100-150 м вона складає 40-50% горизонтальної видимості біля землі, а при висоті 150-200 м від 60-70%.

Вплив низької хмарності і (або) обмеженої видимості на польотну видимість визначається типом розподілу горизонтальної видимості у підхмарному шарі (рисунок 2.3) [16].



Рисунок 2.3 – Горизонтальна і нахильна польотна видимість у підхмарному шарі (у підхмарному серпанку) для різних висот польоту (горизонтальна видимість з висотою зростає) [16]

2.2 Хмарність як особливий фактор, що визначає умови польотів

Як відомо, «хмари є одним з елементів кругообігу води в системі Земля-атмосфера. Утворення й еволюція хмар обумовлюються фізичними процесами, що розвиваються в атмосфері, з якої хмари отримують запаси

водяної пари. Але, в свою чергу, хмари дуже впливають на розподіл характеристик стану атмосфери. По-перше, вони виступають у ролі регулятора радіаційних процесів, по-друге, роблять визначний внесок в процеси перетворення енергії в атмосфері завдяки фазовим переходам води» [17].

Регулярні, своєчасні і достовірні спостереження за хмарністю і її трансформацією сприяють своєчасному виявленню характеристик хмарності, НЯП або атмосферних явищ, які є супутніми для тієї чи іншої форми хмар та впливають на виконання польотів ПС.

Під час метеорологічних спостережень за хмарністю на аеродромі проводиться: «стеження за динамікою розвитку хмар та визначаються:

- 1) загальна кількість хмар;
- 2) кількість хмар нижнього ярусу, включаючи хмари вертикального розвитку;
- 3) форма хмар (з відміткою не більше двох основних форм нижнього ярусу та однієї основної форми середнього або однієї форми верхнього ярусу);
- 4) ВНМХ нижнього ярусу (до 2000 метрів від землі (води))» [14].

Результати спостережень за хмарністю використовуються для синоптичного аналізу, складання відповідних зведень, прогнозів погоди різної завчасності. Крім цього, вони використовуються в кліматичних таблицях, описах та довідках, необхідних для планування польотів, після відповідних розрахунків.

Кількість хмар визначається як сумарна частка небосхилу, яка закрита хмарами від усієї видимої поверхні небосхилу, і оцінюється в балах від 1 до 10 (1 бал - 0,1 частка всього небосхилу, 6 балів - 0,6 небосхилу, 10 балів - весь небосхил закритий хмарами).

Форма хмар визначається візуально з урахуванням прийнятої класифікації. Основні відмінні ознаки під час визначення форми хмар - їх зовнішній вигляд і структура. Назва основних форм хмар дається українською мовою, нарівні з прийнятими латинськими найменуваннями та скороченими позначеннями.

ВНМХ на аеродромі до 2000 метрів вимірюється інструментально за допомогою відповідних приладів згідно з експлуатаційною документацією до них та визначається у значеннях, кратних 10 метрам. Якщо вимірювання висоти хмар за допомогою приладів неможливе (значні розриви в хмарному шарі та хмар у зеніті немає), то за відсутності польотів вона оцінюється візуально з використанням відповідних розрахунків, а під час польотів - за даними екіпажів ПС.

У випадках, коли нижня межа хмар розмита, розірвана або швидко змінюється, у зведеннях визначається мінімальне значення ВНМХ.

«Під час туману або сильних опадів, коли стан неба визначити неможливо, замість висоти хмар визначається вертикальна видимість. Вертикальна видимість визначається інструментально за допомогою приладів: вимірювачів висоти хмар або в разі можливості за даними екіпажів ПС. У таких випадках її значення ототожнюється з ВНМХ, а в щоденнику погоди (стартовому журналі) ставиться “верт.”. Вертикальна видимість вказується до висоти 600 метрів у значеннях, кратних 10 метрам» [1].

Основні ускладнення для пілотів при посадці і зльоті пов'язані з хмарністю і умовами видимості, яка залежить від висоти хмар, вологості і швидкості вітру. Погіршення видимості біля земної поверхні частіше за все відбувається при наявності низьких хмар.

«Охолодження вологого повітря є однією з основних причин виникнення низької хмарності. Його можуть спричиняти: адіабатичне поширення повітря при підйомі і радіаційне охолодження. Низька хмарність може спостерігатися на атмосферних фронтах усіх типів, а також усередині однорідних повітряних мас в антициклонах, що сформувалися в морському повітрі помірних широт, або в теплих секторах циклонів і баричних сідловинах» [12, 13].

«Шаруваті хмари (St), частіше за все, виникають в підінверсійному шарі, коли повітря в ньому досягає стану насичення. Нижня межа хмар, як правило, знаходиться на висоті 100...300 м, але може опускатися до 50 м, в окремих випадках і до земної поверхні. Коливання висоти нижньої межі значно ускладнює політ на малих висотах. Горизонтальна протяжність хмар може досягати сотень і навіть тисяч кілометрів. Вертикальна протяжність шаруватих хмар зазвичай не перевищує 600 м» [12, 17].

«Шарувато-купчасті хмари (Sc) можуть бути щільними і з просвітами. Висота межі щільних хмар частіше за все 300...600 м, товщина - 600...1000 м і більше. Висота нижньої межі хмар з просвітами складає 500...1000 м, товщина - 100...300 м. В зонах атмосферних фронтів існують і розшаровані хмари» [12].

«Шарувато-дощові хмари (Ns) типові для фронтальних розділів. Висота їх нижньої межі і вертикальна потужність залежать від відстані до приземної лінії фронту, поблизу якої мінімальна висота хмар (разом з розірваними) складає 100...200 м, а іноді і менше. Товщина хмар змінюється від декількох сотень метрів до декількох кілометрів. В усі сезони року при польоті в шарувато-дощових хмарах на літаках можливе виникнення значних зарядів статичної електрики» [13].

Якщо політ літака відбувається в хмарах вертикального розвитку (Cb, Cu), в яких спостерігаються інтенсивні низхідні і висхідні потоки повітря та інші небезпечні для авіації явища погоди, необхідно суттєво змінити профіль польоту.

«Купчасто-дощові хмари (Cb) характеризуються найбільш небезпечними умовами для польотів. Висота верхньої і нижньої межі купчасто-дощових хмар над Східною Європою має чітко виявлений річний хід, причому максимум висоти нижньої межі відмічається влітку (1,3 км), мінімум - взимку (0,8 км). Вершини найбільш розвинутих хмар можуть досягати тропопаузи, а в окремих випадках навіть проникати в стратосферу. Горизонтальна протяжність купчасто-дощових хмар може коливатися від декількох кілометрів до десятків кілометрів. В цих хмарах спостерігаються зони значної неоднорідності електричних зарядів, сильна турбулентність, обледеніння і грози. Польоти в купчastoдощових хмарах забороняються. Візуально обходити хмари необхідно на 112 відстані не менше 10 км, по радіолокаційним спостереженням – на відстані 15 км» [13].

Польоти на малих і гранично малих висотах значною мірою ускладнюються низькою хмарністю.

Доведено, що «хмарність відноситься до числа найбільш важко прогнозованих елементів. В основі методів прогнозу хмарності лежить генетична сутність хмарності, тобто враховуються ті причини, що приводять до розвитку хмарності (врахування термічного режиму і режиму вологості, врахування процесів, що викликають розвиток висхідних вертикальних рухів. Сюди відносяться упорядковані вертикальні рухи за рахунок нестационарності процесу, а також вертикальні рухи за рахунок динамічної термічної конвекції)» [13, 16, 17].

«Висота нижньої межі хмар - відстань по вертикалі між земною (водною) поверхнею і нижньою межею найнижчого шару хмар» [14].

Польоти за умовами «виконання в метеорологічних умовах діляться на польоти:

- у простих метеорологічних умовах (далі - ПМУ);
- у складних метеорологічних умовах (далі – СМУ).

Польоти у ПМУ - польоти при метеорологічних умовах, які виражені у значеннях видимості і параметрах хмарності, за яких польоти виконуються за ПВП (крім польотів під хмарами при низькій хмарності та/або при обмеженій польотній видимості)» [2].

До польотів «у СМУ належать польоти:

- у хмарах, між шарами хмар, за хмарами - за хмарності 7 і більше балів;
- над водною поверхнею поза межею видимості берегової смуги;
- у стратосфері;
- під хмарами та/або при польотній видимості» [2].

Метеорологічні умови, за яких бойове застосування вважається виконаним у СМУ визначаються курсами бойової підготовки, курсами льотної підготовки, програмами підготовки льотного складу, курсами навчально-льотної підготовки тощо (далі - КБП) відповідних родів авіації.

Мінімуми встановлюються окремо для аеродрому (вертодрому, постійного ЗПМ), типу ПС, командира екіпажу ПС.

Відповідно до [2]: «Основними параметрами під час встановлення мінімумів для виконання польотів є:

1) вертикальні складові:

абсолютна висота прийняття рішення (DA - decision altitude) або відносна висота прийняття рішення (DH - decision height);

мінімальна абсолютна висота зниження (MDA - minimum descent altitude) або мінімальна відносна висота зниження (MDH - minimum descent height);

висота нижньої межі хмар;

2) горизонтальні складові:

видимість на ЗПС (RVR - runway visual range) або видимість біля землі (горизонтальна видимість) (VIS - visibility)».

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИСОТИ НИЖНЬОЇ МЕЖІ ХМАР НА АЕРОДРОМІ КАЛИНІВКА

На аеродромі Калинівка використовують такі вимірювачі ВНМХ: «Промінь» та «ДатаСпектр».

Відповідно до “Правил визначення придатності до експлуатації аеродромів та злітно-посадкових майданчиків державної авіації України” «вимірювачі висоти нижньої межі хмар (вертикальної видимості) встановлюються як первинні вимірювальні перетворювачі висоти нижньої межі хмар (вертикальної видимості) - на відстані не більше ніж 50 м від робочого приміщення метеостерігачів; до них пульти керування (показчики) та реєстратори - у робочих приміщеннях метеостерігачів.

Дистанційні вимірювачі висоти нижньої межі хмар встановлюються як первинні вимірювальні перетворювачі висоти нижньої межі хмар (вертикальної видимості) - на ближньому привідному радіомаяку; до них пульти керування (показчики) та реєстратори - у робочому приміщенні метеостерігачів» [18].

3.1 Річний хід повторюваності ВНМХ нижче встановлених критеріїв

Повторюваність градацій ВНМХ розрахована як відсоток від загального числа спостережень за вказаний строк і за кожен добу багаторічного місяця. Один випадок – одне щогодинне спостереження. Розрахунок повторюваності ВНМХ здійснювався за градаціями: <50 м, 50-100 м, 100-150 м, 150-200 м, 200-300 м, 300-500 м, 500-1000 м, ≥ 1000 м, при кількості хмарності 0-3 бали, 4-6 балів, 7-9 балів, 10 балів у певні часові періоди доби з 06.00 до 18.00 та з 18.00 до 06.00.

Аналізуючи таблицю А.1 та рисунок 3.1.1 можна зробити висновок, що в 2019 році найбільша повторюваність загальної кількості хмар спостерігається при кількості балів 0-3 – 4415 випадків, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2033. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1403 та 909 випадків відповідно.

Найбільша кількість випадків малохмарної (0-3 балів) погоди було зафіксовано у період з березня по жовтень з максимумом в серпні місяці – 617. Найбільша кількість випадків розсіяної хмарності (4-6 балів) спостерігається у період з травня по серпень з максимумом в червні – 168 випадків. Кількість випадків значної хмарності (7-9 балів) спостерігається максимум в травні – 185 випадків. Найбільша кількість випадків суцільної хмарності (10 балів) спостерігається у період з листопада по квітень з максимумом в січні – 479 випадків.

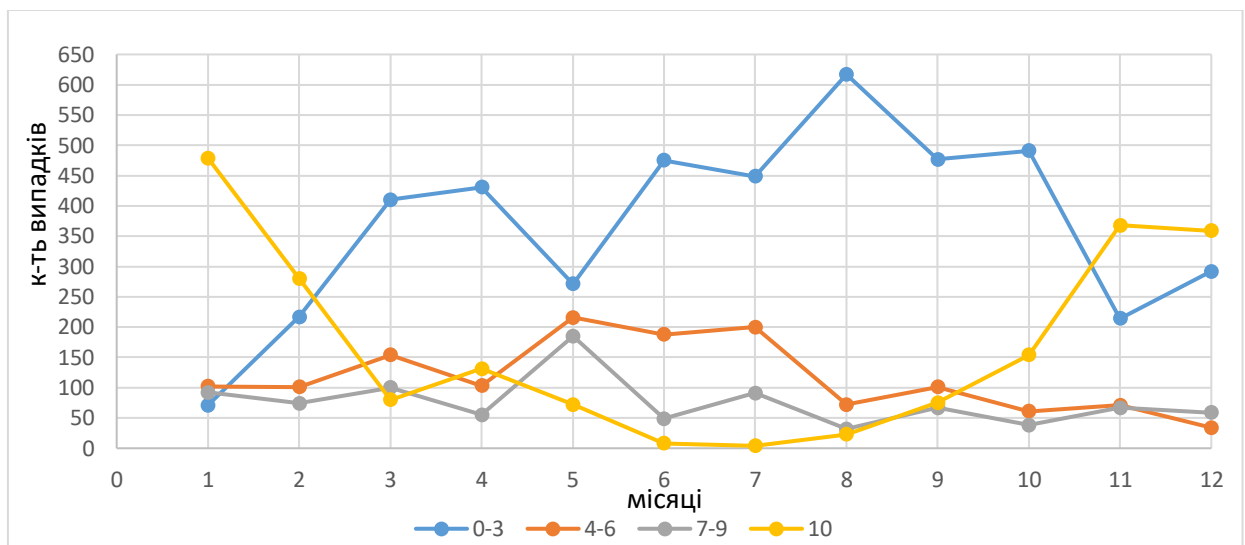


Рисунок 3.1.1 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2019 рік

Аналізуючи таблицю А.2 та рисунок 3.1.2 можна сказати, що найбільша повторюваність загальної кількості хмарності в 2029 році також спостерігається при кількості балів 0-3 – 4437 випадків, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2080. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1141 та 826 випадків відповідно.

Найбільша кількість випадків малохмарної (0-3 балів) погоди спостерігається у період з березня по квітень та з червня по жовтень з максимумом в вересні місяці – 605 випадків. Кількість випадків розсіяної хмарності (4-6 балів) з максимумом в липні – 174 випадків. Кількість випадків значної хмарності (7-9 балів) спостерігається максимум в травні – 134 випадків. Найбільша кількість випадків суцільної хмарності (10 балів) спостерігається у період з листопада по квітень з максимумом в грудні – 606 випадків.

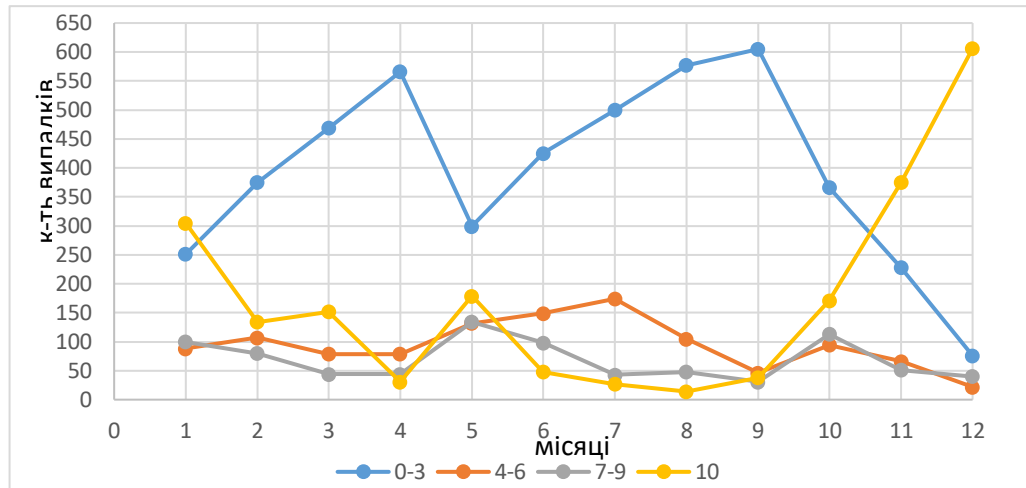


Рисунок 3.1.2 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2020 рік

Аналізуючи таблицю А.3 та рисунок 3.1.3 можна сказати, що найбільша повторюваність загальної кількості хмар в 2021 році спостерігається при кількості балів 0-3 – 4225 випадків, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 1905. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1534 та 1096 випадків відповідно.

Найбільша кількість випадків малохмарної (0-3 балів) погоди спостерігається у період з березня по листопад з максимумом в липні місяці – 499 випадків. Найбільша кількість випадків розсіяної хмарності (4-6 балів) з вересня по жовтень з максимумом в червні – 211 випадків. Кількість випадків значної хмарності (7-9 балів) спостерігається максимумом в листопаді – 145 випадків. Найбільша кількість випадків суцільної хмарності (10 балів) спостерігається у період з листопада по травень з максимумом в грудні – 461 випадків.

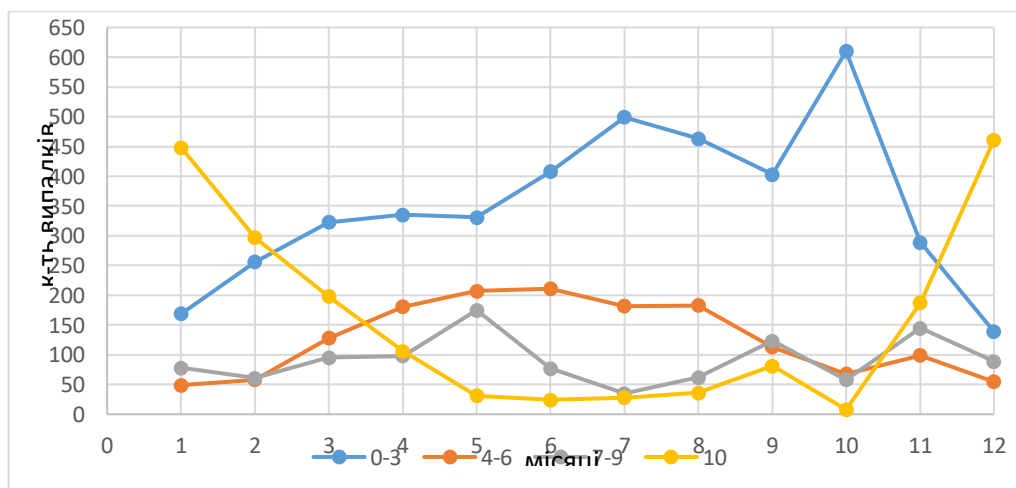


Рисунок 3.1.3 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2021 рік

Аналізуючи таблицю А.4 та рисунок 3.1.4 можна сказати, що найбільша повторюваність спостерігається при кількості балів 0-3 – 3589 випадків, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2918. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 783 та 1470 випадків відповідно.

Найбільша кількість випадків малохмарної (0-3 балів) погоди спостерігається у період з травня по листопад з максимумом в липні місяці – 399 випадків. Найбільша кількість випадків розсіяної хмарності (4-6 балів) з квітня по жовтень з максимумом в червні – 133 випадків. Кількість випадків значної хмарності (7-9 балів) спостерігається максимумом в липні – 172 випадків. Найбільша кількість випадків суцільної хмарності (10 балів) спостерігається у період з листопада по лютий з максимумом в січні – 491 випадків.

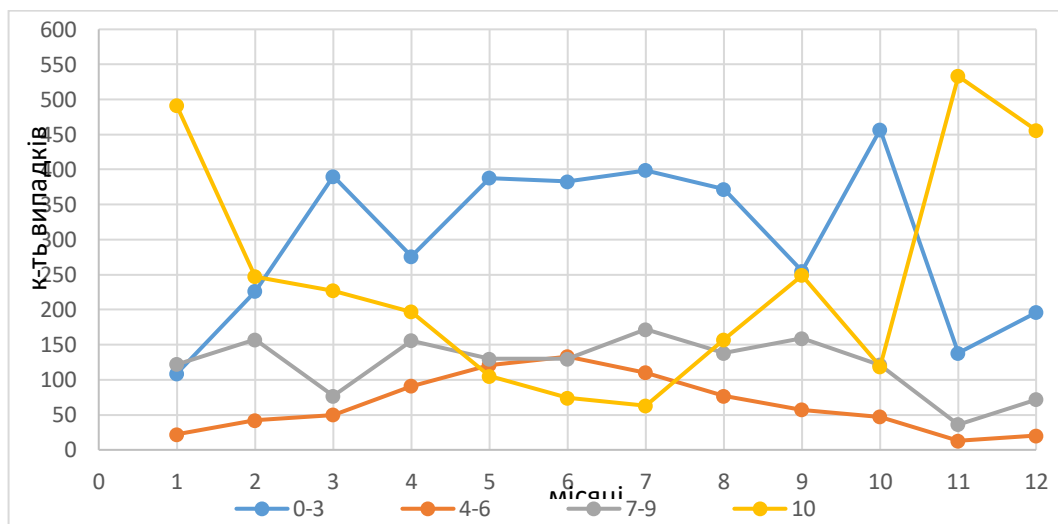


Рисунок 3.1.4 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2022 рік

Аналізуючи таблицю А.5 та рисунок 3.1.5 можна сказати, що найбільша повторюваність спостерігається при кількості балів 0-3 – 4474 випадків, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2178. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1096 та 1012 випадків відповідно.

Найбільша кількість випадків малохмарної (0-3 балів) погоди спостерігається у період з травня по жовтень з максимумом в серпні місяці – 593 випадків. Найбільша кількість випадків розсіяної хмарності (4-6 балів) з травня по серпень з максимумом в червні – 168 випадків. Кількість випадків

значної хмарності (7-9 балів) спостерігається максимум в березні – 135 випадків. Найбільша кількість випадків суцільної хмарності (10 балів) спостерігається у період з листопада по квітень з максимумом в січні – 528 випадків.

