

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

**Бакалаврська кваліфікаційна робота**

на тему:

Метеорологічні умови утворення туманів над районом АМСЦ Херсон

Виконала студентка IV року навчання  
групи МКА-41  
спеціальності 103 – Науки про Землю  
Родінова Ірина Олексіївна

Керівник, к.геогр. н., доцент  
Волошина Олена Вікторівна

Рецензент к.геогр.н., доцент  
Коваленко Людмила Борисівна

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології  
Рівень вищої освіти бакалавр  
Спеціальність 103 Науки про Землю  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри метеорології  
та кліматології

Прокоф'єв О.М.

“ 27” квітня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Родіновій Ірині Олексіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Метеорологічні умови утворення туманів над районом  
АМСЦ Херсон

керівник роботи Волошина Олена Вікторівн, к.геогр.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “17”квітня 2020 року № 40-с

2. Строк подання студентом роботи 02 червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи

Дані спостережень в коді METAR і SPECI  
за період з 2009 по 2019 рр. для аеропорту м. Херсон

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Провести аналіз повторюваності і тривалості випадків з туманами  
протягом 10 останніх років на АМСЦ Херсон. Виявити основні  
метеорологічні умови формування туману. Описати характерну синоптичну  
ситуацію, при якій спостерігається туман. Отримання статистичних  
характеристик метеорологічних умов туманів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Представити отримані результати у вигляді таблиць і графіків.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2020 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою бакалаврської роботи	29 квітня – 30 квітня 2020 р.	90	відмінно
2.	Підготовка даних метеорологічних спостережень до обробки	1 травня – 3 травня 2020 р.	90	відмінно
3.	Обробка даних метеорологічних спостережень за допомогою графічно-розрахункового пакету «EXCEL»	4 травня – 6 травня 2020 р.	90	відмінно
4.	Отримання статистичних характеристик метеорологічних умов формування туманів. Побудова графіків.	7 травня – 9 травня 2020 р.	90	відмінно
5.	Опис синоптичної ситуації, при якій спостерігався найтриваліший туман.	10 травня – 12 травня 2020 р.	90	відмінно
6.	Рубіжна атестація	13 травня 2020 р.	90	відмінно
7.	Аналіз отриманих результатів	14 травня – 16 травня 2020 р.	90	відмінно
8.	Оформлення бакалаврської роботи	18 травня - 28 травня 2020 р.	90	відмінно
9.	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту бакалаврської роботи	1 червня – 5 червня 2020 р.	90	відмінно
10.	Попередній захист бакалаврської роботи	11-12 червня 2020 р.	90	відмінно
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>90</b>	відмінно

Студент \_\_\_\_\_ **Родінова І. О.**

( підпис )

( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ **Волошина О.В.**

( підпис )

( прізвище та ініціали )

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗА МИНУЛИЙ ПЕРІОД.....	8
1.1 Характеристика клімату України .....	9
1.2 Вплив на клімат України повітряних мас та циркуляції атмосфери.....	10
1.3 Зміни температурного режиму та опадів .....	12
1.4 Несприятливі погодні явища в Україні.....	15
2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ АМСЦ ХЕРСОН.....	16
2.1 Загальні відомості району аеродрому Херсон.....	16
3 ФОРМУВАННЯ ТУМАНІВ НАД ТЕРИТОРІЄЮ ПІВДНЯ УКРАЇНИ.....	21
3.1 Загальні відомості про умови утворення туманів.....	21
3.2 Методи прогнозування туманів.....	23
3.2.1 Прогноз радіаційних туманів.....	23
3.2.2 Прогноз адвективних туманів .....	25
3.2.3 Прогнозування фронтального туману .....	27
3.3 Сильні тумани на території України .....	29
3.4 Вплив туманів на авіацію .....	33
4 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ УТВОРЮВАННЯ ТУМАНІВ НА АМСЦ ХЕРСОН.....	35
4.1 Результати досліджень метеоспостережень за туманом в холодний період.....	37
4.2 Результати досліджень метеоспостережень за туманом в теплий період.....	49
4.3 Аналіз синоптичної ситуації при утворенні туманів.....	55
Висновки.....	62
Список використаної літератури.....	64

Додаток А.....	65
Додаток Б .....	66

## ВСТУП

Актуальність обраної тематики обумовлена тим, що туман (обмежена видимість) являється одним із основних метеорологічних факторів, які ускладнюють діяльність авіації. При туманах польоти іноді виконувати неможливо. Зліт та посадку повітряного судна (ПС), особливо польоти на гранично малих та малих висотах, важко виконувати при обмеженій видимості. Тому тумани займають особливе місце в опису метеорологічних умов польотів авіації, що зумовлено значним їх розповсюдженням і тим, що 80% необхідної пілоту інформації він отримує візуально.