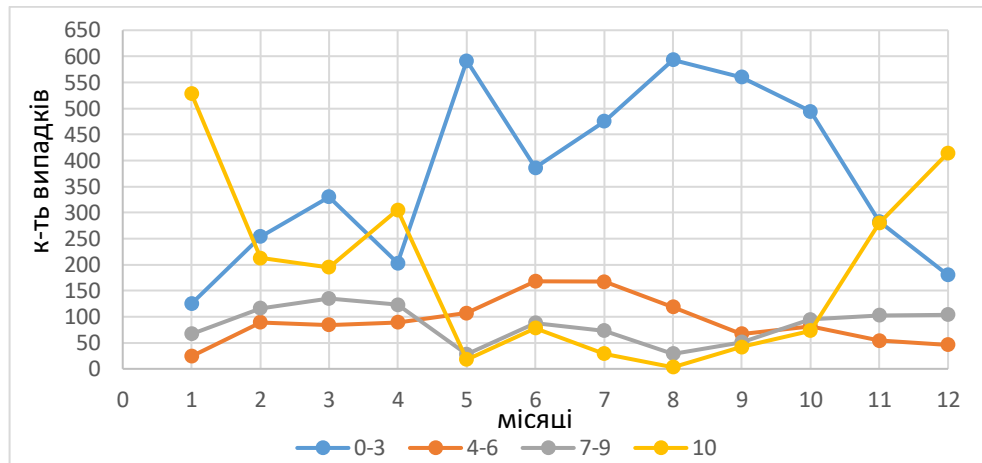


Рисунок 3.1.5 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2023 рік

Аналізуючи таблиці в додатку А.1-А.5 та рисунки 3.1.1-3.1.5, можна зробити наступний висновок: з 2019 по 2020 рік переважала більше малоохмарна погода, з 2021 по 2022 рік спостерігалось зменшення малоохмарної погоди, і з 2023 року знову переважала малоохмарна погода.

Найбільша повторюваність спостерігається при кількості балів 0-3 – 4737 випадків у 2020 році, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2918 у 2022 році. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1534 у 2021 році та 1470 випадків у 2022 році відповідно.

3.2 Добовий хід повторюваності ВНМХ нижче встановлених критеріїв

По даним таблиць в додатку А.6, А.7, та А.10-А.11 та аналізуючи рисунки 3.2.1, 3.2.2, можна зробити висновок, що при кількості хмарності 0-3 балів та 4-6 балів, найбільше випадків спостерігалось в період з 06.00 – 18.00. При цьому переважаюча ВНМХ складала ≥ 1000 м, максимум повторюваності якої припадає на теплий період року.

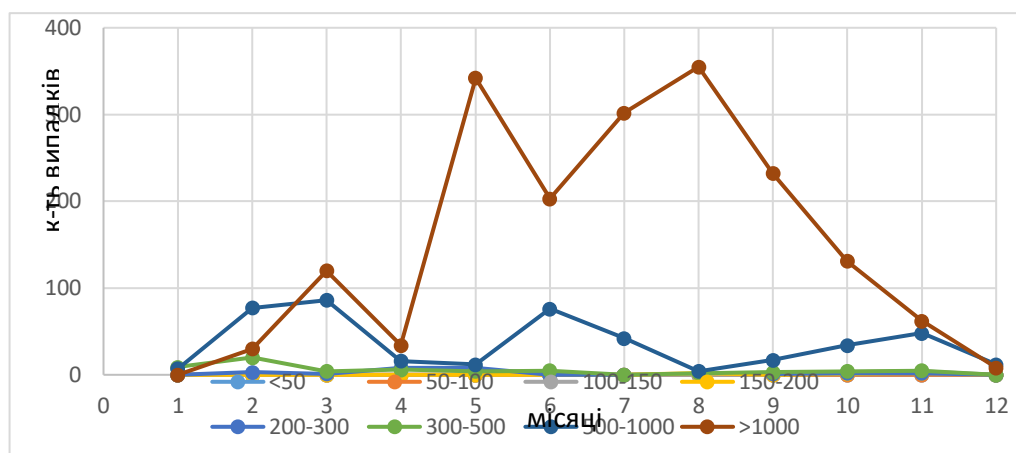


Рисунок 2.2.1 – Кількість балів хмарності (0-3 б) у період з 06:00 – 18:00 за 2019-2023 рр.

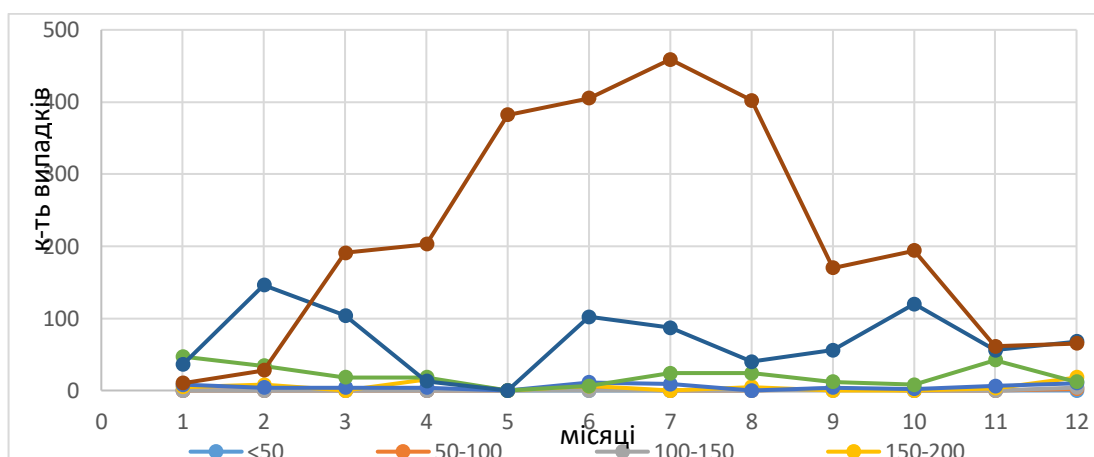


Рисунок 3.2.2 – Кількість балів хмарності (4-6 б) у період з 06:00 – 18:00 за 2019-2023 рр.

По даним таблиць А.8, А.12 та рисунків 3.2.3, 3.2.4, можна зробити висновок, що при кількості хмарності 7-9 балів, найбільше випадків спостерігалось в період з 06.00 – 18.00. При цьому переважаюча ВНМХ складала 500-1000 м, максимум повторюваності якої припадає на перехідні сезони.

По даним таблиць А.9, А.13 та рисунків 3.2.3, 3.2.4, можна зробити висновок, що при кількості хмарності 10 балів в період з 06.00 – 18.00 переважаюча ВНМХ складала 100-150 м, максимум повторюваності якої припадає на січень та грудень. В період з 18.00 – 06.00 переважаюча ВНМХ складала 500-1000 м, максимум повторюваності якої припадає на листопад.

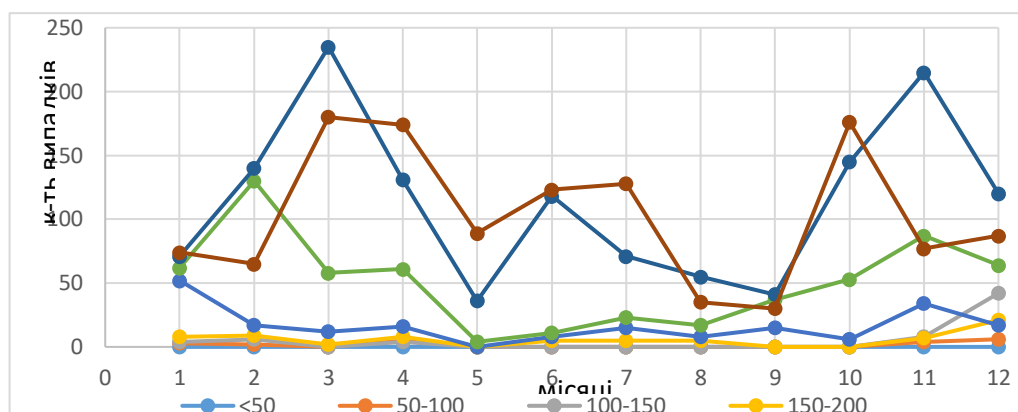


Рисунок 3.2.3 – Кількість балів хмарності (7-9 б) у період з 06:00 – 18:00 за 2019-2023 рр.

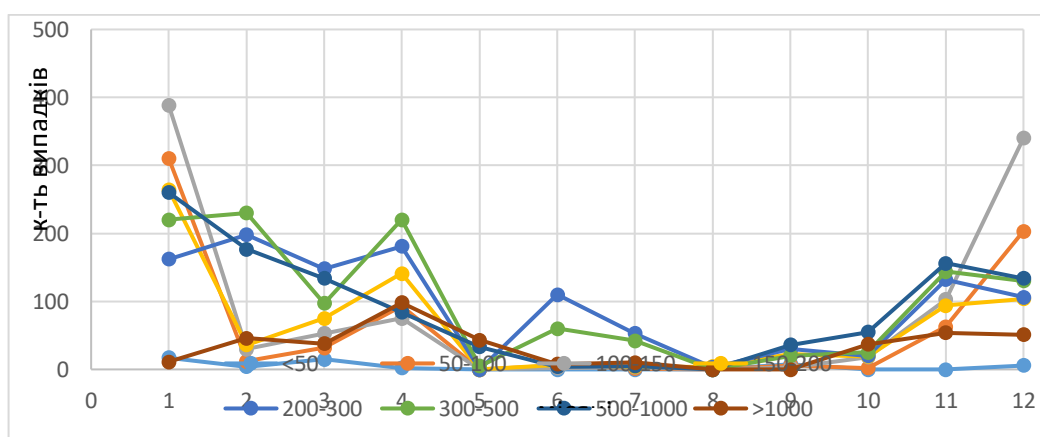


Рисунок 3.2.4 – Кількість балів хмарності (10 б) у період з 06:00 – 18:00 за 2019-2023 рр.

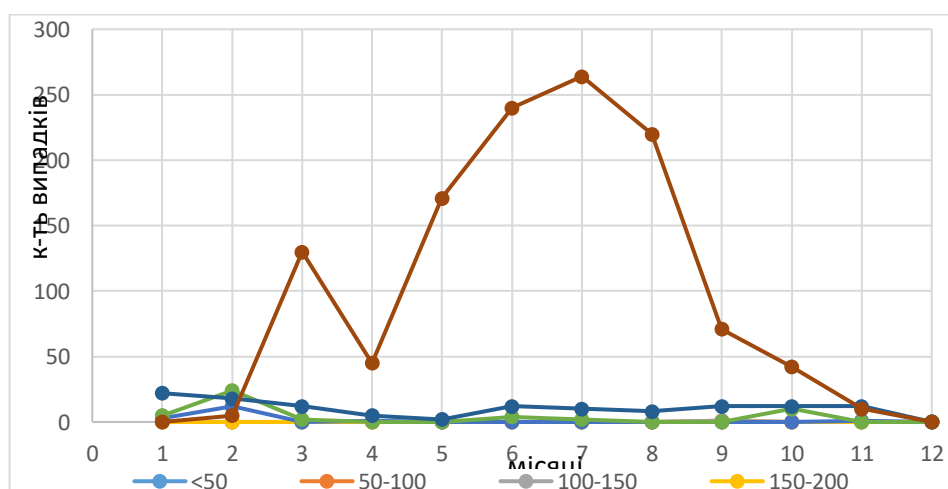


Рисунок 3.2.5 – Кількість балів хмарності (0-3 б) у період з 18:00 – 06:00 за 2019-2023 рр.

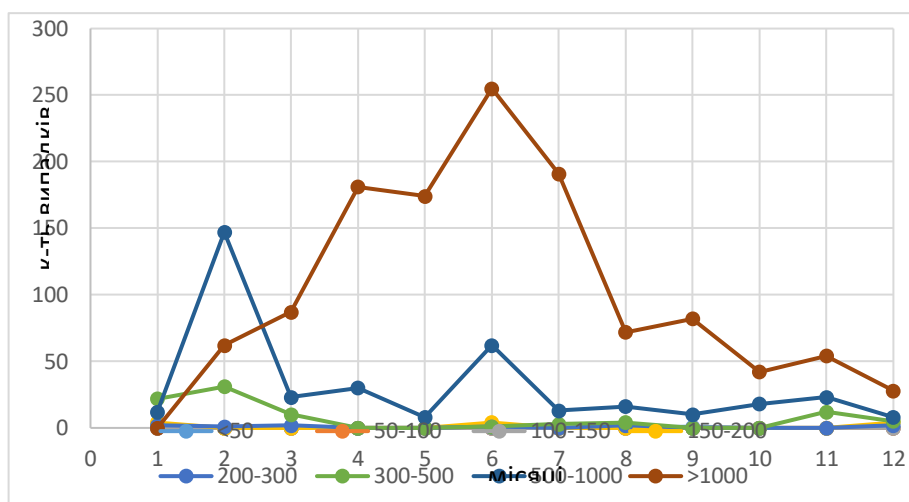


Рисунок 3.2.6 – Кількість балів хмарності (4-6 б) у період з 18:00 – 06:00 за 2019-2023 рр.

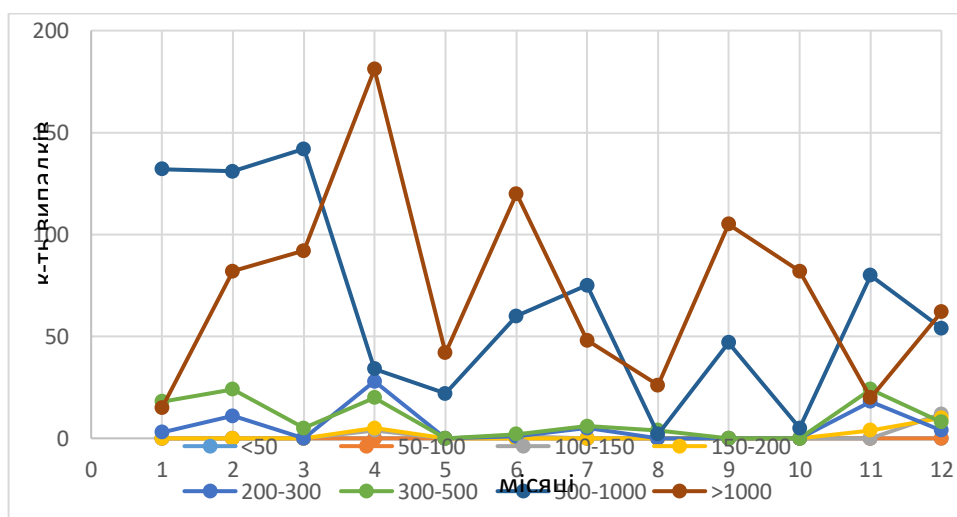


Рисунок 3.2.7 – Кількість балів хмарності (7-9 б) у період з 18:00 – 06:00 за 2019-2023 рр.

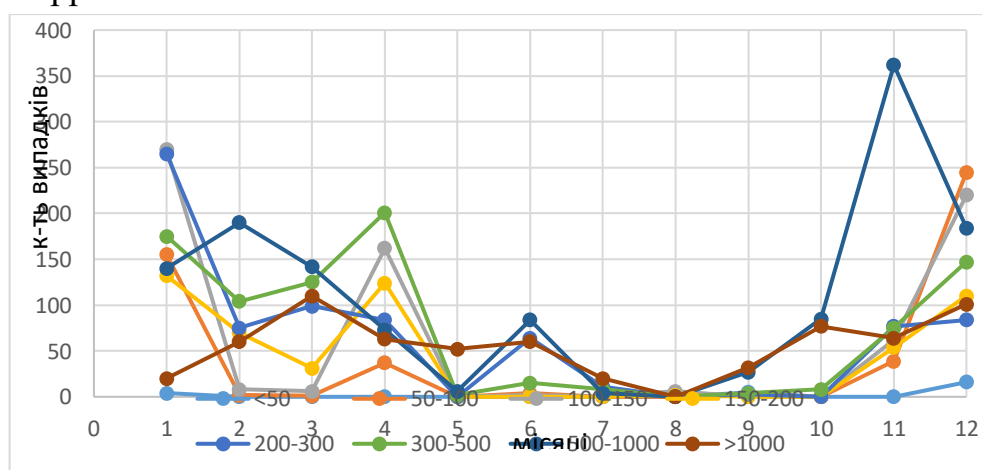


Рисунок 3.2.8 – Кількість балів хмарності (10 б) у період з 18:00 – 06:00 за 2019-2023 рр.

3.3 Повторюваність ВНМХ нижче 60 м при різних напрямках і швидкостях вітру

З 2019 – 2023 рр. зробила вибірку повторюваності ВНМХ менше 60 м при різних напрямках і швидкостях вітру, кожен випадок – кількість годин, де спостерігались такі явища як: туман, мряка та густі серпанки.

Проаналізувавши повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 565 випадків, найчастіше низька хмарність спостерігалась в холодну пору року, переважаючий напрямок від 100° – 240° , при штилі – 156 випадків (рисунок 3.3.1 та таблиця 3.3.1).

Таблиця 3.3.1 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль з 2019-2023 рр.

Місяць	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	штиль
I	0	4	3	10	17	10	7	5	0	1	2	1	21
II	0	0	0	0	5	12	15	7	1	1	1	0	10
III	2	2	2	1	3	2	1	0	0	2	2	2	7
IV	1	0	0	1	2	4	0	0	0	0	1	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3
IX	5	1	3	0	1	0	0	0	0	2	2	0	4
X	0	0	1	1	3	17	24	23	2	3	2	0	50
XI	6	5	15	18	18	25	9	8	5	1	10	8	10
XII	10	11	16	25	27	49	32	9	1	5	10	16	50
Σ	24	23	40	56	76	119	88	52	9	15	34	29	156

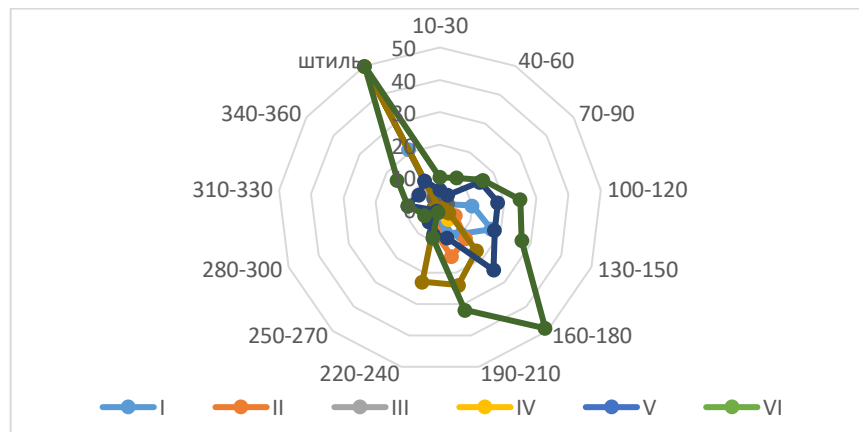


Рисунок 3.3.1 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с з 2019-2023 рр.

Проаналізувавши повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 438 випадків, найчастіше низька хмарність спостерігалась в холодну пору року, переважаючий напрямок від 100° – 180° (рисунок 3.3.2 та таблиця 3.3.2).

Таблиця 3.3.2 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с з 2019-2023 рр.

Місяць	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	ШТИЛЬ
I	0	0	3	17	73	30	0	2	0	0	0	1	126
II	1	0	0	1	16	7	10	3	0	0	0	0	38
III	0	1	1	1	3	2	0	0	0	0	0	1	9
IV	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
X	0	0	0	0	1	0	1	4	0	1	0	0	7
XI	1	1	8	23	21	14	2	0	1	0	4	3	78
XII	3	9	26	35	57	21	5	0	6	4	2	1	169
Σ	10	11	39	77	171	74	18	9	8	7	7	7	438

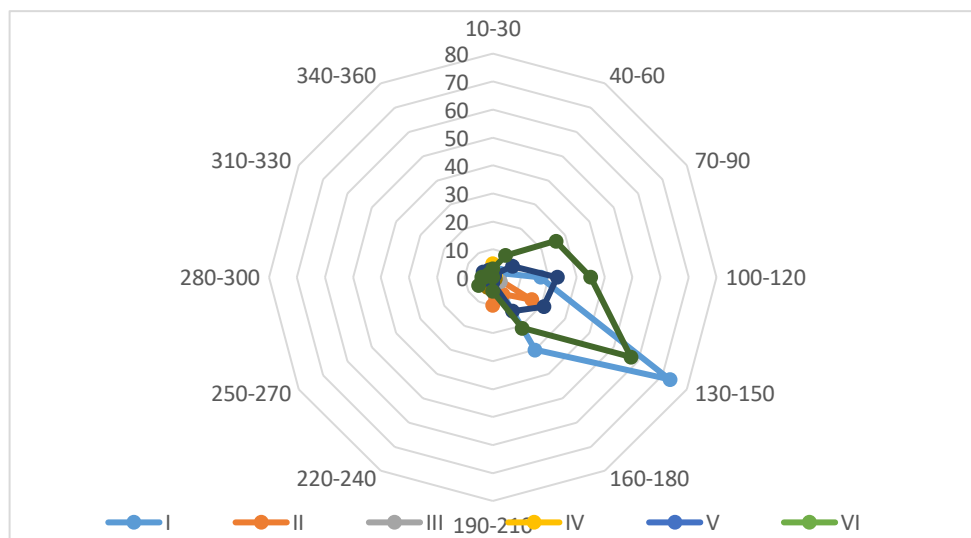


Рисунок 3.3.2 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с з 2019-2023 рр.

Проаналізувавши повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 19 випадків та 12 м/с спостерігалось 18 випадків, з 2019-2023 рр., найчастіше низька хмарність спостерігалась в холодну пору року, переважаючий напрямок від 100° – 180° (таблиці 3.3.3 та 3.3.4).

Таблиця 3.3.3 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с з 2019-2023 рр.

Місяць	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	Штиль
I												1	1
II													
III												1	1
IV													
V													
VI													
VII													
VIII													
IX													
X													
XI													
XII				9	4	4							17
Σ				9	4	4						2	19

Таблиця 3.3.4 – Повторюваність ВНМХ менше 60 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12 м/с з 2019-2023 рр.

Місяць	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	Штиль
I				12	3								15
II													
III													
IV													
V													
VI													
VII													
VIII													
IX													
X													
XI													
XII				2	1								3
Σ				14	4								18

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ВИДИМОСТІ НА АЕРОДРОМІ КАЛІНІВКА

4.1 Річний хід повторюваності видимості нижче встановлених критеріїв

Повторюваність видимості у 2019 році має чітко виражений річний хід з максимумом в липні і мінімумом в листопаді для градацій видимості 6-10 км, градація видимості < 200 м максимум спостерігалось в жовтні 8,3%. (таблиця Б.1, рисунок 4.1.1).

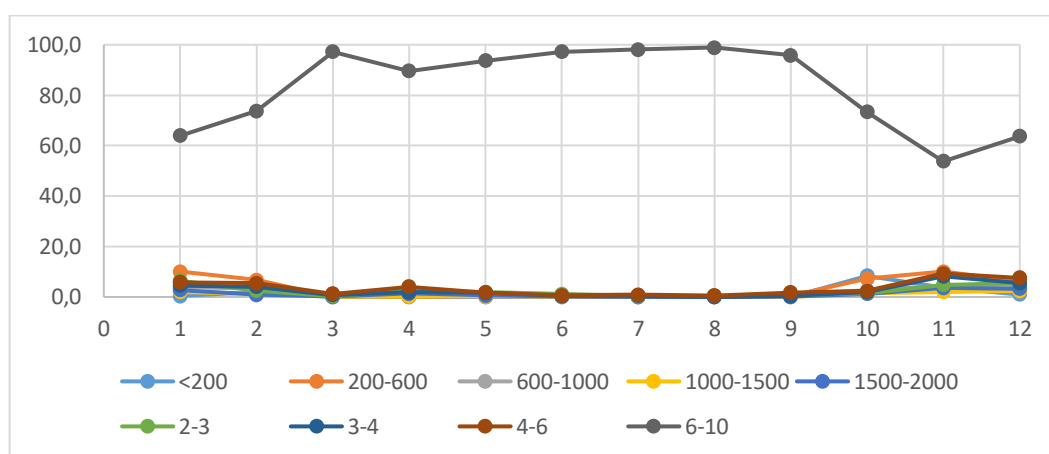


Рисунок 4.1.1 Графік річного ходу повторюваності видимості у 2019 році

Повторюваність видимості у 2020 році має чітко виражений річний хід з максимумом в липні і мінімумом в грудні для градацій видимості 6-10 км, градація видимості < 200 м максимум спостерігалось в січні 0,4%. (таблиця Б.2, рисунок 4.1.2).

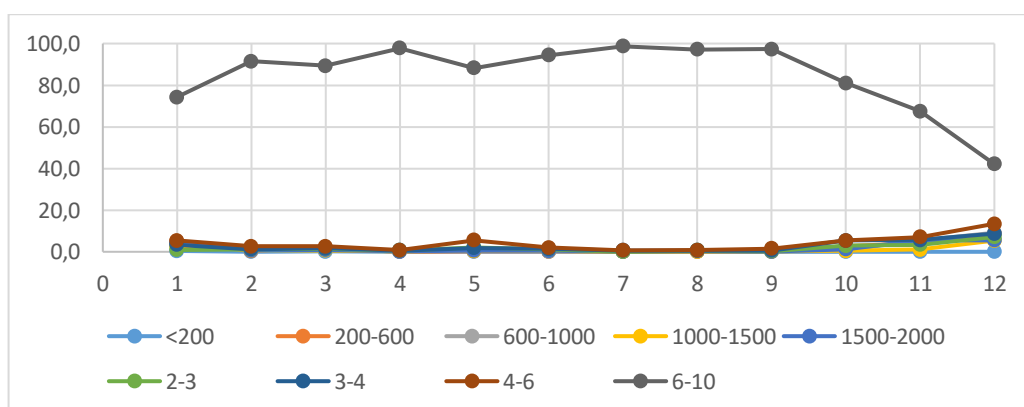


Рисунок 4.1..2 Графік річного ходу повторюваності видимості у 2020 році

Повторюваність видимості у 2021 році має чітко виражений річний хід з максимумом в червні і мінімумом в лютому для градацій видимості 6-10 км, градація видимості < 200 м максимум спостерігалось в грудні 0,8%. (таблиця Б.3, рисунок 4.1.3).

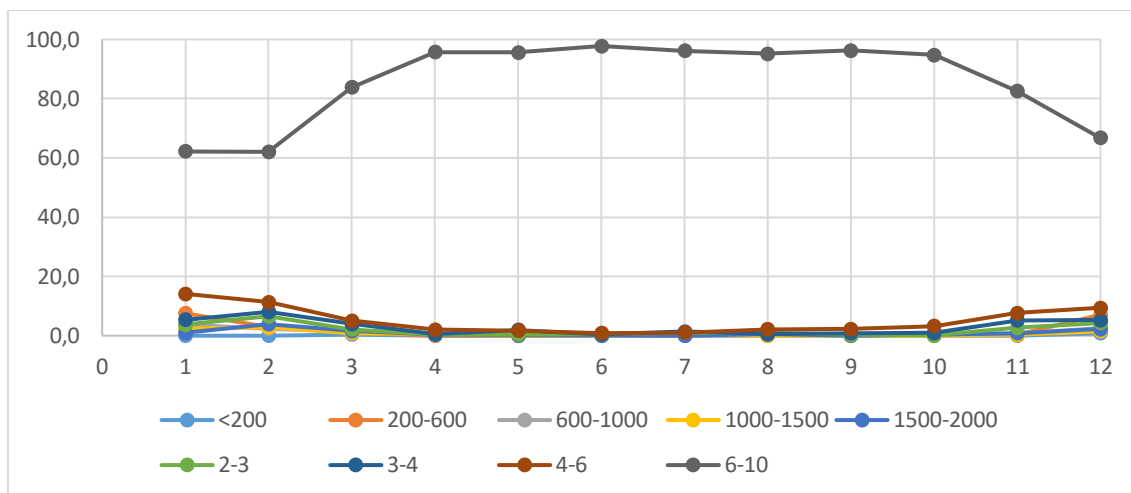


Рисунок 4.1.3 Графік річного ходу повторюваності видимості у 2021 році

Повторюваність видимості у 2022 році має чітко виражений річний хід з максимумом в липні і мінімумом в листопаді для градацій видимості 6-10 км, градація видимості < 200 м максимум спостерігалось в грудні 3,2%. (таблиця Б.4, рисунок 4.1.4).

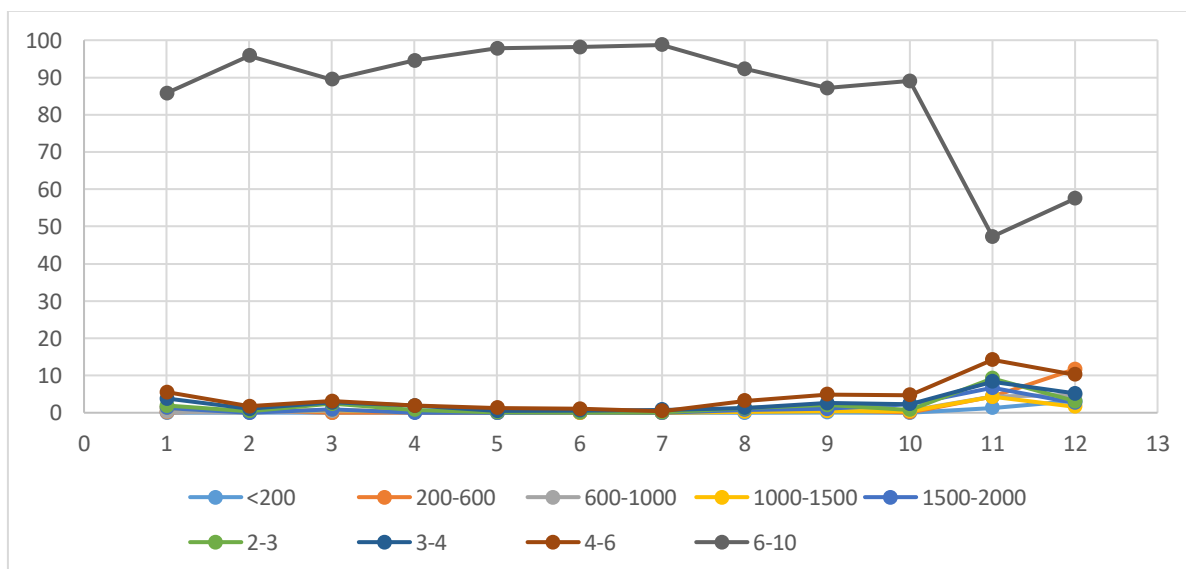


Рисунок 4.1.4 Графік річного ходу повторюваності видимості у 2022 році

Повторюваність видимості у 2023 році має чітко виражений річний хід з максимумом в травні і мінімумом в січні для градацій видимості 6-10 км, градація видимості < 200 м спостерігалась в вересні в 0,3%. (таблиця Б.5, рисунок 4.1.5).

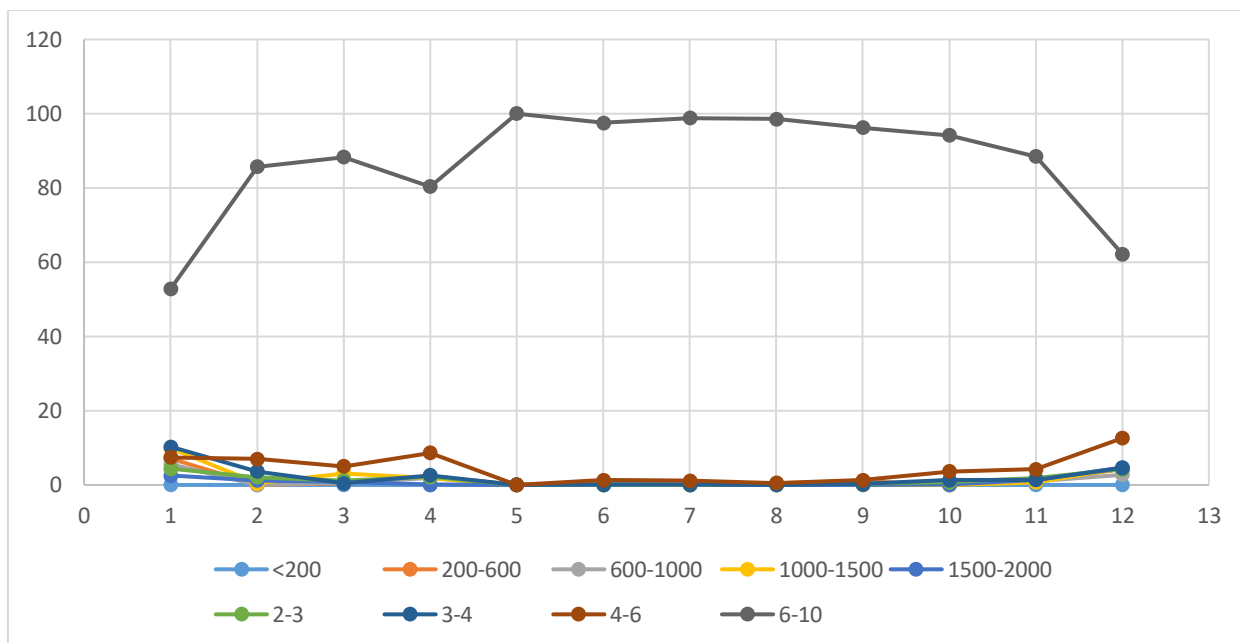


Рисунок 4.1.5 Графік річного ходу повторюваності видимості у 2023 році

З представлених графіків річного ходу повторюваності видимості (рисунки 4.1.1 – 4.1.5) можна зробити висновок, що впродовж року найбільш сприятливим періодом для здійснення безпечних польотів є місяці теплового періоду року, тобто з травня по вересень. А найбільш несприятливими (через високі значення повторюваності погіршеної видимості) є місяці холодного періоду року (жовтень – лютий), серед яких особливо несприятливим вважається грудень, оскільки в цей місяць повторюваність випадків з погіршенням видимості до значень < 200 м досягає максимальних значень, тільки в 2019 році до значень < 200 м досягає максимальних значень в жовтні.

Це відбувається через різко виражену сезонність синоптичних процесів в нашому регіоні. Так як в холодний період року частіше спостерігається циклонічна діяльність, результатом якої являється формування низьких хмар з випадінням опадів, що призводить до погіршення видимості, а також адвекція теплих повітряних мас на холодну підстильну поверхню, що призводить до утворення адвективних туманів, то ці фактори можна вважати основними причинами погіршення видимості в цей час. В теплий період року причиною погіршення видимості є радіаційне охолодження приземного шару повітря в нічні години, яке призводить до утворення серпанків і туманів, а

також погіршення видимості, спричинене випадінням опадів при проходженні фронтів і при внутрішньомасових процесах в хмарах.

4.2 Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках і швидкостях вітру

З 2019 – 2023 рр. зробила вибірку повторюваності видимості менше 1000 м при різних напрямках і швидкостях вітру, кожен випадок – кількість годин, коли спостерігався туман.

Виходячи із рисунка 4.2.1 та таблиці у додатку Б.6 у 2019 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 238 випадків, найчастіше туман спостерігався в холодну пору року, переважаючий напрямок від 100° – 240° , при штилі – 80 випадків.

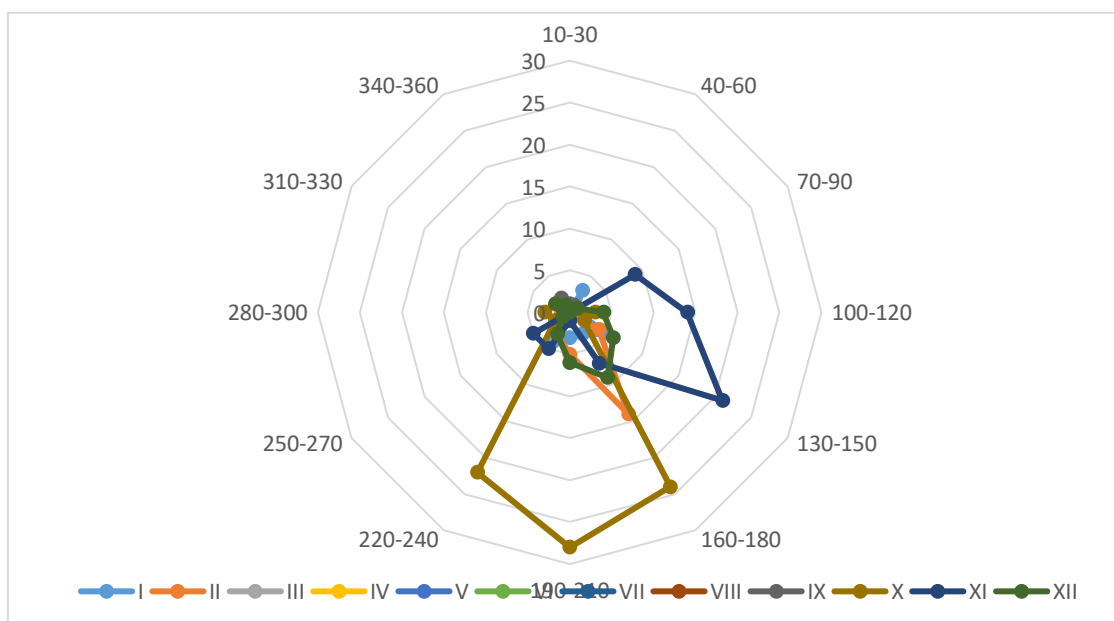


Рисунок 4.2.1 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2019 рік

Аналізуючи рисунок 4.2.2 та таблиці у додатку Б.7 у 2019 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 240 випадки, найчастіше туман спостерігався в холодну пору року, при напрямку від 100° – 180° .

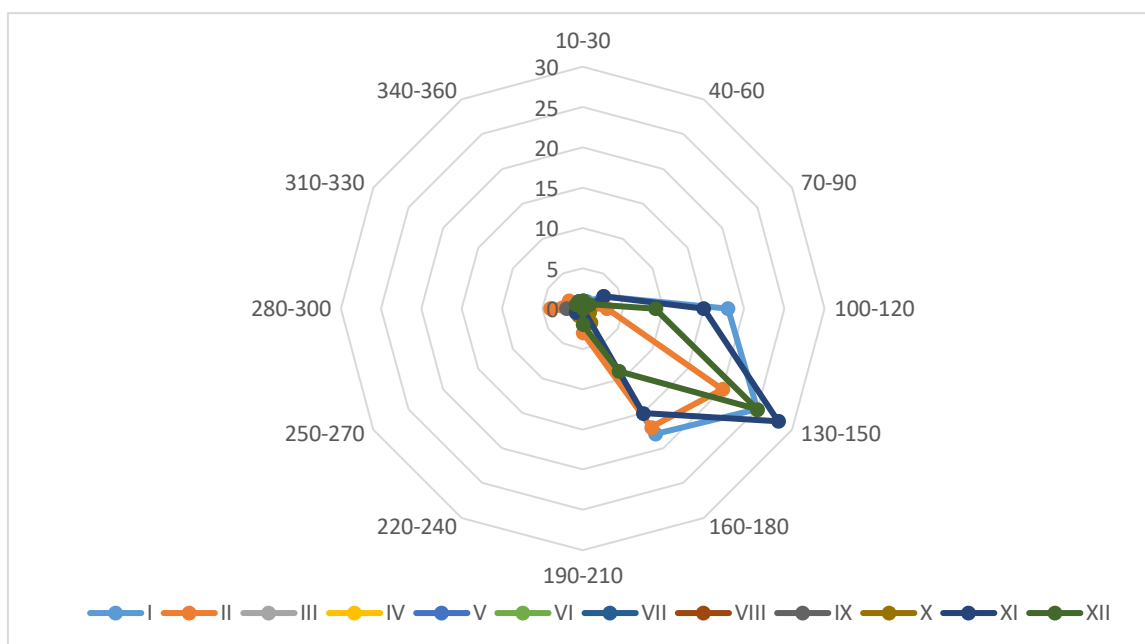


Рисунок 4.2.2 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2019 рік

Виходячи із рисунка 4.2.3 та таблиці у додатку Б.8 у 2019 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 2 випадки, туман спостерігався січні та лютому місяцях, при напрямку 190-210° та 310-330°.

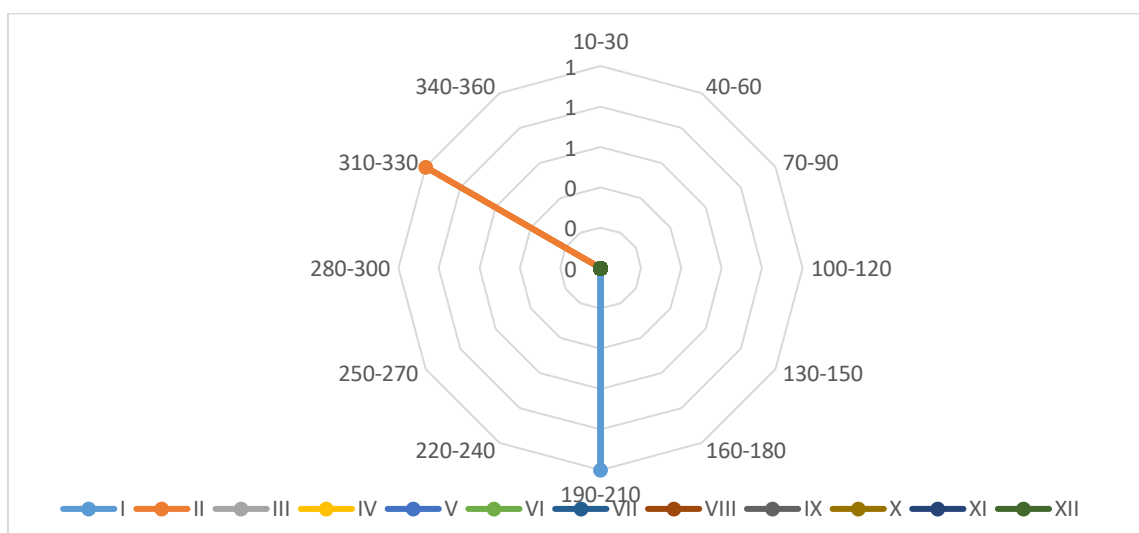


Рисунок 4.2.3 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2019 рік

Виходячи із рисунка 4.2.4 та таблиці у додатку Б.9 у 2019 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с, туман спостерігався в лютому місяці – 1 випадок, при напрямку 340-360°.

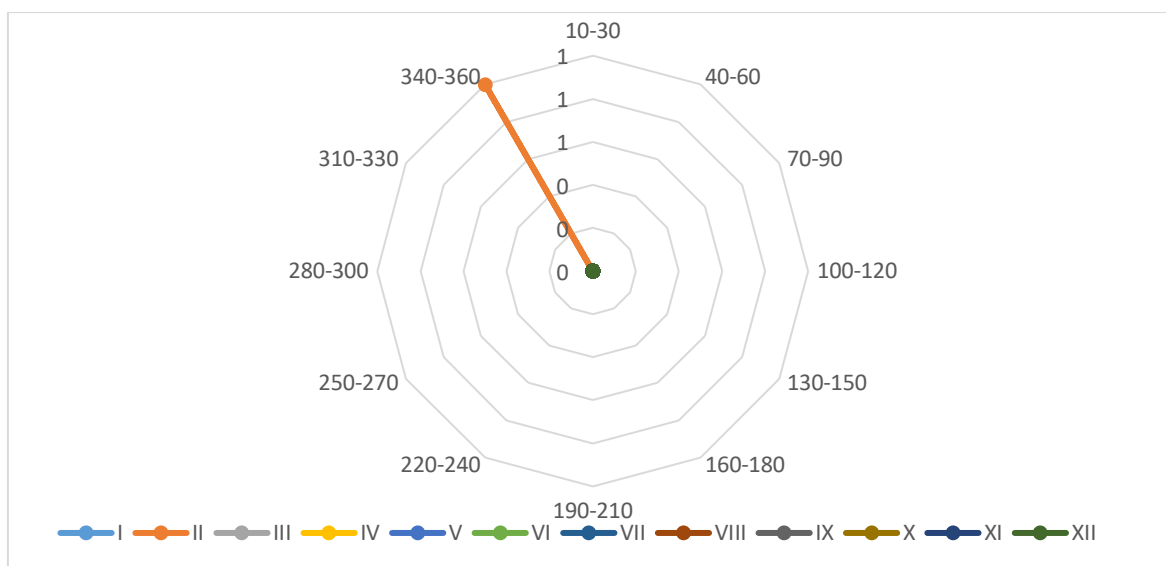


Рисунок 4.2.4 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2019 рік

Виходячи із рисунка 4.2.1 та таблиці у додатку Б.10 у 2020 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 147 випадків, найчастіше туман спостерігався в холодну пору року, переважаючий напрямок від 100° – 180° та 340-360°, при штилі – 65 випадків.