Найбільші труднощі для польотів літаків та вертольотів утворюються в зонах атмосферних фронтів, які частіше всього характеризуються наявністю небезпечних метеорологічних явищ. Тумани спостерігаються повсюди, однак вірогідність попадання в туман в польоті суттєво залежить від широти місцевості, особливостей орографії, сезону року і характеру атмосферних процесів.

Виникнення туманів часто призводить до закриття аеропортів за погодних умов. Найбільшу небезпеку для авіації представляють адвективні тумани, як найбільш тривалі за часом, мають найбільшу вертикальну потужність і здатні виникнути в будь-який час доби.

Метою даного дипломного проекту є дослідження метеорологічних умов, що сприяють формуванню різного типу повторюваності та тривалості туманів в холодний та теплий період над аеродромом Херсон, Херсонської області.

Дипломний проект складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку посилань і додатків.

У вступі формулюються мета і задачі проекту.

Перший розділ містить у собі загальну інформацію про характеристику клімату України.

Другий розділ складається з фізико-географічної характеристики району АМСЦ Херсон.

У третьому розділі приведені загальні відомості про тумани та їх просторово-часовий розподіл над Україною та методи прогнозування туманів.

У четвертому розділі приведена характеристика туманоутворення та вихідних даних, з аналізу повторюваності туманів та метеорологічних умов їх формування на аеродромі Херсон.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 19 джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Дипломний проект виконаний на кафедрі метеорології та кліматології під керівництвом кандидата географічних наук, доцента Волошиної Олени Вікторівни для метеорологічного бюро з метою вдосконалення метеорологічного обслуговування авіації через врахування сучасного режиму туманоутворення.

## 1 ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ ЗА МИНУЛИЙ ПЕРІОД

На нашій планеті погодні умови доволі різноманітні. У будь-якому куточку світу вони змінюються на протязі року, сезону, місяця, доби, навіть щохвилини. Спостерігаючи за змінами погоди в певній місцевості протягом багатьох років, визначають її особливості для кожного сезону. Якщо під погодою розуміють стан нижніх шарів тропосфери в певний час і в певному місці, то багаторічну сукупність даних умов називають кліматом [6].

Одна з найважливіших міжнародних проблем 21 століття – це зміна загального клімату на планеті. Особливо викликає занепокоєння загальне стрімке підвищення динаміки катаклізмів, що спостерігається в останні десятиліття. Зараз існує великий ризик недостатнього розуміння і недооцінки всіх факторів і масштабів впливу різноманітних космічних і геологічних процесів на глобальну зміну клімату на Землі. Ще не так давно, в кінці 20 століття, деякі вчені висували різні гіпотези та припущення про поступову зміну клімату. Але на практиці все виявилось трохи інакше. Ретельний аналіз зростання кількості природних катаклізмів, екстремальних погодних явищ по всьому світу, а також статистичних показників космічних і геофізичних параметрів за останні роки показав невтішну тенденцію до їх значного збільшення за короткий проміжок часу. Ці дані свідчать, що висунуті рядом вчених припущення відносно того, що зміна клімату Землі протягом 100 років і більше буде носити поступовий характер, не є вірними, так як по факту цей процес відбувається набагато динамічніше [6].

На сьогодні накопичилась достатня кількість фактів, що свідчать про різні зміни на планеті, які відбулися у відносно короткий проміжок часу. Це і прискорення руху тектонічних плит, і зростання темпу активності процесів, і загострення проблем загальнопланетарного характеру, в тому числі сейсмічної, вулканічної, сонячної активності, зміна магнітного поля Землі,



швидкості дрейфу магнітних полюсів Землі, зсув земної осі, зміна альbedo планети, її орбітальних параметрів. Крім того, спостерігається підвищення приземної температури, танення вічної мерзлоти, скорочення площі і маси льодовикового покриву суші і полярних морів, підвищення рівня морів і океанів, зміна стоку річок, виникнення небезпечних гідрометеорологічних явищ (посухи, повеней, тайфунів) та багато іншого. Тобто реєструються численні факти змін, які відбуваються в літосфері, гідросфері і атмосфері Землі [6].

## 1.1 Характеристика клімату України

Клімат України переважно помірно-континентальний.

Для клімату України характерна часта зміна погоди, що пов'язано з надходженням циклонів (в середньому за рік їх 45) і антициклонів (36). Водночас в Україні переважають дні з ясною сонячною погодою – у середньому на рік їх 230-235. Гірські хребти Карпат і Кримських гір захищають відповідно Закарпаття і Чорноморський Південний берег Криму від холодних арктичних повітряних мас, які приходять з півночі.