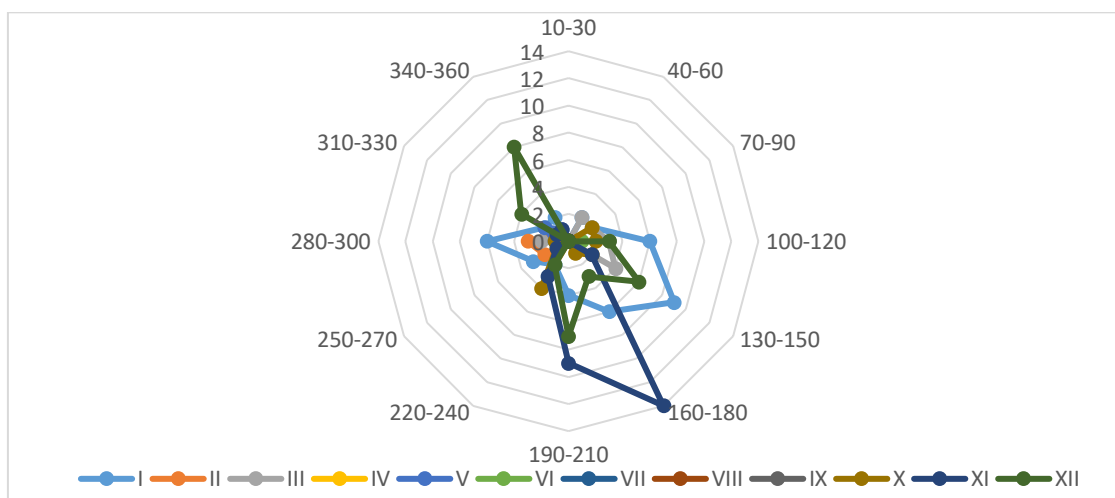


Рисунок 4.2.5 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2020 рік

Виходячи із рисунка 4.2.6 та таблиці у додатку Б.11 у 2020 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 98 випадків, найчастіше туман спостерігався в холодну пору року, при напрямку від 100° – 150° .

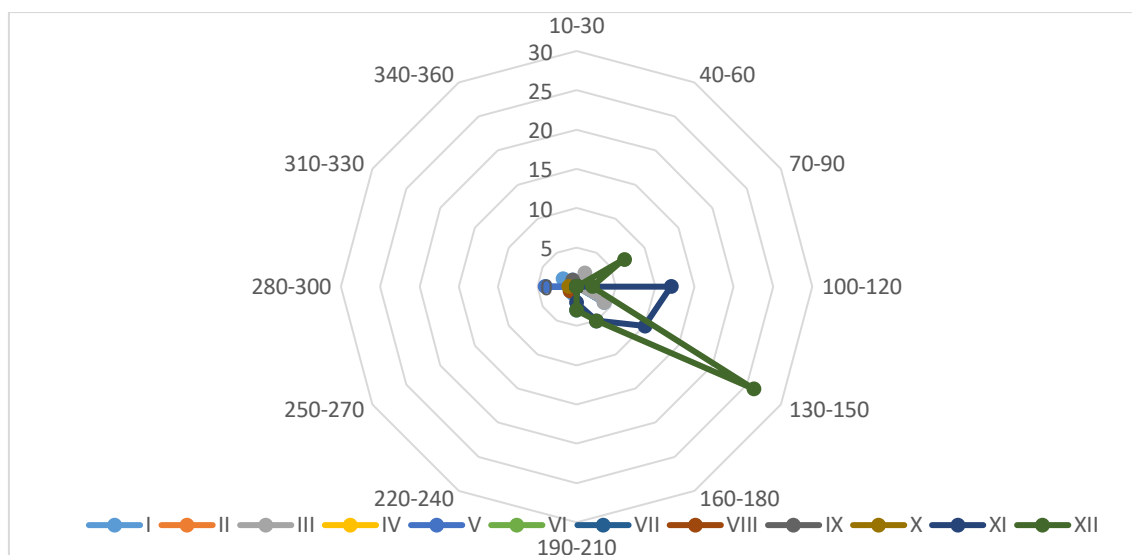


Рисунок 4.2.6 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2020 рік

Виходячи із рисунка 4.2.7 та таблиці у додатку Б.12 у 2020 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 23 випадки, туман спостерігався в грудні, при напрямку вітру 130° – 150° .

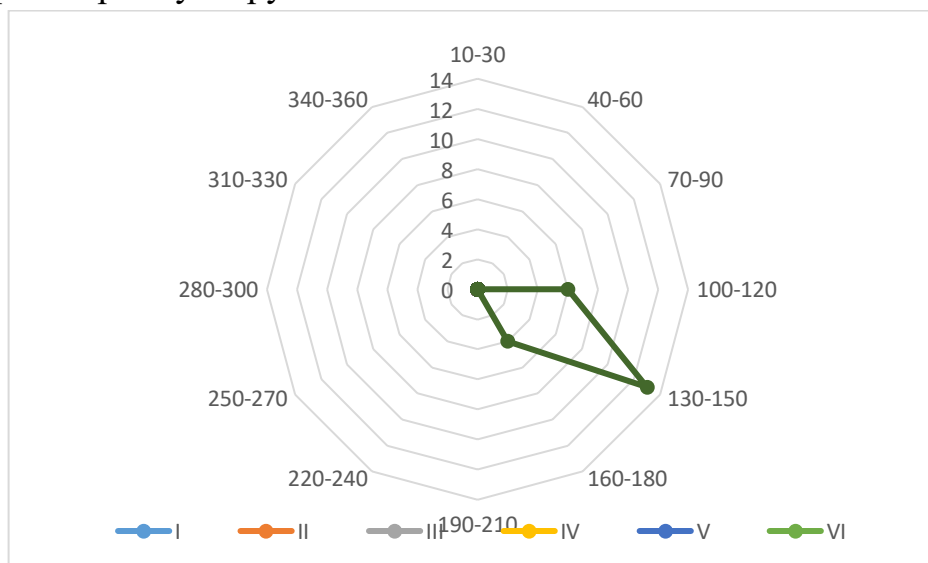


Рисунок 4.2.7 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2020 рік

Виходячи із рисунка 4.2.8 та таблиці у додатку Б.13 у 2020 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с спостерігалось 9 випадків, туман спостерігався в лютому та грудні місяцях, при напрямку вітру 40-60° та 100°–150°.

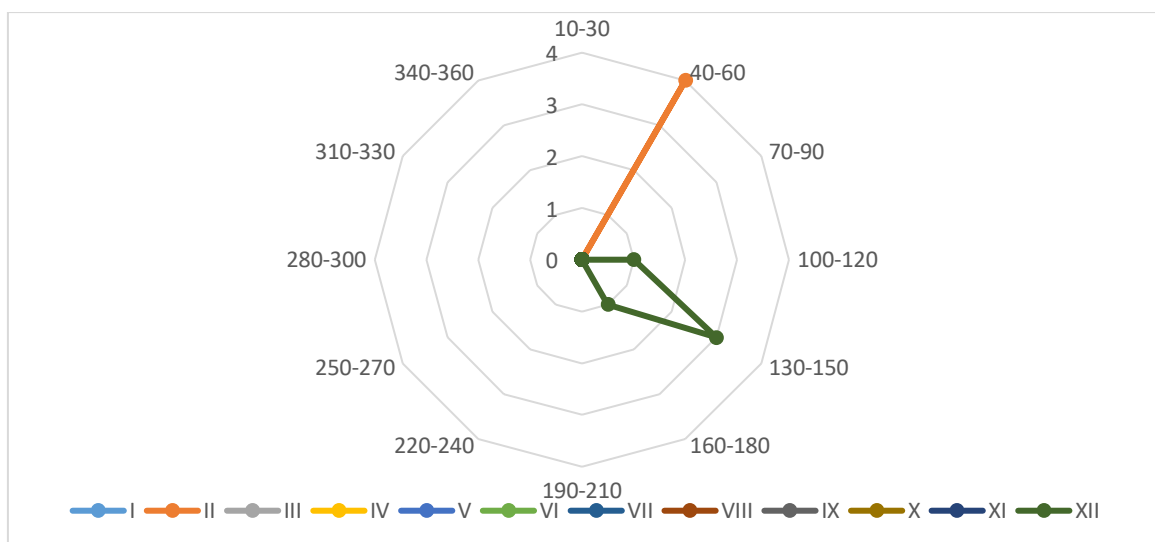


Рисунок 4.2.8 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2020 рік

Виходячи із рисунка 4.2.9 та таблиці у додатку Б.14 у 2021 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 89 випадків, переважаючий напрямок 190-240° та , найчастіше туман спостерігався в грудні місяці, при штилі – 20 випадків.

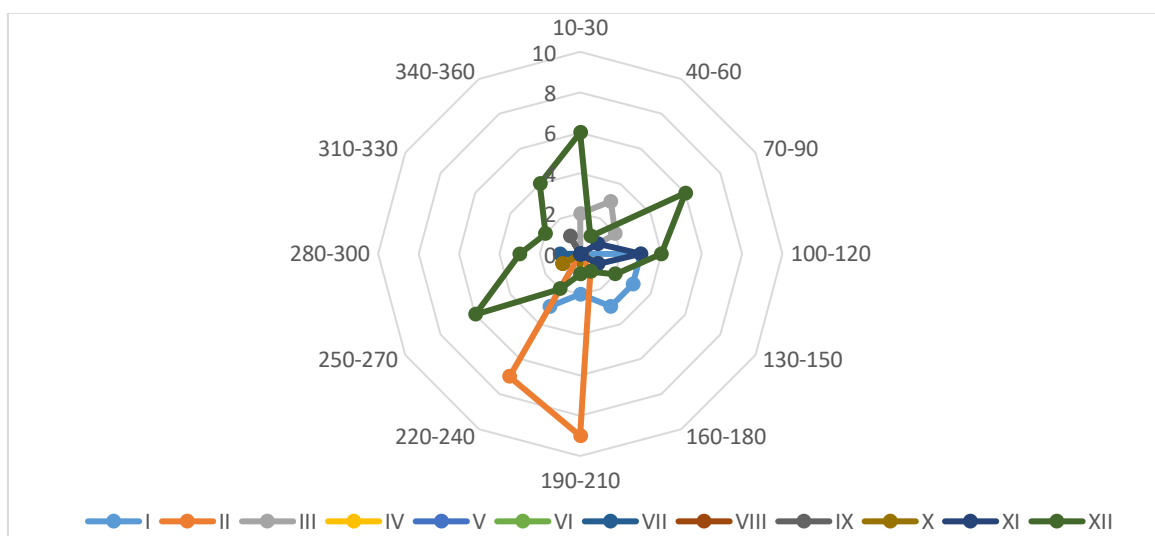


Рисунок 4.2.9 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2021 рік

Виходячи із рисунка 4.2.10 та таблиці у додатку Б.15 у 2021 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 96 випадків, найчастіше туман спостерігався в холодну пору року, при напрямку від 100° – 180° .

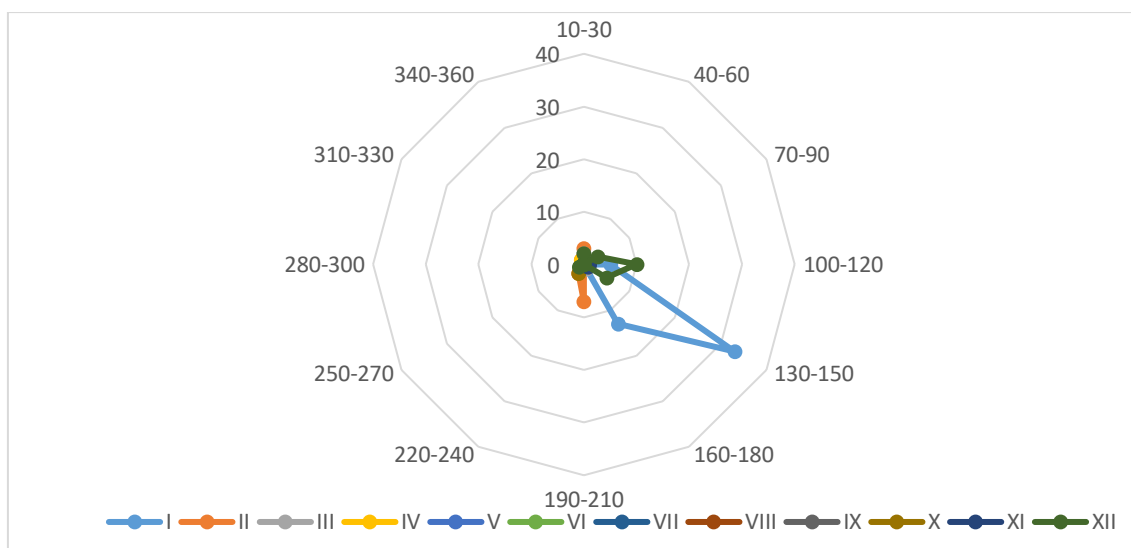


Рисунок 4.2.10 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2021 рік

Виходячи із рисунка 4.2.11 та таблиці у додатку Б.16 у 2021 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 19 випадків, найчастіше туман спостерігався в січні місяці, при напрямку від 100° – 120° .

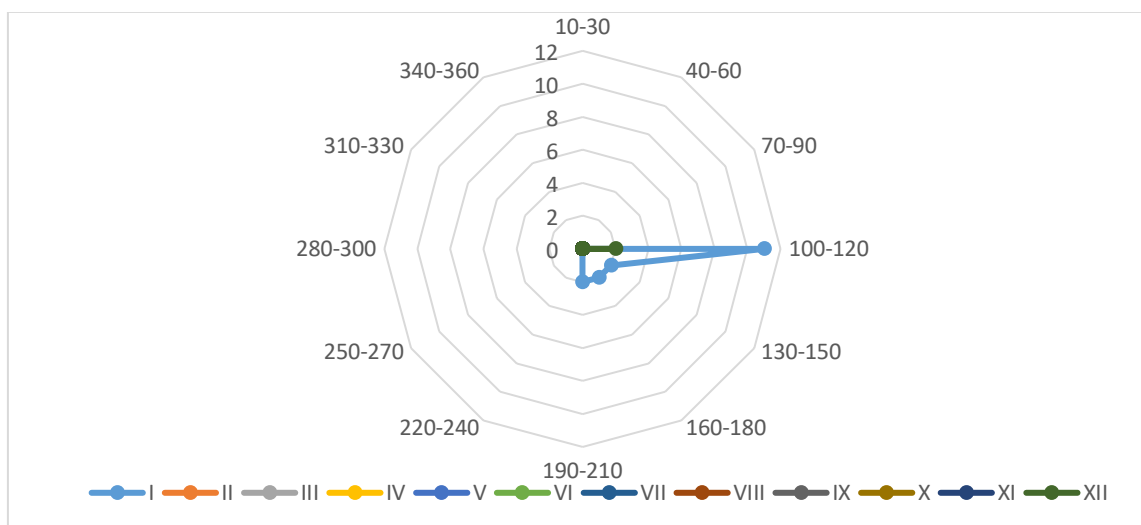


Рисунок 4.2.11 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2021 рік

Виходячи із рисунка 4.2.12 та таблиці у додатку Б.17 у 2021 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с спостерігалось 7 випадків, найчастіше туман спостерігався в лютому місяці, при напрямку від 100° – 120° .

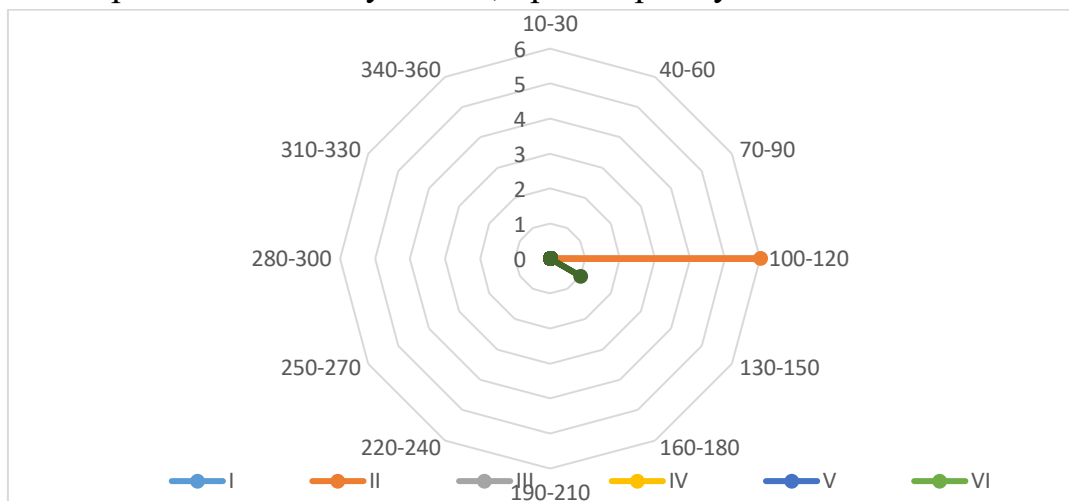


Рисунок 4.2.12 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2021 рік

Виходячи із рисунка 4.2.13 та таблиці у додатку Б.18 у 2022 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 150 випадків, переважаючий напрямок $160-180^{\circ}$, найчастіше туман спостерігався в грудні місяці, при штилі – 13 випадків.

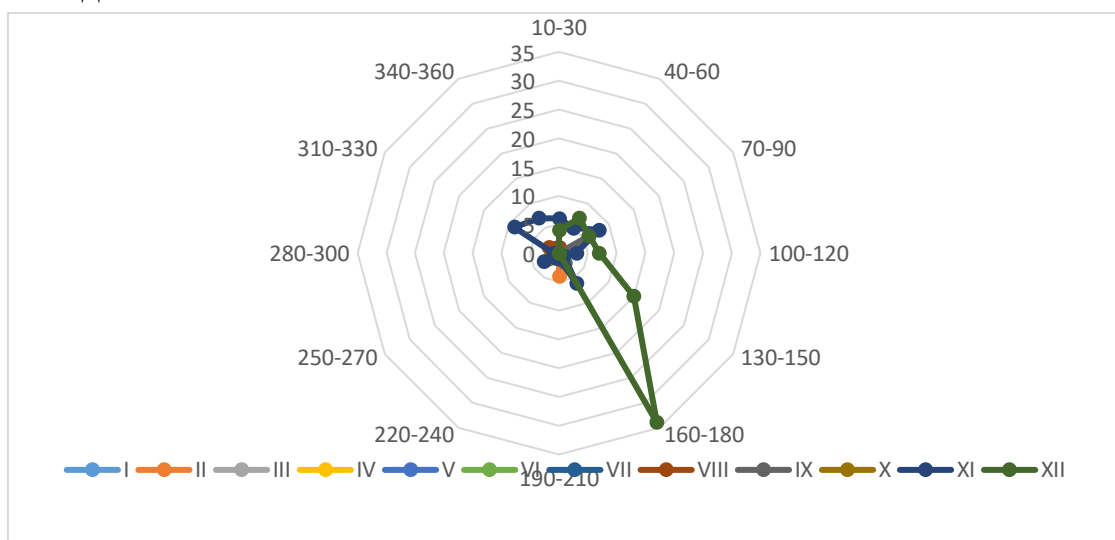


Рисунок 4.2.13 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2022 рік

Виходячи із рисунка 4.2.14 та таблиці у додатку Б.19 у 2022 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 48 випадки, найчастіше туман спостерігався в листопаді-грудні місяці, переважаючий напрямок 100-180°.

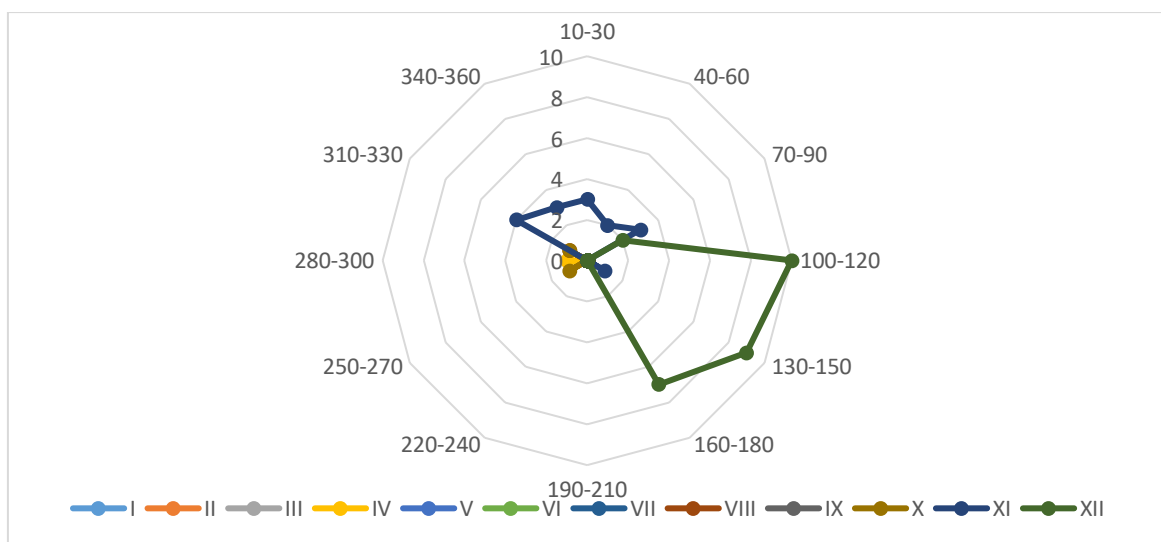


Рисунок 4.2.14 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2022 рік

Виходячи із рисунка 4.2.15 та таблиці у додатку Б.20 у 2022 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 3 випадки, туман спостерігався в грудні місяці, при напрямку 100-120° та 160-180°.

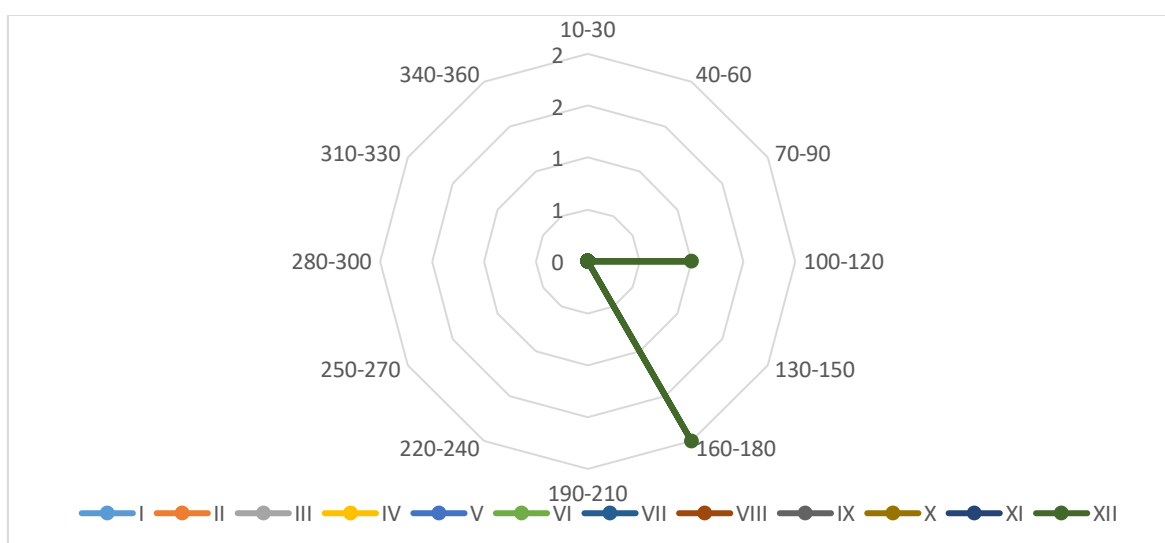


Рисунок 4.2.15 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2022 рік

Виходячи із рисунка 4.2.16 та таблиці у додатку Б.21 у 2022 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с спостерігалось 3 випадки, туман спостерігався в січні місяці, при напрямку 310-330°.

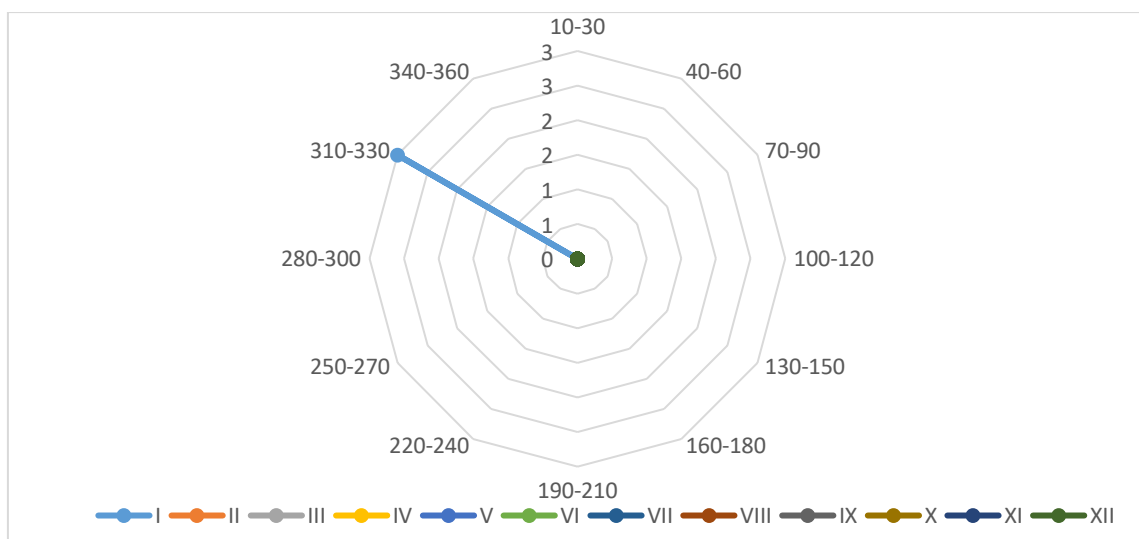


Рисунок 4.2.16 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2022 рік

Виходячи із рисунка 4.2.17 та таблиці у додатку Б.22 у 2023 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 245 випадків, переважаючий напрямок 130-180°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року, при штилі – 13 випадків.

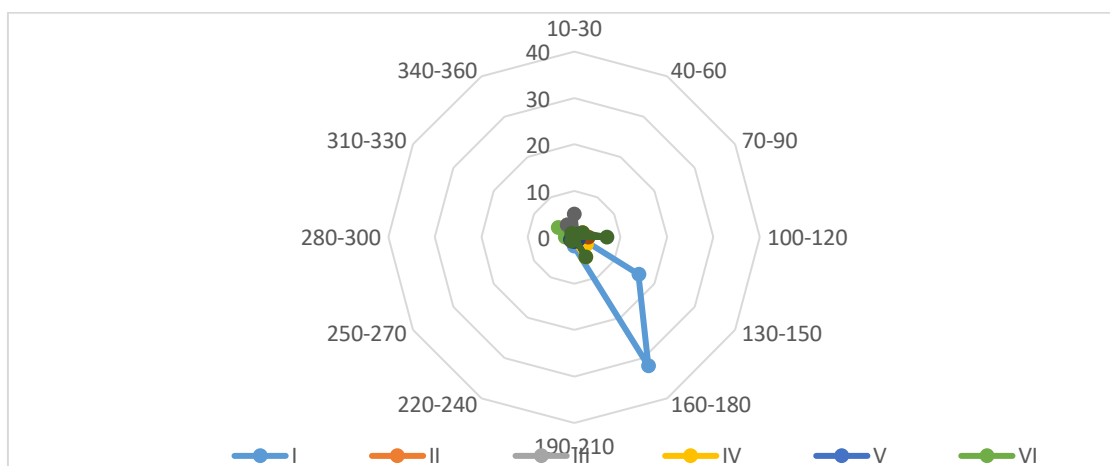


Рисунок 4.2.17 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2023 рік

Виходячи із рисунка 4.2.18 та таблиці у додатку Б.23 у 2023 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 93 випадки, переважаючий напрямок 130-150°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

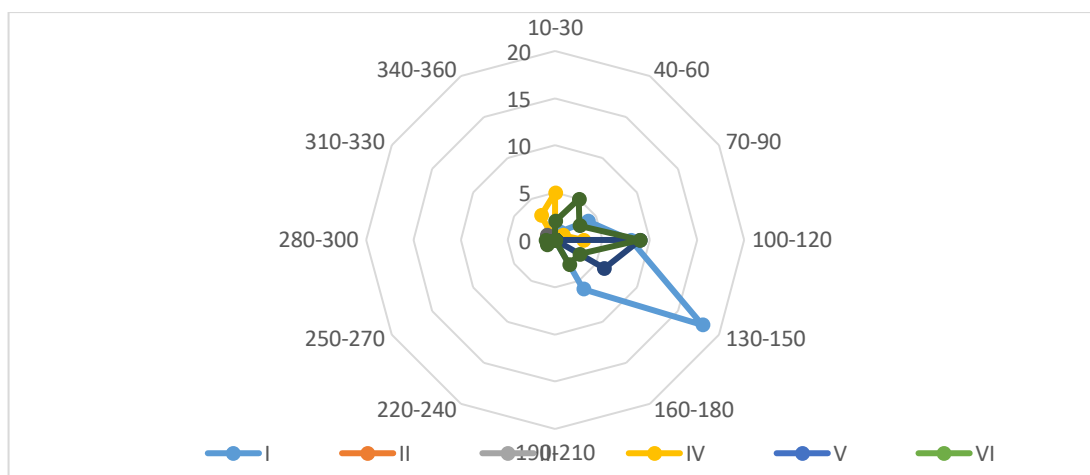


Рисунок 4.2.18 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2023 рік

Виходячи із рисунка 4.2.19 та таблиці у додатку Б.24 у 2023 році повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 3 випадки, з напрямком 280-300° та 340-360°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

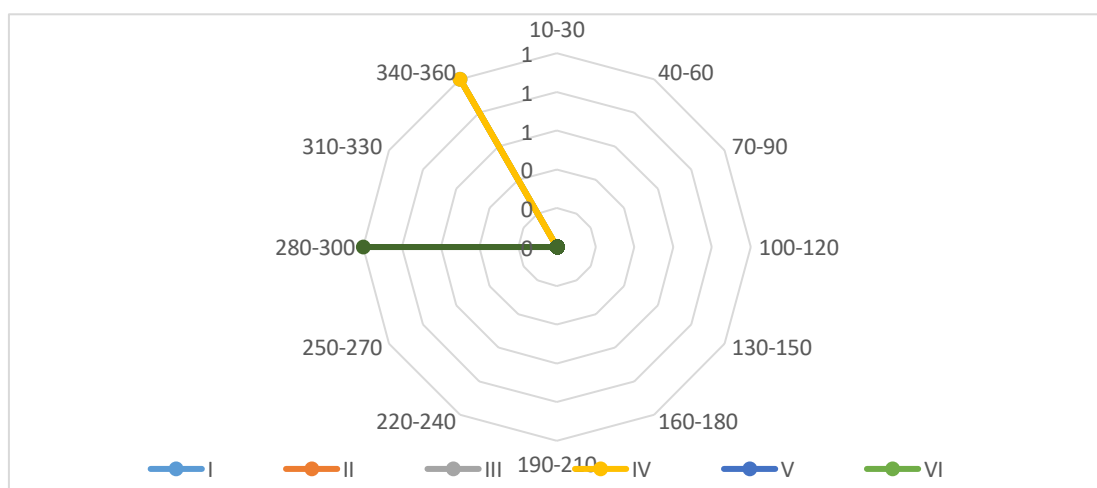


Рисунок 4.2.19 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2023 рік

Виходячи із рисунка 4.2.20 та таблиці у додатку Б.25 повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с спостерігалось 745 випадків (1,7 %), переважаючий напрямок 100-210°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року, при штилі – 187 випадків.

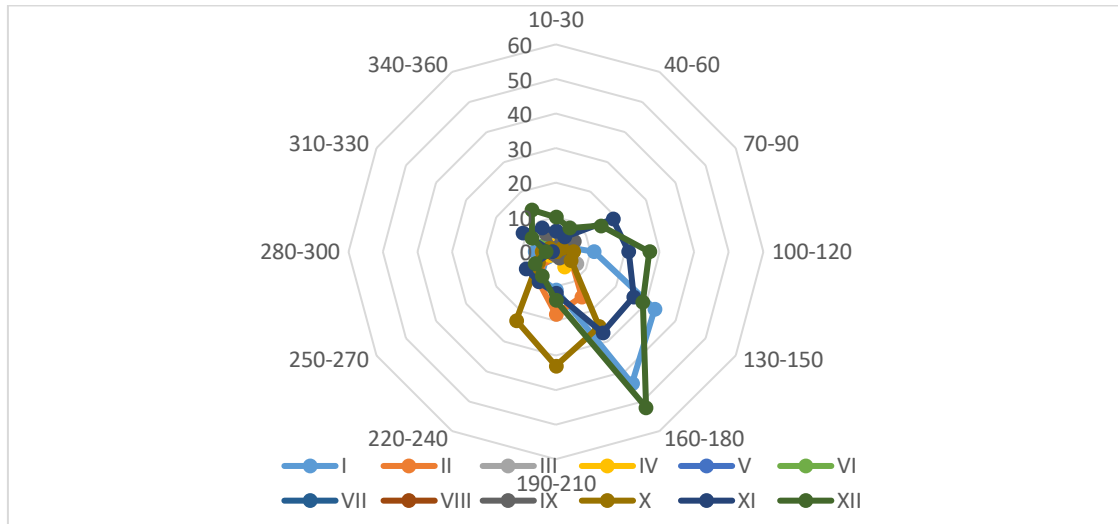


Рисунок 4.2.20 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с за 2019-2023 рр

Виходячи із рисунка 4.2.21 та таблиці у додатку Б.26 повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с спостерігалось 574 випадки (1,3 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

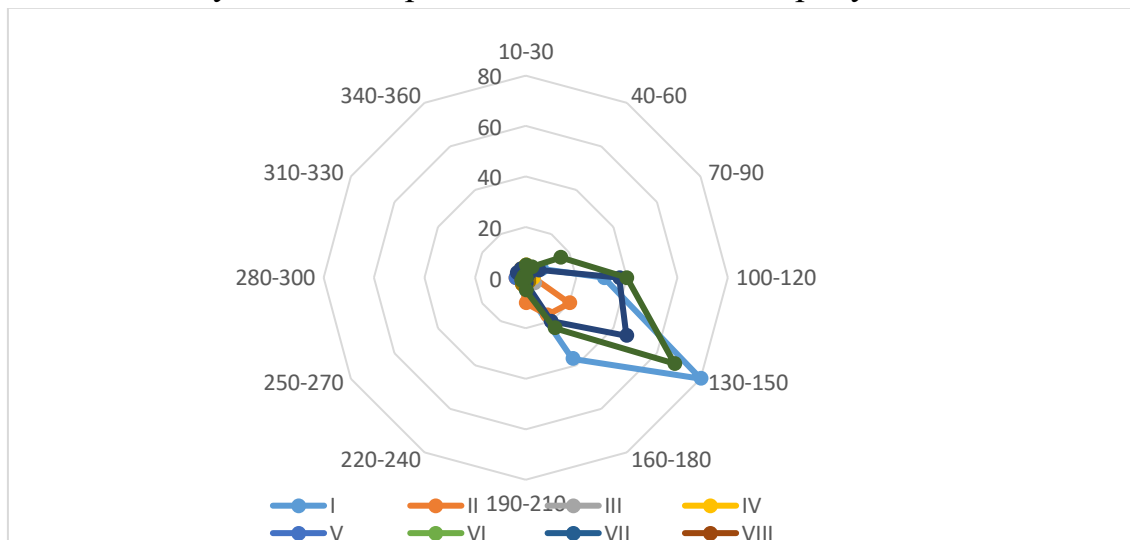


Рисунок 4.2.21 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2019-2023 рр

Виходячи із рисунка 4.2.22 та таблиці у додатку Б.27 повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с спостерігалось 50 випадків (0,1 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

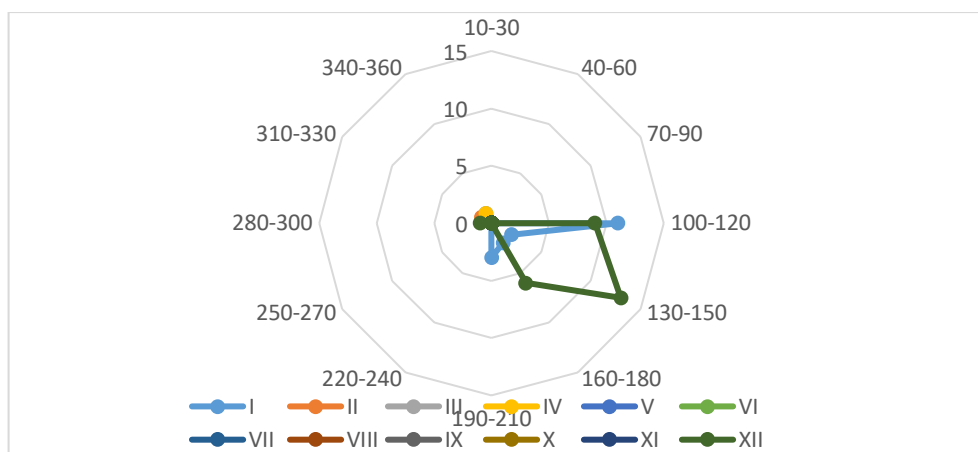


Рисунок 4.2.22 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2019-2023 рр

Виходячи із рисунка 4.2.23 та таблиці у додатку Б.28 повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с спостерігалось 20 випадків (0,1 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в лютому місяці – 11 випадків.

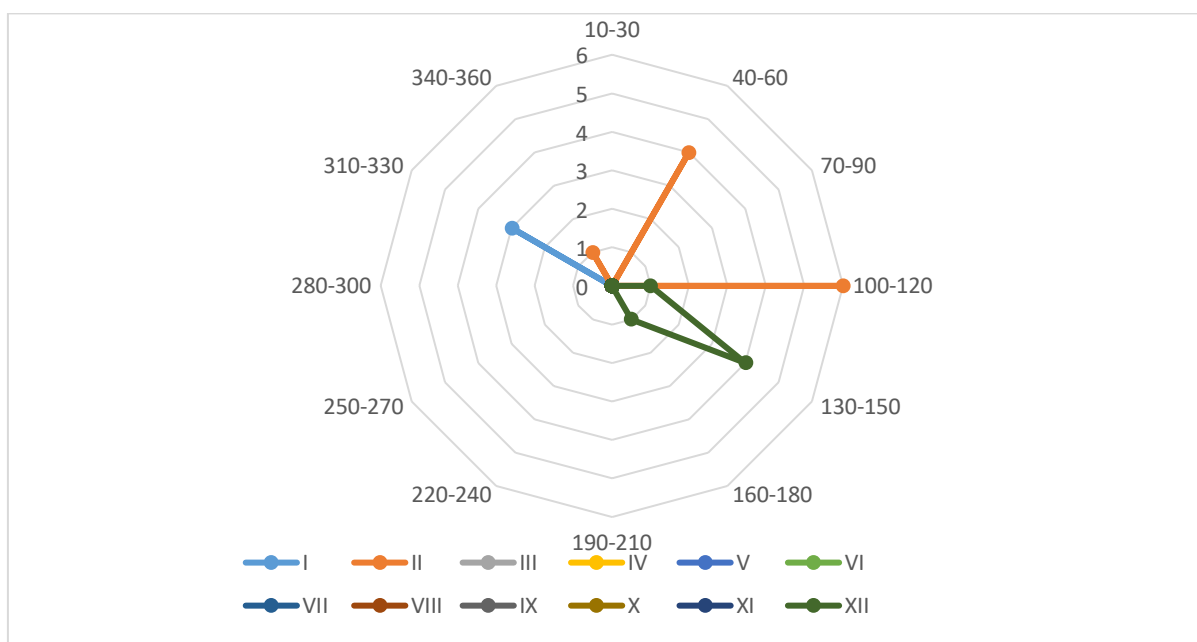


Рисунок 4.2.23 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2019-2023 рр

4.3 Вплив атмосферних явищ на видимість

До основних метеорологічних явищ, що погіршують видимість слід віднести опади, хуртовини, тумани, пилові (піщані) бури, імлу. Вплив опадів на польоти залежить від їхнього вигляду, інтенсивності і температури повітря, при якій вони випадають.

Яв відомо, «мрячні опади випадають з щільних шаруватих і рідше з шаруватокупчастих хмар. Горизонтальна протяжність зон мрячних опадів може складати сотні кілометрів, а іноді тисячі. Мрячні опади сильно погіршують видимість на злеті і посадці. Коли опади спостерігаються сумісно із серпанком або туманом, суттєво ускладнюється політ на малих висотах, візуальний політ під хмарами стає практично неможливим» [12, 13, 14].

В [1, 2, 13, 16] зазначається, що «польоти у хмарних опадах пов'язані зі значним погіршенням видимості. Під час випадіння снігу видимість є суттєво гіршою за видимість під час дощу, за умов однакової їх інтенсивності. Так наприклад, при слабкому снігу видимість зазвичай не перевищує 1 – 2 км, а при сильному нерідко складає декілька десятків метрів. При польоті у хмарному снігу на малих висотах суттєво погіршується контрастність наземних об'єктів на фоні земної поверхні, що ускладнює їх виявлення та розпізнання. Видимість у хмарному дощі може погіршуватися до 4000 м (рідше до 2000 м)».

В [13, 16] доведено, що «зливові опади зазвичай є інтенсивними, але нетривалими. Видимість у зливових опадах зменшується до декількох десятків метрів. Початок випадіння опадів характеризується різким наростанням їхньої інтенсивності, яка у подальшому різко змінюється. Особливо небезпечним є потрапляння ПС до зливого дощу під час посадки. За рахунок зменшення об'єму всмоктуваного у двигун повітря, падають його оберти. Внаслідок утворення на поверхні літака плівки води зростає його маса. Плівка на скляній частині кабіни екіпажу перешкоджає точній оцінці висоти літака над ЗПС. Це може призвести до передчасного вирівнювання літака і до жорсткої посадки».

У холодну пору року погіршення видимості нерідко є наслідком поземків, низових та загальних хуртовин.

Мансарлійський В.Ф. зазначає: «оземок і низова хуртовина представляють собою явище переносу сухого снігу, що підіймається сильним вітром з поверхні сніжного покриву. Поземок виникає при швидкостях вітру 4-8 м/с і сніг підіймається до висоти декількох десятків сантиметрів, що ускладнює визначення висоти літака над ЗПС під час вирівнювання і посадки.

Низова хуртовина спостерігається при великих швидкостях вітру і сніг підіймається до висоти декількох метрів.