Середньомісячна температура січня від  $-8^{\circ}\text{C}$  на північному сході України та на високогір'ї Карпат, до  $+4^{\circ}\text{C}$  на Південному березі Криму, липня – від  $+17^{\circ}\text{C}$  на північному заході та  $+19^{\circ}\text{C}$  у високогір'ї Карпат до  $+23^{\circ}\text{C}$  на крайньому півдні. У гірських районах температура протягом року нижча порівняно з рівнинними територіями. Тривалість безморозного періоду коливається від 150-160 днів на півночі до 200-210 днів на півдні та 270 днів на Південному березі Криму [7].

Вітри змінюються за сезонами року: взимку в північно-західній частині країни переважають західні вітри, що приносять вологу, у південно-східній – вітри північно-східні й східні сухі й холодні. Улітку найчастіші північно-західні вітри, однак часто дмуть східні й південно-східні вітри. Іноді на півдні й південному сході бувають суховії [8].

Опади розподіляються нерівномірно. Середньорічні суми опадів зменшуються з заходу і північного заходу на південний схід і південь від 650-600 мм до 300 мм. Максимум опадів припадає на Карпати (понад 1500 мм). На півдні у степовій зоні зволоження недостатнє і в окремі роки бувають посухи. На Південному березі Криму клімат є субтропічним середземноморським з сухим спекотним літом та вологою м'якою зимою. Середня кількість опадів – 600 мм. В листопаді-березні (400 мм; в квітні-жовтні – менше 240 мм [7].

Клімат України сприятливий для життя і діяльності людини. Кліматичні умови враховують, коли вибирають місця для будівництва житла, господарських об'єктів, транспортних шляхів. Від них залежить робота водного транспорту.

## **1.2 Вплив на клімат України повітряних мас та циркуляції атмосфери**

Повітряні маси, які визначають кліматичні умови в Україні, мають як “місцеве” походження, так і надходять здалеку – з регіонів віддалених на тисячі кілометрів. Загалом упродовж року над територією України панують помірні, насамперед, морські повітряні маси з Атлантичного океану. Вони надходять із заходу і північного заходу завдяки постійним західним вітрам. Узимку прихід повітряних мас з Атлантики супроводжується потеплінням, влітку – деяким похолоданням. Крім того, це повітря завжди несе вологу. Його вплив особливо відчутний на заході і північному заході України. З просуванням на схід і південний схід, воно поступово перетворюється (трансформується) на континентальне. Завдяки цьому чиннику клімат України змінюється не тільки з півночі на південь, а й із заходу на схід [9].

Помірні континентальні повітряні маси, які надходять в Україну, формуються над центральними районами Євразії. Вони завжди сухі і

приносять холодну погоду взимку та спекотну влітку. Найбільш відчутний їх вплив на сході і півдні країни [9].

Час від часу в межі України проникають сухі й холодні арктичні повітряні маси, з якими пов'язані різке зниження температури повітря взимку, пізні весняні й ранні осінні заморозки.

Сухі й жаркі тропічні повітряні маси, що надходять з пустельних районів Африки чи Південно-Західної Азії, приносять спекотну погоду влітку, теплу й погожу восени. А взимку проходячи над областю низького тиску над Чорним морем насичуються вологою і приносять опади на Південний берег Криму.

Зміна повітряних мас з різними властивостями (насамперед температурними) спричиняє проходження через територію України атмосферних фронтів [9].

Атмосферна циркуляція в Україні визначається також частою зміною циклонів і антициклонів – величезних атмосферних вихорів діаметром у кілька тисяч кілометрів і висотою кілька тисяч метрів.

Більшість циклонів виникають над північною Атлантикою, Середземномор'ям чи Баренцовим морем. Вони досить швидко переміщуються над територією України, формуючи протягом декількох діб нестійку хмарну і вітряну погоду з великою кількістю опадів.

На територію України антициклони приходять зі сходу, півночі або тропічної частини Атлантичного океану. Вони малорухливі, над територією України затримуються на тривалий час, зумовлюючи малохмарну суху погоду, влітку спекотну, взимку холодну [9].

Всього за рік над територією країни буває майже 45 циклонів і понад 35 антициклонів. Проте за кількістю днів різко переважає антициклональна погода.

У теплий період року виникає місцева циркуляція: бризи на берегах Чорного і Азовського морів, водосховищ, озер, лиманів, великих річок; гірсько-долинні вітри у Карпатах і Кримських горах.

На циркуляцію атмосфери взимку впливає смуга підвищеного атмосферного тиску, яка проходить уздовж лінії Луганськ – Дніпропетровськ – Балта. Вона є частиною так званої осі Воейкова, що тягнеться майже через усю Євразію від Монголії до Іспанії. На північ від цієї смуги переважають західні відносно теплі і вологі вітри, на південь – східні і південно-східні холодні й сухі вітри. У теплий період ця вісь послаблюється, оскільки внаслідок прогрівання суходолу майже вся територія України потрапляє в зону зниженого тиску, а тому дмуть західні вітри. І лише на півдні продовжують панувати східні вітри [9].