Під час загальної хуртовини видимість залежить від інтенсивності снігопаду та швидкості вітру. Хуртовини виникають при швидкостях вітру більше ніж 7-8 м/с, а сильні хуртовини спостерігаються при швидкостях вітру 15-18 м/с і більше. Видимість значно погіршується в результаті чого виконання польотів стає неможливим.

Туман і серпанок утворюються в результаті конденсації і сублімації водяної пари в приземному шарі атмосфери безпосередньо біля земної поверхні. Тумани та щільні серпанки ускладнюють, перш за все, зліт і посадку літаків. Найбільш небезпечними є адвективні тумани, вони виникають у будь який час доби, є дуже стійкими та займають великі території. Видимість в адвективних туманах з наближенням до верхньої межі погіршується. Біля землі інтенсивність туманів у більшості випадків не перевищує помірної. Якщо екіпаж ПС під час заходу на посадку в адвективному тумані встановив візуальний контакт з наземними орієнтирами, то при подальшому зниженні умови видимості погіршуватись не будуть» [16].

Школьний Є.П. вважає, що «радіаційні тумани є менш тривалими за часом, займають менші території порівняно з адвективними, але вони небезпечні своєю раптовістю виникнення, в особливості у нічні часи. Ці тумани зазвичай спостерігаються в безхмарні безвітряні ночі наприкінці літа і в осені частіше за все вони утворюються над болотами, заплавами рік, у низинах. Верхня межа радіаційних туманів в середньому розташовується на висоті 150 м. Інтенсивність туманів в більшості випадків є сильною. На відміну від адвективних туманів видимість в радіаційних туманах з висотою поліпшується» [12], тому «нерідко зверху крізь туман виразно проглядаються вогні аеродрому та інші орієнтири. Однак з наближенням і спостереженням за орієнтирами під кутами, близькими до 2-3 градусів (кут нахилу глісади), видимість орієнтирів погіршується і вони можуть стати невидимими. В таких умовах спроба виконати посадку може привести до авіаційної пригоди» [16].

«Такий розподіл видимості є характерним для початкової стадії розвитку радіаційного туману. В подальшому максимум погіршення видимості зміщується до середини шару туману. В останній стадії найгірша видимість спостерігається, як і у адвективному тумані, в верхній частині шару. В деяких випадках утворення туману відбувається під суспільним впливом адвективного і радіаційного охолодження повітря.

Тумани адвективно-радіаційного походження займають великі території та мають доволі значну товщину. Вони утворюються одразу ж після заходу

сонця і повільно розсіюються в середині дня. Розподіл видимості з висотою не має достатньо виразної закономірності. Все це значно ускладнює оцінку погодних умов і утворює загрозу для безпеки польотів» [16].

В таблицях 4.1 – 4.4 наведено повторюваність (%) видимості менше заданих критеріїв при різних атмосферних явищах

Таблиця 4.1 - Повторюваність (%) видимості менше 200 метрів при різних атмосферних явищах

Явище	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туман	88.8	92.4	94.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.4	99.7	94.1	95.8
Дощ	0.7	1.7									0.3		0.4
Зливовий сніг	0.7												0.1
Мряка	9.8	5.9	5.7							2.6		5.9	3.7
Загальна кількість спостережень	143	119	53	6	25	15	4	1	20	116	318	136	956

Так, за період дослідження видимість менше 200 м спостерігається весь рік при тумані, в зимові місяці при дощі, в січні під час зливого снігу, в зимові та перехідні місяці видимість погіршена із-за мряки (3.7 %), інколи у поєднанні, дощем (0.4 %) чи зливовим снігом (0.1 %).

Таблиця 4.2 - Повторюваність (%) видимості менше 400 метрів при різних атмосферних явищах

Явище	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туман	82.1	86.2	80.4	85.2	100.0	100.0	100.0	66.7	100.0	89.1	93.5	88.6	88.2
Дим			0.7					33.3					0.1
Дощ	1.5	1.7	6.8	11.1						0.4	0.9	0.4	1.4
Сніг	1.0		2.0								0.4	0.8	0.6
Зливовий сніг	0.2	1.0	2.0										0.3
Снігова низова хуртовина	0.4	0.2	2.7								0.4	0.4	0.5
Мряка	14.8	10.8	5.4	3.7						10.5	4.7	9.8	8.9
Загальна кількість спостережень	480	407	148	27	37	20	12	3	30	229	677	482	2552

Основним явищем, яке здійснює найбільший внесок у погіршення видимості до значень <400 м і <600 м також є туман. Повторюваність цих градацій видимості при тумані в середньому за рік становить 88.2 % і 83.3%, відповідно. В перехідні місяці та в холодний період року основний внесок у погіршення видимості до значень менше 400 м і менше 600 м вносять і опади різного характеру (зливові, облогові, мряка, а також хуртовина). В теплий

період року, з травня по вересень, значення видимості <400 м і <600 м спостерігались тільки під час туманів.

Таблиця 4.3 - Повторюваність (%) видимості менше 600 метрів при різних атмосферних явищах

Явище	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туман	77.3	83.4	65.3	84.8	100.0	96.0	100.0	75.0	97.1	85.6	90.8	82.6	83.3
Дим			0.4					25.0		0.4	0.1		0.1
Дощ	2.5	1.7	5.9	12.1						0.4	1.5	1.2	1.9
Зливовий дощ						4.0							0
Сніг	2.0		6.4								0.5	3.7	1.7
Зливовий сніг	1.2	2.4	9.3								0.5	0.9	1.5
Снігова низова хуртовина	1.6	0.2	6.8								0.5	1.7	1.3
Мряка	15.5	12.4	5.9	3.0					2.9	13.7	6.2	9.9	10.1
Загальна кількість спостережень	686	541	236	33	41	25	12	4	35	285	867	694	3459

Спектр явищ, які погіршують видимість до значень менше 800 м такий же як і для попередніх градацій. 79 % випадків видимості менше 800 м в середньому за рік спостерігається під час туману, 10.4 % – під час мряки, 3.3 % – під час зливого снігу, 2.7 % – під час облогового снігу, а 2.5 % – під час облогового дощу. В 1.6 % випадків в холодний період року видимість погіршується до значень менше 800 м за рахунок снігової хуртовини, а в теплий період і в перехідні місяці – у 0.4 % випадків спостерігається погіршення видимості до значень менше 800 м ще у зв'язку з задимленням території навколо аеродрому.

Таблиця 4.4 - Повторюваність (%) видимості менше 800 метрів при різних атмосферних явищах

Явище	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туман	74.5	78.2	61.7	76.3	95.5	92.6	100.0	80.0	95.1	82.7	86.1	78.0	79.0
Дим			0.6	5.3				20.0		1.5	0.5		0.4
Дощ	2.9	2.9	6.4	15.8						1.2	1.8	1.7	2.5
Зливовий дощ					4.5	7.4							0.1
Сніг	2.6	2.1	5.5								1.5	5.2	2.7
Зливовий сніг	2.9	4.4	12.5								2.1	2.7	3.3
Снігова низова хуртовина	2.0	0.2	5.8								1.0	2.6	1.6
Мряка	15.1	12.3	7.4	2.6					4.9	14.7	7.0	9.8	10.4
Загальна кількість спостережень	834	660	311	38	44	27	14	5	41	341	1033	847	4195

Розподіл повторюваності випадків спостереження видимості менше 1000 м в залежності від явищ погоди аналогічний розподілу повторюваності вище розглянутих градацій. Основним явищем, яке погіршує видимість до значень менше 1000 м є туман, для якого повторюваність в середньому за рік склала 74.7 %). Друге місце посідають опади зливового та облогового характеру. У 0.4 % випадків видимість погіршується до значень <1000 м і за рахунок диму.

Таблиця 4.5 - Повторюваність (%) видимості менше 1000 метрів при різних атмосферних явищах

Явище	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Туман	71.9	73.5	54.6	76.9	95.7	92.9	83.3	71.4	89.7	79.9	83.2	72.0	74.7
Дим			0.5	3.8				14.3	1.7	2.2	0.5		0.4
Пилова буря													
Дощ	3.0	3.1	5.2	17.3						1.5	2.1	2.6	2.8
Зливовий дощ			0.2		4.3	7.1	16.7	14.3	1.7				0.2
Сніг	4.2	4.4	11.4								3.6	7.4	4.9
Зливовий сніг	3.8	6.4	13.6								2.4	5.2	4.5
Снігова низова хуртовина	2.1	0.9	7.4								1.1	2.9	2.0
Снігові зерна												0.1	0
Мряка	14.9	11.7	7.2	1.9					6.9	16.5	7.1	9.9	10.5
Загальна кількість спостережень	994	811	405	52	47	28	18	7	58	413	1188	1123	5144

5 ПОГОДНІ УМОВИ РІЗНОГО СТУПЕНЯ СКЛАДНОСТІ

Висота нижньої межі хмар і горизонтальна видимість визначають ступінь складності метеорологічних умов. Крім того, при низькій хмарності і обмеженій видимості зліт та посадка літаків, вертольотів і особливо польоти ПС на малих висотах зазнають сильних труднощів.

«Для забезпечення безпеки зльоту і посадки літаків необхідні мінімальні умови погоди – мінімальна ВНМХ і мінімальна видимість. Ці умови погоди залежать від типу повітряного судна, від обладнання аеродрому, від умов підходу до нього та деяких інших факторів. З ціллю забезпечення безпеки і ефективності польотів в складних метеорологічних умовах Міжнародною Організацією Цивільної Авіації (ICAO) установлені наступні мінімуми:

- мінімум I категорії – ВНМХ 60 м, дальність видимості на ЗПС (RVR) – 550 м (при відсутності RVR видимість 800 м);
- мінімум II категорії – ВНМХ менше 60 м, але не менше 30 м, RVR – не менше 350 м.

Польоти за умовами виконання в метеорологічних умовах діляться на польоти:

- у простих метеорологічних умовах (далі - ПМУ);
- у складних метеорологічних умовах (далі - СМУ);

Польоти у ПМУ - польоти при метеорологічних умовах, які виражені у значеннях видимості і параметрах хмарності, за яких польоти виконуються за ПВП (крім польотів під хмарами при низькій хмарності та/або при обмеженій польотній видимості).

До польотів у СМУ належать польоти:

- у хмарах, між шарами хмар, за хмарами - за хмарності 7 і більше балів;
- над водною поверхнею поза межею видимості берегової смуги;
- у стратосфері;
- під хмарами» [13,16].

Метеорологічні умови, за яких бойове застосування вважається виконаним у СМУ, визначаються курсами бойової підготовки, курсами льотної підготовки, програмами підготовки льотного складу, курсами навчально-льотної підготовки тощо (далі - КБП) відповідних родів авіації.

В практичній роботі важливо знати повторюваність умов погоди різного ступеня складності, щоб під час планування польотів врахувати той часовий інтервал, який буде найбільш сприятливим для їх виконання.

5.1 Річний та добовий хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності

На рисунках 5.1.1–5.1.6 представлено річний і добовий хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності, які представляють собою поєднання ВНМХ і видимості та поєднання ВНМХ і RVR нижче встановлених критеріїв. Повторюваність розрахована від загального числа спостережень за вказаний термін і за кожен добу багаторічного місяця. Один випадок – одне щогодинне спостереження. Якщо ВНМХ і видимість чи RVR відносились до різних градацій, то перевага надавалась градації того елемента, який визначав умови погоди більшого ступеня складності.

Річний хід повторюваності погодних умов різного ступеня складності, як і річний хід повторюваності ВНМХ та видимості, характеризується наявністю максимуму в листопаді-грудні та мінімуму в липні-серпні. Значення повторюваності досліджуваних градацій складних погодних умов близькі до значень повторюваності відповідних градацій ВНМХ, так як низька хмарність відмічається частіше, ніж обмежена видимість, і відповідно, складність умов погоди частіше всього визначається саме висотою нижньої межі хмар.

В середньому за рік повторюваність дальності видимості на ЗПС не менше 350 м і висоти хмарності нижче 60 м становить 4,8 %; повторюваність видимості 550-800 м і висоти хмар більше (дорівнює) 60 м – 3,3 %. При VIS 800 м ВНМХ більше 60 м = 4,9 %, а при VIS більше 800 м ВНМХ 60 м = 4,0 %.

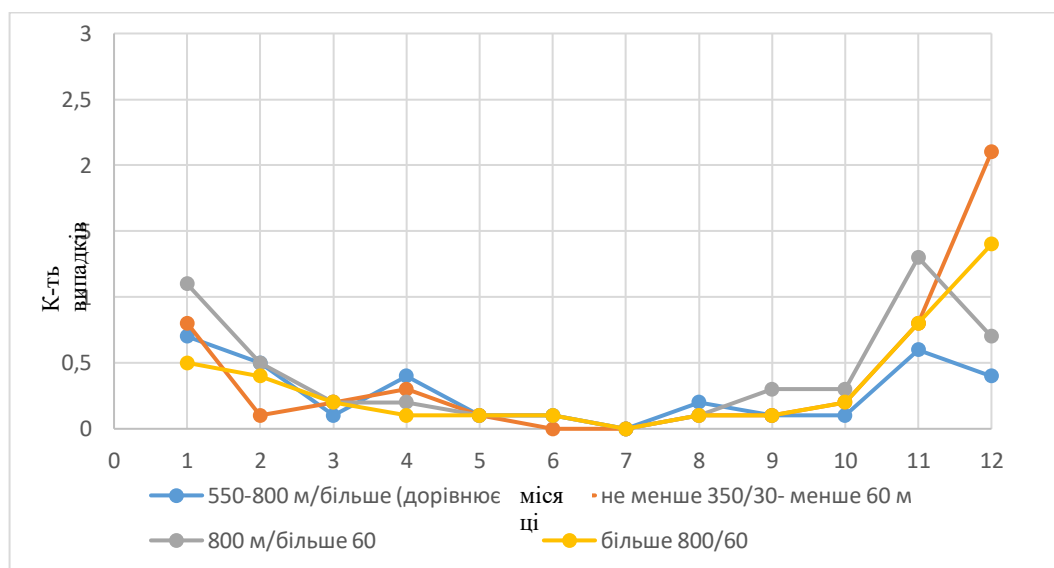


Рисунок 5.1.1 - Повторюваність (%) умов погоди різного ступеня складності по місяцях з 2019 - 2023 рр.

Аналізуючи річний хід повторюваності погодних умов різного ступеня складності кожної із представлених градацій можна зробити висновок, що складні умови погоди у відповідності до ІКАО спостерігаються, в основному, у холодну пору року з максимумом в січень, грудень, в літній період року, особливо в період з кінця червня до початку вересня, їх повторюваність мінімальна.

Добовий хід повторюваності погодних умов різного ступеня складності (ПМУ, СМУ, СМУ при ВМП) представлено на рисунках 5.1.2–5.1.6.

Проаналізувавши річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності за 2019 рік (рис. 5.1.2) – ПМУ спостерігалось 73,6 %, СМУ – 6,5 %, СМУ при ВМП – 8,7 %, не льотної погоди – 11,2 %.

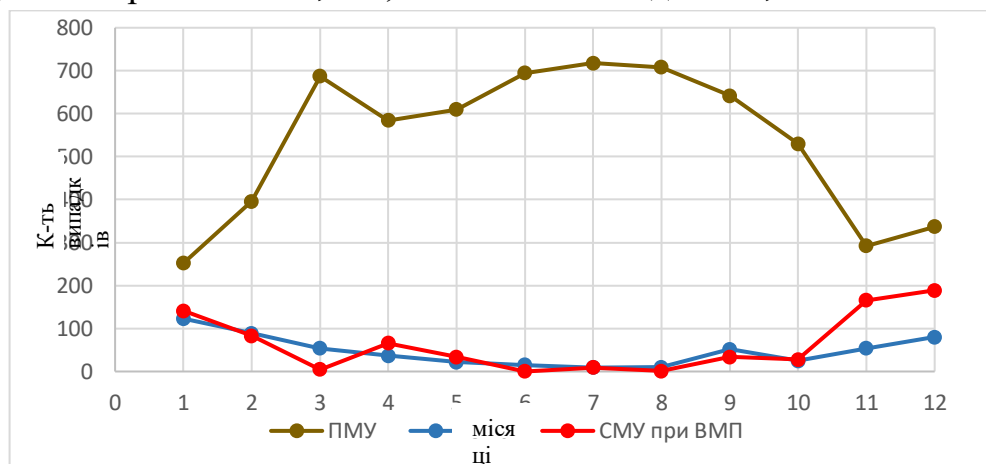


Рисунок 5.1.2 - Повторюваність умов погоди різного ступеня складності по місяцях у 2019 р.

Проаналізувавши річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності за 2020 рік (рис. 5.1.3) – ПМУ спостерігалось 72,6 %, СМУ – 6,7 %, СМУ при ВМП – 9,6 %, не льотної погоди – 11,1 %.

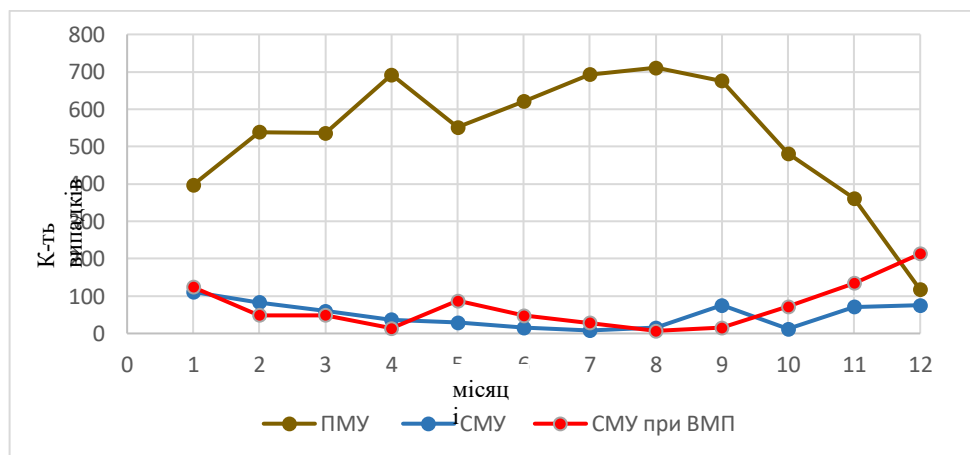


Рисунок 5.1.3 - Повторюваність умов погоди різного ступеня складності по місяцях у 2020 р.

Проаналізувавши річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності за 2021 рік (рис. 5.1.4) – ПМУ спостерігалось 68,2 %, СМУ – 7,1 %, СМУ при ВМП – 9,3 %, не льотної погоди – 15,4 %.

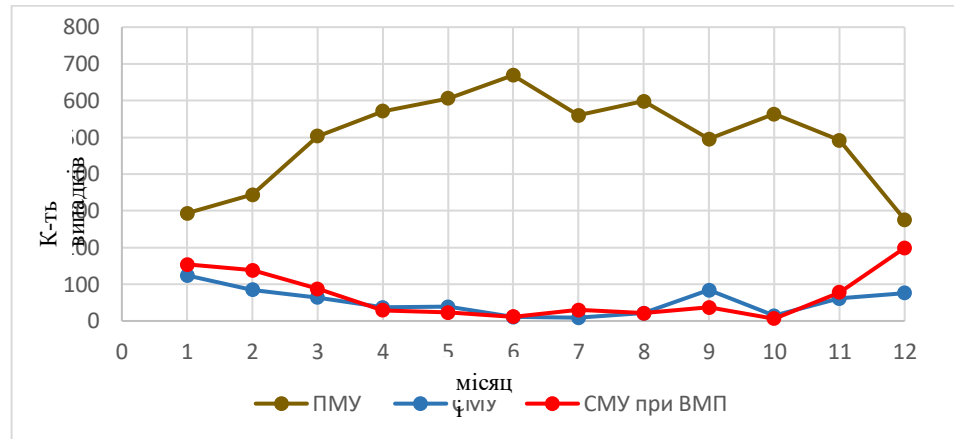


Рисунок 5.1.4 - Повторюваність умов погоди різного ступеня складності по місяцях у 2021 р.

Проаналізувавши річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності за 2022 рік (рис. 5.1.5) – ПМУ спостерігалось 57,7 %, СМУ – 9,4 %, СМУ при ВМП – 8,7 %, не льотної погоди – 24,2 %.

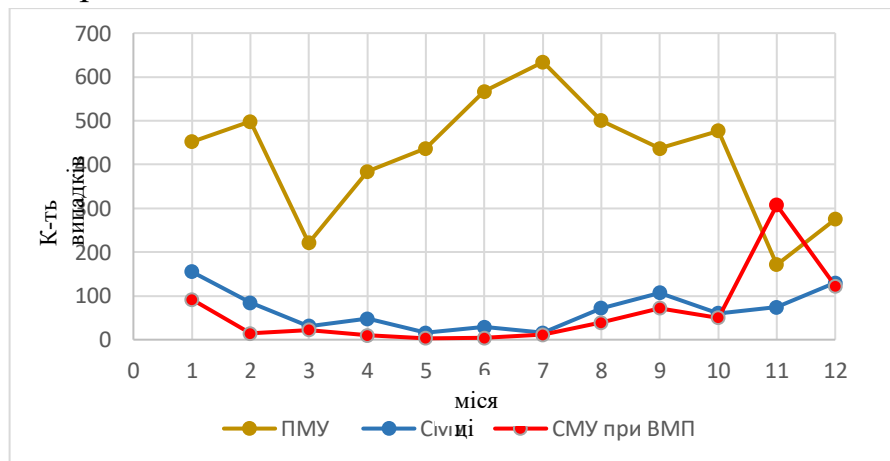


Рисунок 5.1.5 - Повторюваність умов погоди різного ступеня складності по місяцях у 2022 р.

Проаналізувавши річний хід повторюваності умов погоди різного ступеня складності за 2023 рік (рис. 5.1.6) – ПМУ спостерігалось 77,7 %, СМУ – 6,3 %, СМУ при ВМП – 10,0 %, не льотної погоди – 5,9 %.

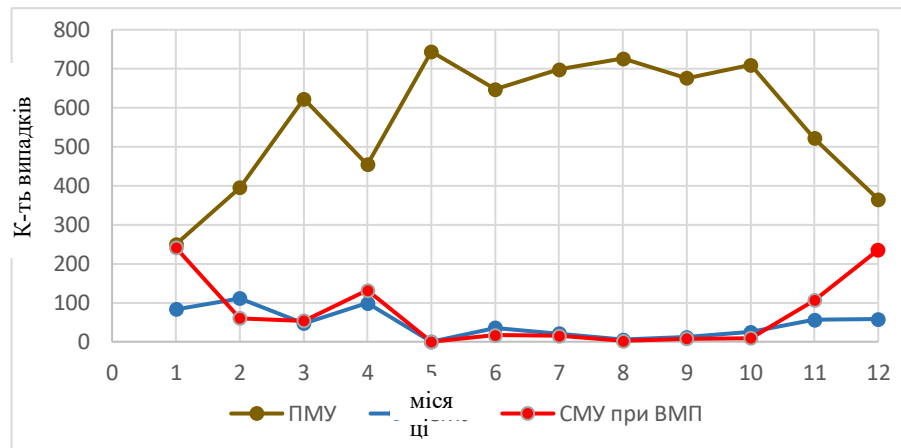


Рисунок 5.1.6 Повторюваність умов погоди різного ступеня складності по місяцях у 2023 р.

У відповідності вибірки за 5 років по аеродрому Калинівка, спостерігаємо ПМУ в середньому 70 %, СМУ 7,2 %, СМУ при ВМП 9,3 %, не льотна погода 13,6 %.

Синоптична ситуація при ПМУ обумовлюється антициклонічною діяльністю, баричними гребенями, сідловиною, периферією антициклону, особливо це помітно в теплі періоди року.

Синоптична ситуація при СМУ обумовлюються впливом та проходженням атмосферних фронтів, баричних улоговин, в теплу пору року холодними фронтами 2-го роду та теплому фронту, в холодну пору року проходженням холодних фронтів.

СМУ при ВММ обумовлюються впливом південних циклонів, проходження теплих фронтів в холодну пору року, в теплу пору року проходженням холодних фронтів 1-го роду та проходженням центрів циклонів.

Не льотна погода обумовлюється густими туманами – при проходженні теплому фронту з південним переносом в холодну пору року, в теплому секторі в холодну пору року, грозами, купчасто-дощовою хмарністю, ці явища спостерігаються при проходженні холодного фронту другого роду в другу половину дня, та влітку вночі на хвилі атмосферного фронту.

«Небезпечні для авіації явища погоди (НЯП)– явища погоди або значення метеорологічних елементів, які загрожують безпеці польотів або збереженню авіаційної техніки на аеродромі.

До НЯП і значень метеорологічних елементів відносяться:

а) на аеродромі злету (посадки):

- гроза, купчасто-дощова і потужно-купчаста хмарність, смерч, шквал, град, зледенілий дощ, сильне обмерзання (для літаків, не обладнаних льодозапобіжними пристроями, обмерзання будь якої інтенсивності), ожеледь;

- туман, пилова (піскувата) буря, дощ, мряка, сніг, метелиця, поземок, серпанок, мла а також дими різного походження, що викликають погіршення горизонтальної або посадкової видимості нижче за найбільший з мінімумів, встановлених для літаків, на яких виконуються польоти, а при відсутності польотів – ПС, що базуються на даному аеродромі;

- хмари висотою нижньої межі нижчою за найбільший з мінімумів, встановлених для літаків, на яких виконуються польоти, а при відсутності польотів;

- ПС, що базуються на даному аеродромі; – вітер біля землі (його бокова, поздовжня або зустрічна складова відносно напрямку злету або посадки), швидкість якого перевищує обмеження, встановлене для даного типу ПС;

- перехід температури повітря через 0°C в бік від'ємних значень, а також високі значення температури повітря, при яких повинні припинятися польоти;

- критичні значення метеорологічних елементів та граничні відстані до НЯП, встановлені для даного аеродрому, при яких польоти обмежуються або припиняються;

- хвилювання моря 4 бали і більше.

б) в районі аеродрому, полігона, маршрутах польоту:

- гроза, купчасто-дощова і потужно-купчаста хмарність, які неможна обійти;

- помірне або сильне обмерзання (для літаків, не обладнаних льодозапобіжними пристроями, обмерзання будь якої інтенсивності);

- сильна бовтанка, що перевищує обмеження, встановлені для даного типу літака;

- при виконанні польотів за ПВП;

- польотна видимість і ВНМХ менші за встановлені командиром екіпажу для виконання завдання;

- закриття хмарами, туманом і опадами верхівок гір, сопок, перевалів, а також штучних споруд (щогл, труб, телевізійних веж тощо), що перешкоджають виконанню завдання.

Критичні значення метеорологічних елементів та граничні відстані до НЯП, при яких обмежуються або припиняються польоти, визначаються 87 старшим авіаційним начальником аеродрому спільно з начальником

метеослужби, затверджується командиром і вноситься до “Інструкції з виконання польотів на аеродромі”» [16].

5.2 Синоптичні умови формування погодних умов різного ступеня складності

Важливу роль для авіації відіграють синоптичні умови, при яких можливо виконувати поставлені задачі. В практичній роботі наведено нижче опис синоптичних ситуацій при СМУ, та СМУ при ВМП.

11 листопада 2023 року аеродром Калинівка був під впливом приземного циклону, а по картам АТ-850, АТ-700, ВТ-500-1000 гПа спостерігалась ВФЗ (рис.5.2.1 - 5.2.3). Циклон переміщався з ПдЗх на ПнСх, що призвело до пониження ВНМХ до значень 100-150 м та погіршення видимості до 2-4 км. Циклон супроводжувався опадами у вигляді дощу та мряки. При проходженні центру циклону утворився туман в 20:12UTC з видимістю 600-1000 м та пониження хмарності 50-100 м. Після проходження циклону в 23:20 вітер перейшов на 270-290° та туман розсіявся і ВНМХ спостерігалась 150-200 м з видимістю 3-4 км, і температура повітря була 7...8°C, відповідно до даних що наведені на рисунку 5.2.4.

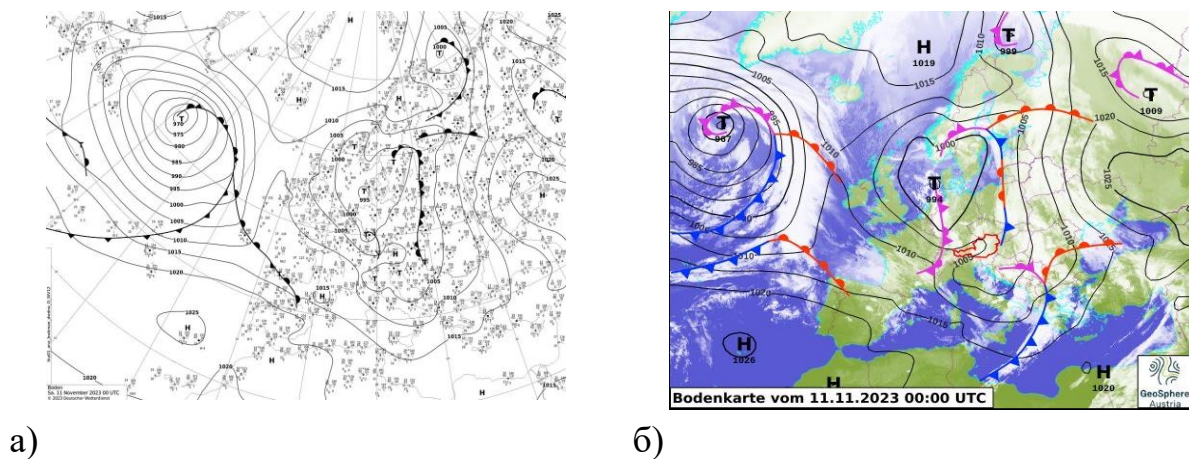


Рисунок 5.2.1 – Приземний аналіз (а), супутниковий знімок (б)
11.11.2023 року 00 UTC

З подальшим зростанням амплітуди фронтальної хвилі і проникненням вершини теплового сектора далі на північ, відбувається звуження теплового сектору циклону. «Завдяки низхідному руху і розтіканню холодного повітря в тилу циклона, холодний фронт поступово доганяє теплий фронт, що пересувається повільніше. Холодне повітря розповсюджується на внутрішні

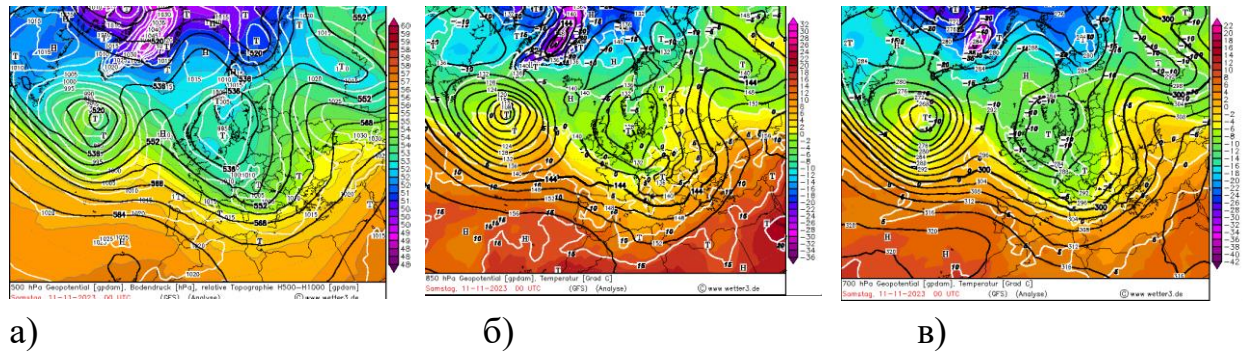


Рисунок 5.2.2 – Карты баричної топографії ВТ-500-1000 (а), АТ-850 (б), АТ-700 (в). 11.11.2023 року 00 UTC

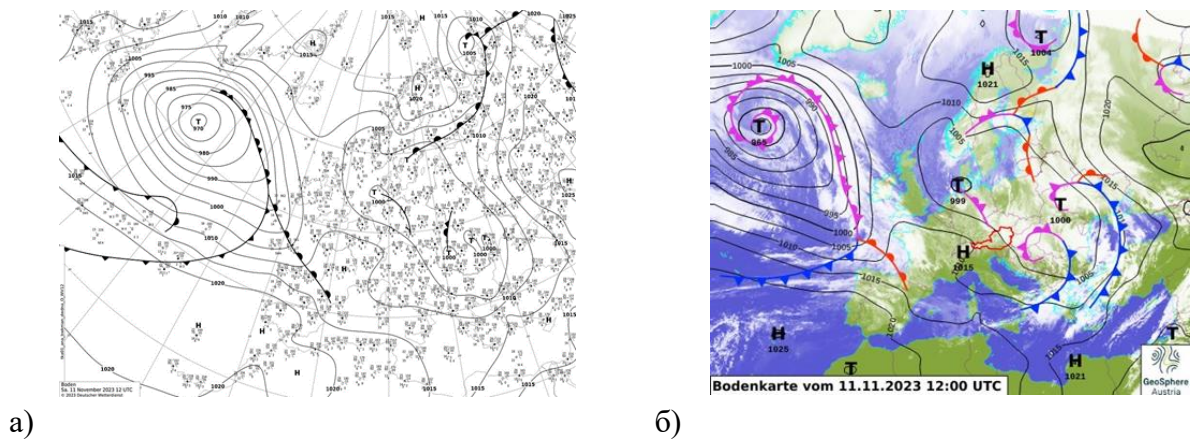


Рисунок 5.2.3 – Приземний аналіз (а), супутниковий знімок (б) 11.11.2023 року 12 UTC,

райони циклону за рахунок теплого сектору, при цьому тепле повітря витісняється вгору в більш високі шари. Розподіл температури в нижніх шарах циклону набуває майже симетричної структури. Приземне поле тиску в циклоні характеризується великою кількістю замкнутих ізобар і значними баричними градієнтами» [8].

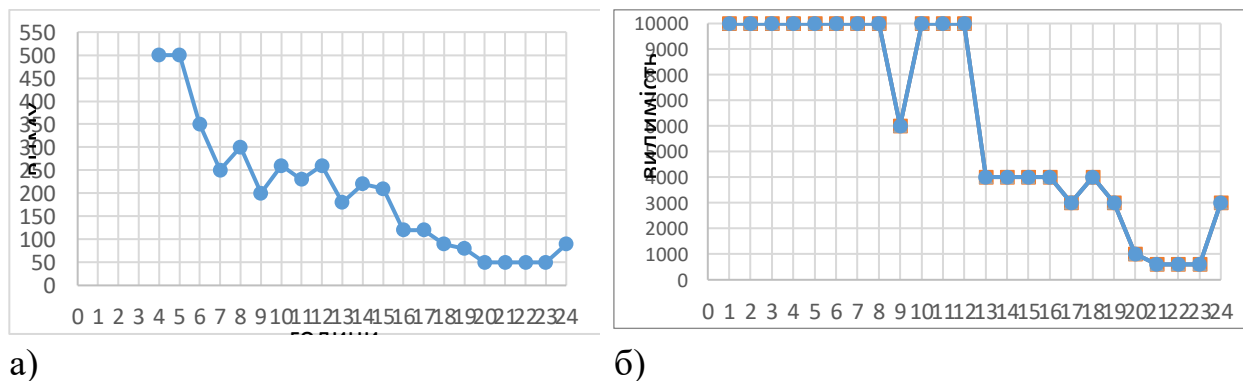
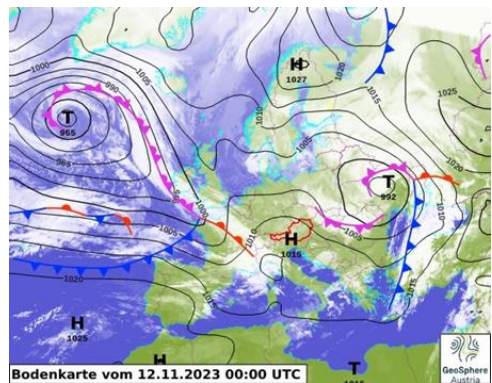
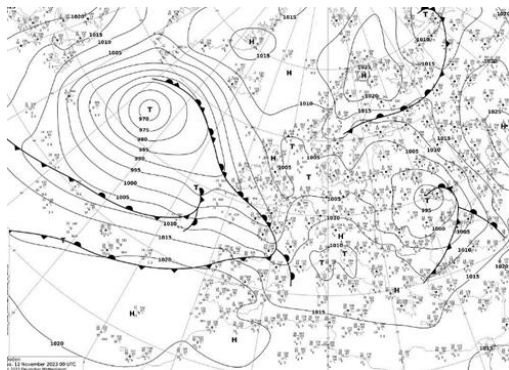
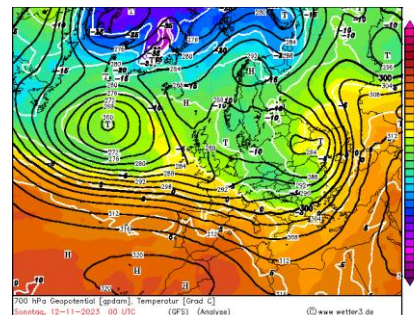
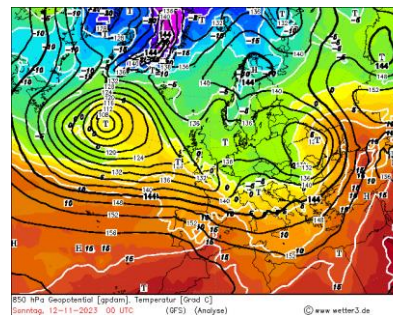
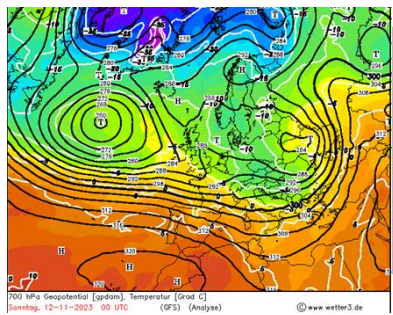


Рисунок 5.2.4 – Графік добового ходу ВНМХ (а) та видимості (б) за 11.11.23 р.

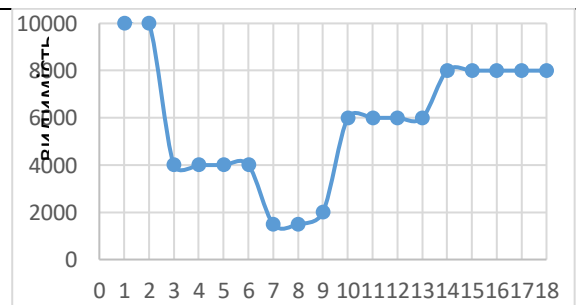
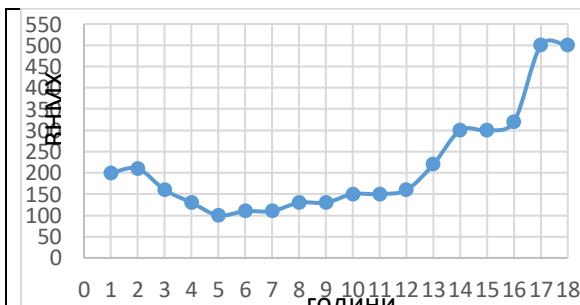
Тому 12.11.2023 року циклони який спостерігався 11.11.2023 року досяг стадії максимального розвитку та спостерігається на карті АТ-850 гПа. 12.11.2023 р. 00 UTC (рис. 5.2.5, 5.2.6) синоптичні умови аеродрому Калинівка обумовлювались тилом циклону. Вранці спостерігалась ВНМХ 100-150 м з видимістю 1500-2000 м і з подальшим підвищенням хмарності 300-500 м з видимістю 6-10 км. В тилу циклону спостерігались короткочасний дощ, вітер спостерігався 270-290° 7-10 м/с, окремі пориви до 12 м/с, і температура була 6..7°C, відповідно до даних що наведені у таблиці 5.2.1 та на рисунку 5.2.7.



а) б)
Рисунок 5.2.5 – Приземний аналіз (а), супутниковий знімок (б)
12.11.2023 року 00 UTC



а) б) в)
Рисунок 5.2.6 – Карти баричної топографії ВТ-500-1000 (а), АТ-850 (б),
АТ-700 (в). 12.11.2023 року 00 UTC



а) б)

Рисунок 5.2.5 – Графік добового ходу ВНМХ (а) та видимості (б) за 12.11.23 р.

Таблиця 5.2.1 – Метеорологічні дані аеродрому Калинівка за 12.11.2023 рік

№ спостереження	к-ть балів	ВНМХ	явища	видимість	вітер	температура
1	10/10	200		10000	280/7	7,5
2	10/10	210		10000	290/7	7,4
3	10/10	160	серпанок	4000	280/8	7,3
4	10/10	130	серпанок	4000	280/8	7,3
5	10/10	100	серпанок	4000	290/7	7,2
6	10/10	110	серпанок	4000	290/7	6,9
7	10/10	110	серпанок, дощ	1500	270/7	6,4
8	10/10	130	серпанок, мряка	1500	290/8	6,3
9	10/10	130	серпанок	2000	280/8	6,1
10	10/10	150	серпанок	6000	280/8	6,0
11	10/10	150	серпанок	6000	280/8	5,8
12	10/10	160	серпанок, дощ	6000	270/8	5,7
13	10/10	220	серпанок	6000	270/9	5,8
14	10/10	300	серпанок	8000	270/7-12	5,8
15	10/10	300	серпанок, дощ	8000	270/9	5,8
16	10/10	320	серпанок	8000	270/9	5,8
17	10/10	500	серпанок	8000	270/8	6,1
18	10/10	500	серпанок	8000	270/8	6,1

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про затвердження Правил метеорологічного забезпечення польотів державної авіації України: Наказ Міністерства оборони України від 29.09.15р. № 516
2. Про затвердження Правил польотів державної авіації в повітряному просторі України: Наказ Міністерства оборони України від 09.12.15 р. № 2
3. Клімат України Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко, Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області у 2023 році. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyi-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stand-navkolyshnogo-seredovysshha-v-ukrayini/>
5. Інструкція з виконання польотів на аеродромі Калинівка.
6. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.)/ Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ ЦГО, Київ, 2006. [Електронний ресурс]
7. Глобальні стандартні кліматичні норми (1991-2020 рр.) / Український гідрометеорологічний центр ДСНСУкраїни. Київ, 2021. [Електронний ресурс].
8. Семенова І.Г., Нажмудінова О.М. Регіональна синоптика: підручник. Одеський державний екологічний університет. Одеса, 2019. 212 с.
9. Паризька угода- https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161
10. Зміна клімату. Калинівка. https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/change/kalynivka_ukraine_707155
11. Клімат і середня погода протягом року в Калинівка - <https://weatherspark.com/y/95707/Average-Weather-in-Kalynivka-Ukraine-Year-Round>
12. Шкільний Є.П. Фізика атмосфери. – К.: КНТ, 2007. – 655 с.
13. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційна метеорологія та кліматологія: конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2007. 201 с.
14. Методичні рекомендації з проведення метеорологічних спостережень на аеродромі цивільної авіації, наказ ДСНС від 27.10.2023 № 869
15. Баранов А. М. Видимість в атмосфері и безопасность полетов / Под ред. П.Д. Астапенко . Л. : Гидрометеиздат, 1991. 205 с.
16. Авіаційна метеорологія. Мансарлійський В.Ф.; конспект лекцій. Одеса, 2023 р.

17. Метеорологія і кліматологія, підручник, під редакцією д.ф.-м.н., професора Степаненка С.М. Одеса – 2008.
18. Про затвердження Правил визначення придатності до експлуатації аеродромів та злітно-посадкових майданчиків державної авіації України. Наказ МОУ від 17.11.2014 №811.
19. Рацимор М. Я. Наклонная видимость / Под ред. К.Г. Абрамовича. Л. : Гидрометеиздат, 1987. 136 с.
20. Архівні дані аеродрому Калинівка.

ВИСНОВКИ

Зліт і посадка літаків є одним з найбільш важливих елементів польоту. Зліт проводиться візуально при обов'язковому збереженні прямолінійності розбігу і при дотриманні мер безпеки.

Великий вплив низька хмарність і обмежена видимість справляють на посадку ПС, посадка у СМУ потребує льотних навиків і виконується з використанням системи посадки, розташованої на даному аеродромі.

В ході вивчення повторюваності загальної хмарності в різних градаціях та повторюваність різних градацій ВНМХ при цих кількостях хмарності визначила, що за період з 2019-2023 рр – теплий період року характеризується найбільшою повторюваністю хмарності, що сприяє виконанню польотів в ПМУ. В холодний період року повторюваність низької хмарності значно збільшується, що ускладнює умови для виконання польотів. З 2019 по 2020 рік переважала більше малохмарна погода, з 2021 по 2022 рік зменшення малохмарної погоди, і з 2023 року знову переважала малохмарна погода.

Найбільша повторюваність спостерігається при кількості балів 0-3 – 4737 випадків у 2020 році, наступною за повторюваністю являється кількість хмар 10 балів – 2918 у 2022 році. Кількість хмар 4-6 балів та 7-9 балів мають близьку повторюваність – 1534 у 2021 році та 1470 випадків у 2022 році.

В ході вивчення повторюваності видимості визначених значень, визначила, що за період з 2019-2023 рр – впродовж року найбільш сприятливим періодом для здійснення безпечних польотів є місяці теплового періоду року, тобто з травня по вересень. А найбільш несприятливими (через високі значення повторюваності погіршеної видимості) є місяці холодного періоду року (жовтень – лютий).

Проаналізувавши повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 745 випадків (1,7 %), переважаючий напрямок 100-210°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року, при штилі – 187 випадків.

Проаналізувавши повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 574 випадки (1,3 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

Проаналізувавши повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 50 випадків (0,1 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в холодні місяці року.

Проаналізувавши повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с з 2019-2023 рр. спостерігалось 20 випадків (0,1 %), переважаючий напрямок 100-180°, найчастіше туман спостерігався в лютому місяці – 11 випадків.

Визначила погодні умови при різному ступені складності. У відповідності вибірки за 5 років по аеродрому Калинівка, спостерігаємо ПМУ в середньому 70 %, СМУ 7,2 %, СМУ при ВМП 9,3 %, не льотна погода 13,6%.

Синоптична ситуація при ПМУ обумовлюється антициклонічною діяльністю, баричними гребенями, сідловиною, периферією антициклону, особливо це помітно в теплі періоди року.

Синоптична ситуація при СМУ обумовлюються впливом та проходженням атмосферних фронтів, баричних улоговин, в теплу пору року холодними фронтами 2-го роду та теплому фронту, в холодну пору року проходженням холодних фронтів.

СМУ при ВММ обумовлюються впливом південних циклонів, проходження теплих фронтів в холодну пору року, в теплу пору року проходженням холодних фронтів 1-го роду та проходженням центрів циклонів.

Не льотна погода обумовлюється густими туманами – при проходженні теплому фронту з південним переносом в холодну пору року, в теплому секторі в холодну пору року, грозами, купчасто-дощовою хмарністю, ці явища спостерігаються при проходженні холодного фронту другого роду в другу половину дня, та влітку вночі на хвилі атмосферного фронту.

Небезпечні для авіації явища погоди – явища погоди або значення метеорологічних елементів, які загрожують безпеці польотів або збереженню авіаційної техніки на аеродромі.

Додаток А

Таблиця А.1 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2019 рік

Кількість балів	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-3	71	217	410	431	271	475	449	617	477	491	214	292	4415
4-6	102	101	154	103	216	188	200	72	101	61	71	34	1403
7-9	92	74	100	55	185	49	91	32	67	38	67	59	909
10	479	280	80	131	72	8	4	23	75	154	368	359	2033

Таблиця А.2 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2020 рік

Кількість балів	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-3	251	375	469	566	299	425	500	577	605	366	228	76	4737
4-6	88	107	79	79	132	149	174	105	46	94	66	22	1141
7-9	100	80	44	44	134	98	43	48	31	113	51	40	826
10	305	134	152	31	179	48	27	14	38	171	375	606	2080

Таблиця А.3 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2021 рік

Кількість балів	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-3	169	256	323	335	331	408	499	463	403	610	289	139	4225
4-6	49	58	128	181	207	211	182	183	113	68	99	55	1534
7-9	78	61	95	98	175	77	35	62	123	58	145	89	1096
10	448	297	198	106	31	24	28	36	81	8	187	461	1905

Таблиця А.4 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2022 рік

Кількість балів	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-3	109	226	390	276	388	383	399	372	255	457	138	196	3589
4-6	22	42	50	91	121	133	110	77	57	47	13	20	783
7-9	122	157	77	156	130	130	172	138	159	121	36	72	1470
10	491	247	227	197	105	74	63	157	249	119	533	456	2918

Таблиця А.5 – Повторюваність загальної кількості хмарності за 2023 рік

Кількість балів	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0-3	125	254	330	203	591	386	475	593	560	494	283	180	4474
4-6	24	89	84	89	107	168	167	119	67	82	54	46	1096
7-9	67	116	135	123	28	88	73	29	51	95	103	104	1012
10	528	213	195	305	18	78	29	3	42	73	280	414	2178

Таблиця А.6 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 0-3 балів, у період з 06.00-18.00 з 2019 по 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 -100 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 - 150 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	7
150 - 200 м	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	0	5
200 – 300 м	0	3	1	8	8	0	0		1	2	2	0	25
300 – 500 м	9	20	4	6	4	5	0	2	3	4	5	0	62
500 -1000 м	7	77	86	16	12	76	42	4	17	34	48	12	431
≥ 1000 м	0	30	120	34	342	203	302	355	232	131	62	8	1819

Таблиця А.7 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 4-6 балів, у період з 06.00-18.00 з 2019 по 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
50 -100 м	0	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	2	7
100 - 150 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
150 - 200 м	5	8	0	15	0	6	0	5	0	0	3	18	60
200 – 300 м	8	4	4	4	0	11	9	0	4	2	6	10	62
300 – 500 м	47	34	18	18	0	6	24	24	12	8	42	12	245
500 -1000 м	36	146	104	13	0	102	87	40	56	120	56	68	828
≥ 1000 м	10	28	191	203	382	405	459	402	170	194	61	65	2570

Таблиця А.8 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 7-9 балів, у період з 06.00-18.00 з 2019 по 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 -100 м	3	2	0	5	0	0	0	0	0	0	4	6	20
100 - 150 м	4	6	0	4	0	0	0	0	0	0	8	42	64
150 - 200 м	8	9	2	8	0	5	5	5	0	0	7	21	70
200 – 300 м	52	17	12	16	0	8	15	8	15	6	34	17	200
300 – 500 м	62	130	58	61	4	11	23	17	37	53	87	64	607
500 -1000 м	71	140	235	131	36	118	71	55	41	145	215	120	1378
≥ 1000 м	74	65	180	174	89	123	128	35	30	176	77	87	1238

Таблиця А.9 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 10 балів, у період з 06.00-18.00 з 2019 по 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<50 м	17	4	15	2	0	0	0	0	8	0	0	6	52
50 -100 м	310	12	32	93	0	6	1	0	6	2	63	203	728
100 - 150 м	388	30	53	75	0	2	3	0	3	18	103	340	1015
150 - 200 м	264	36	75	141	0	7	4	4	23	19	94	104	771
200 – 300 м	162	198	148	181	0	110	53	3	30	20	132	106	1143
300 – 500 м	220	230	97	220	5	60	42	0	20	25	144	130	1193
500 -1000 м	260	177	134	84	33	4	5	0	36	55	156	134	1078
≥ 1000 м	11	46	38	98	43	8	10	0	0	37	54	51	396

Таблиця А.10 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 0-3 балів, у період з 18.00-06.00. 2019 - 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 -100 м	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
100 - 150 м	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
150 - 200 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200 – 300 м	3	12	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	17
300 – 500 м	5	24	2	0	0	4	2	0	0	10	0	0	47
500 -1000 м	22	18	12	5	2	12	10	8	12	12	12	0	125
≥ 1000 м	0	5	130	45	171	240	264	220	71	42	10	0	1198

Таблиця А.11 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 4-6 балів, у період з 18.00-06.00. 2019 - 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
50 -100 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 - 150 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150 - 200 м	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	12
200 – 300 м	2	1	2	0	0	1	0	2	0	0	0	2	10
300 – 500 м	22	31	10	0	0	1	3	4	0	0	12	5	88
500 -1000 м	12	147	23	30	8	62	13	16	10	18	23	8	370
≥ 1000 м	0	62	87	181	174	255	191	72	82	42	54	28	1228

Таблиця А.12 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 7-9 балів, у період з 18.00-06.00. 2019 - 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<50 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50 -100 м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 - 150 м	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	0	12	17
150 - 200 м	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	4	10	19
200 – 300 м	3	11	0	28	0	1	5	0	0	0	18	4	70
300 – 500 м	18	24	5	20	0	2	6	4	0	0	24	8	111
500 -1000 м	132	131	142	34	22	60	75	2	47	5	80	54	784
≥ 1000 м	15	82	92	181	42	120	48	26	105	82	20	62	875

Таблиця А.13 – Повторюваність різних градацій ВНМХ при кількості хмарності 10 балів, у період з 18.00-06.00. 2019 - 2023 рр.

ВНМХ	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
<50 м	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	16	25
50 -100 м	155	2	1	37	0	4	0	0	2	0	39	245	485
100 - 150 м	270	8	6	162	0	2	0	6	0	0	62	220	736
150 - 200 м	132	70	31	124	0	0	0	2	0	0	54	110	523
200 – 300 м	265	75	99	84	0	64	11	0	3	0	77	84	762
300 – 500 м	175	104	125	201	2	15	8	0	4	8	75	147	864
500 -1000 м	140	190	142	73	6	84	4	0	27	85	362	184	1297
≥ 1000 м	20	60	110	63	52	60	20	0	32	77	64	101	659

Додаток Б

Таблиця Б.1 – Повторюваність значень видимості у визначений час у 2019 р.(%)

Кількість балів	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
< 200	0,4	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	3,8	1,1	1,3
200-600	10,1	6,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	7,3	10,0	6,2	3,4
600-1000	3,9	3,3	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,7	4,4	4,6	1,7
1000-1500	2,0	1,2	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	1,3	2,1	2,4	0,9
1500-2000	2,8	0,9	0,1	1,4	0,7	0,3	0,0	0,0	0,1	1,2	3,6	3,4	1,2
2-3	6,5	2,5	0,3	2,4	1,9	1,1	0,4	0,5	0,7	1,5	4,9	5,5	2,4
3-4	4,6	4,1	0,8	1,9	1,6	0,4	0,5	0,0	0,4	1,9	8,2	5,5	2,5
4-6	5,8	5,5	1,2	4,0	1,7	0,7	0,9	0,5	1,8	2,4	9,3	7,7	3,4
6-10	64,0	73,8	97,2	89,6	93,7	97,2	98,1	98,9	95,8	73,4	53,8	63,7	83,2

Таблиця Б.2 – Повторюваність значень видимості у визначений час у 2020 р. (%)

Кількість балів	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
< 200	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05
200-600	5,0	0,4	1,9	0,0	0,3	0,1	0,0	0,1	0,1	2,8	4,2	8,6	1,98
600-1000	3,5	1,7	1,6	0,0	1,1	0,1	0,0	0,4	0,0	0,8	5,6	9,1	2,00
1000-1500	2,8	0,7	0,5	0,3	0,4	0,4	0,0	0,0	0,1	0,4	1,1	5,4	1,02
1500-2000	4,3	0,7	0,9	0,1	0,5	0,4	0,1	0,3	0,1	1,2	5,6	5,5	1,66
2-3	0,9	1,1	1,5	0,6	2,2	1,3	0,0	0,5	0,3	3,0	3,3	7,1	1,82
3-4	3,4	1,1	1,6	0,6	1,9	1,4	0,5	0,7	0,6	5,4	5,7	8,7	2,64
4-6	5,4	2,6	2,6	0,7	5,5	1,9	0,7	0,8	1,5	5,4	7,1	13,4	3,98
6-10	74,3	91,5	89,2	97,8	88,2	94,4	98,7	97,2	97,3	81,0	67,5	42,1	84,84

Таблиця Б.3 – Повторюваність значень видимості у визначений час у 2021 р. (%)

Кількість балів	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
< 200	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,1
200-600	7,5	3,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	7,0	1,6
600-1000	3,8	2,4	1,5	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,7	2,6	1,0
1000-1500	2,3	2,8	0,8	0,6	0,0	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	1,5	0,7
1500-2000	0,9	3,9	1,6	0,4	0,1	0,1	0,0	0,7	0,0	0,3	0,8	2,3	0,9
2-3	3,8	6,5	2,2	0,4	0,4	0,6	1,1	1,1	0,3	0,1	2,6	4,3	1,9
3-4	5,4	8,0	4,0	0,6	1,9	0,4	1,3	0,5	0,8	0,9	5,1	5,3	2,8
4-6	14,1	11,3	5,1	2,1	1,7	0,8	1,1	2,2	2,2	3,2	7,6	9,4	5,1
6-10	62,2	62,1	83,9	95,7	95,6	97,8	96,1	95,2	96,3	94,8	82,5	66,8	85,8

Таблиця Б.4 – Повторюваність значень видимості у визначений час у 2022 році (%)

Кількість балів	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
< 200	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0,1	0	1,3	3,2	0,4
200-600	0,1	0,6	0	0,1	0	0	0	0,5	0,7	0,1	4,3	11,7	1,5
600-1000	0,3	0	0,5	0,4	0	0,1	0	0,4	1,1	0,5	4,4	4,8	1,1
1000-1500	1,3	0,4	0,8	0,3	0,3	0	0	0,3	0,4	0,4	4,3	1,6	0,8
1500-2000	1,3	0	0,9	0	0	0,1	0	0,8	1	2,2	6,7	2,7	1,3
2-3	1,9	0,4	2,4	0,8	0,1	0,1	0,1	1,2	2,1	0,8	9,2	3,1	1,9
3-4	3,8	1	2,8	1,9	0,5	0,6	0,8	1,3	2,6	2,3	8,3	5,2	2,6
4-6	5,5	1,7	3,1	1,9	1,3	1	0,4	3,2	4,9	4,7	14,2	10,2	4,3
6-10	85,8	95,8	89,5	94,5	97,8	98,1	98,7	92,3	87,1	89	47,3	57,5	86,1

Таблиця Б.5 – Повторюваність значень видимості у визначений час у 2023 році (%)

Кількість балів	Місяці												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
< 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0,02
200-600	7,1	0	0,5	2,4	0	0,4	0	0,4	1	0	1	4,3	1,45
600-1000	5,6	0	0,7	1,8	0	0,6	0	0,1	0,6	0	1	2,8	1,12
1000-1500	9,9	0,4	3,1	1,9	0	0	0	0,1	0	0	0,7	4,6	1,76
1500-2000	2,5	1,2	0,8	0,1	0	0	0	0	0	0,1	1,4	4,7	0,9
2-3	4,4	2,1	1,2	2,2	0	0,1	0	0,3	0,3	0,8	1,8	4,2	1,45
3-4	10,3	3,6	0,4	2,6	0	0,1	0,1	0	0,3	1,3	1,4	4,6	2,06
4-6	7,4	7	5	8,6	0	1,3	1,1	0,5	1,3	3,6	4,2	12,6	4,37
6-10	52,8	85,7	88,3	80,4	100	97,5	98,8	98,6	96,2	94,2	88,5	62,2	86,87

Таблиця Б.6 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль. 2019 рік

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	3	1	1	5	3	3	4	0	0	0	0	19
II	0	0	0	0	4	14	5	3	2	1	0	0	6
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
X	0	0	0	3	2	24	28	22	2	3	2	0	43
XI	0	0	9	14	21	7	1	5	5	0	1	0	4
XII	0	0	1	4	6	9	6	3	1	0	2	1	6
Σ	1	4	11	22	38	57	44	38	11	4	5	3	80

Таблиця Б.7 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2019 рік

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	1	3	18	25	18	2	0	0	0	0	0	67
II	0	0	0	3	20	17	3	1	1	4	2	0	51
III	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
X	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	5
XI	1	0	3	15	28	15	0	0	1	0	0	1	64
XII	1	0	1	9	25	9	2	0	0	0	1	1	49
Σ	2	1	7	45	99	61	8	2	4	6	3	2	240

Таблиця Б.10 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль за 2020 рік

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	2	2	6	9	6	4	2	3	6	2	2	10
II	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1		5
III	0	2	2	3	4	0	0	0	0	2	0	1	6
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2
VI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	2	2	2	1	0	4	1	1	1	0	0
XI	0	0	0	0	2	14	9	3	1	0	1	1	10
XII	0	0	0	3	6	3	7	2	0	0	4	8	28
Σ	0	4	6	15	23	24	20	11	7	13	11	13	65

Таблиця Б.11 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2020 рік

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	4	0	3	1	1	0	2	1	12
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	7
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
XI	0	0	0	12	10	5	2	0	0	0	0	0	29
XII	0	0	7	2	26	5	3	0	0	0	0	0	43
Σ	0	2	7	15	44	10	8	1	2	5	2	2	98

Таблиця Б.12 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2020 рік

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XII	0	0	0	6	13	4	0	0	0	0	0	0	23
Σ				6	13	4							23

Таблиця Б.13 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2020 рік

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
II	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XII	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	5
Σ		4		1	3	1							9

Таблиця Б.14 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль за 2021 рік

місяці	Напря́м ві́тру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	3	3	3	2	3	0	0	0	0	1
II	0	0	0	0	0	1	9	7	0	0	0	0	0
III	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
V	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
XI	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	6	1	6	4	2	1	1	2	6	3	2	4	16
Σ	8	4	9	10	8	5	13	12	9	4	2	5	20

Таблиця Б.15 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2021 рік

місяці	Напря́м ві́тру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	5	33	13	0	1	0	0	0	0	52
II	3	0	0	0	0	0	7	2	0	0	0	1	13
III	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
X	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
XI	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
XII	2	0	3	10	5	0	0	0	1	0	0	0	21
Σ	7	0	4	17	39	14	7	5	1	0	0	2	96

Таблиця Б.16 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2021 рік

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	11	2	2	2	0	0	0	0	0	17
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XII	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Σ				13	2	2	2						19

Таблиця Б.17 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2021 рік

місяці	Напрямок вітру, град												Штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
II	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
XII	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Σ				6	1								7

Таблиця Б.18 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль за 2022 рік

місяці	Напрям вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0
III	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1
IX	0	0	6	1	1	2	0	0	0	0	0	0	4
X	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
XI	6	5	8	3	1	6	1	1	3	1	9	7	5
XII	4	7	6	7	15	34	0	0	0	0	0	0	3
Σ	12	12	20	11	18	42	5	1	6	2	13	8	13

Таблиця Б.19 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2022 рік

місяці	Напрям вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
XI	3	2	3	0	1	0	0	0	0	0	4	3	16
XII	0	0	2	10	9	7	0	0	0	0	0	0	28
Σ	3	2	5	10	10	7	0	0	1	1	6	3	48

Таблиця Б.21 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2022 рік

[illegible]

Таблиця Б.22 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль за 2023 рік

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	1	0	1	16	32	2	0	0	0	0	0	5
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	3	0
IV	1	0	2	2	3	5	1	0	0	0	1	2	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
XII	0	0	2	7	0	5	0	1	0	0	0	1	0
Σ	6	2	5	15	24	42	4	2	1	2	6	10	10

Таблиця Б.23 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2023 рік

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	1	4	8	18	6	0	0	0	0	0	0	37
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
IV	5	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	3	12
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	15
XII	2	5	3	9	3	3	0	0	1	1	0	0	27
Σ	7	6	8	29	27	9	0	0	1	1	1	4	93

Таблиця Б.24 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2023 рік

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Σ										1		2	3

Таблиця Б.25 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 1-3 м/с та штиль за 2019-2023 рр.

місяці	Напря́м вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	6	3	11	33	44	11	9	3	6	2	2	35
II	0	0	0	0	5	15	18	10	4	4	1	0	11
III	3	5	4	4	7	0	0	0	1	2	3	4	7
IV	1	0	2	2	3	5	1	1	2	0	1	2	1
V	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	3
VI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	4	1	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
VIII	1	0	0	3	1	0	0	0	1	1	2	1	6
IX	6	2	6	1	1	2	1	0	0	0	0	6	9
X	0	0	2	5	5	25	33	23	6	4	2	0	43
XI	6	5	19	21	26	27	12	10	10	1	11	8	19
XII	10	8	15	27	29	52	14	8	7	3	8	14	53
Σ	27	26	51	75	111	170	90	61	34	25	36	39	187

Таблиця Б.26 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 4-7 м/с за 2019-2023 рр.

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	2	7	31	80	37	5	2	1	0	2	1	168
II	3	0	0	3	20	17	10	3	1	4	2	1	64
III	2	2	0	1	4	1	0	0	1	0	0	1	12
IV	5	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	4	14
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	4
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
IX	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	7
X	0	0	0	0	1	2	1	3	1	1	1	0	10
XI	4	2	6	37	46	20	2	0	1	0	4	4	126
XII	5	5	16	40	68	23	5	0	2	1	1	1	167
Σ	19	11	31	116	219	100	23	8	9	13	12	13	574

Таблиця Б.27 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 8-11 м/с за 2019-2023 рр.

місяці	Напрямок вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	11	2	2	3	0	0	0	0	1	19
II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	9	13	6	0	0	0	1	0	0	29
Σ	0	0	0	20	15	8	3	0	0	1	1	2	50

Таблиця Б.28 – Повторюваність видимості менше 1000 м при різних напрямках вітру і швидкості вітру 12-16 м/с за 2019-2023 рр.

місяці	Напрям вітру, град												штиль
	10-30	40-60	70-90	100-120	130-150	160-180	190-210	220-240	250-270	280-300	310-330	340-360	
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
II	0	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	11
III	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	6
Σ	0	4	0	7	4	1	0	0	0	0	3	1	20