### **1.3 Зміни температурного режиму та опадів**

Температура повітря змінюється відповідно до сонячної радіації, а отже знижується з півдня на північ. Середньорічна температура повітря в Україні коливається від  $+11^{\circ}\text{C}$ ...  $+13^{\circ}\text{C}$  на півдні до  $+5^{\circ}\text{C}$ ...  $+7^{\circ}\text{C}$  на півночі.

Пересічна середня температура найхолоднішого місяця (січня) змінюється від  $-7^{\circ}\text{C}$ ...  $-8^{\circ}\text{C}$  на північному сході країни до  $+2^{\circ}\text{C}$ ...  $+4^{\circ}\text{C}$  на Південному узбережжі Криму. В окремі роки спостерігаються зниження середньомісячних температур до  $-15^{\circ}\text{C}$  [10].

У найтеплішому місяці (липні) середньомісячна температура змінюється від  $+17^{\circ}\text{C}$ ...  $+19^{\circ}\text{C}$  на півночі та північному заході країни до  $+22^{\circ}\text{C}$ ...  $+23^{\circ}\text{C}$  у південних районах,  $+25^{\circ}\text{C}$  – на Південному узбережжі Криму.

Січневі ізотерми мають, в основному, напрямок з північною заходу на південний схід, а липневі – з південного заходу на північний схід. Отже, йдуть вони майже перпендикулярно одні до одних, а тому різниця температур найхолоднішого і найтеплішого місяця (амплітуда температур) змінюється з заходу на схід. Ця особливість клімату пов'язана з зменшенням впливу на нього Атлантичного океану. Водночас посилюється вплив материка, тобто континентальність клімату [10].

Зростання континентальності клімату з заходу на схід підтверджується і тим, що абсолютні мінімальні температури (нижче  $-40^{\circ}\text{C}$ ) спостерігаються на сході, а абсолютні максимуми ( $+41^{\circ}\text{C}$ ...  $+42^{\circ}\text{C}$ ) – на південному сході України.

На рівнинній території України річна кількість опадів також змінюється в напрямку з заходу на схід (від 700 мм на заході Полісся і лісостепу до 300-350 мм у південних районах). Найбільше опадів випадає на гірських хребтах Карпат (в окремих місцях - понад 1500 мм), а у Кримських горах – понад 1000 мм за рік.

Кількість опадів розподіляється нерівномірно за сезонами. У теплу пору їх випадає у 2-3 рази більше, ніж у холодну. Винятком є Південний берег Криму, де опади є переважно в холодну пору року. Це пов'язано з тим, що влітку тут панують повітряні маси з високим тиском і низхідним рухом повітря [10].

Максимальна кількість опадів на більшості території України припадає на червень-липень, причому у червні вона різко зростає порівняно з травнем. Улітку спостерігаються часті грози і зливи, що становлять 200 мм опадів на рівнині й до 300 мм у Карпатах.

Різною на території України є середня кількість днів з опадами. На півдні Причорноморської низовини вона коливається від 5 до 9, а у північній і західній частині країни - від 10 до 16 днів за місяць. Найбільше їх взимку, а найменше - в серпні-вересні.

Перший сніг випадає наприкінці жовтня - в листопаді. Сталий сніговий покрив утворюється на півночі у кінці листопада і лежить до першої декади квітня. На півдні України сніг вкриває землю у середині грудня, а тоне на початку березня. На території країни зими, коли б сніг лежав постійно протягом 3-4 місяців, бувають дуже рідко, а у південних районах половина зими не має стійкого снігового покриву [10].

Висота снігового покриву на Поліській низовині змінюється від 30 до 20 см, а в Причорномор'ї - до 10 см. Сильні вітри на півдні часто здувають

сніг з відкритих місць у долини річок, балки, що не дає можливості створити достатній запас вологи на полях.

Абсолютна річна кількість опадів на території країни ще не свідчить про достаток вологи. Адже значна частка вологи випаровується, а величина випаровування залежить від температури [10].

Чим вища температура повітря, тим більше вологи воно може в собі містити, а отже – більше вологи може випаровувати. Величина випаровуваності може бути меншою або більшою, ніж кількість опадів. Співставивши ці дві величини, можна визначити зволоженість території. Характеризують її коефіцієнтом зволоження, що визначається відношенням кількості опадів до величини випаровуваності за певний період. Тобто,  $K = O/V$ , де  $O$  – річна кількість опадів,  $V$  – величина випаровуваності,  $K$  – коефіцієнт зволоження. Якщо  $K=1$ , то зволоження достатнє,  $K>1$  – надмірне,  $K<1$  – недостатнє,  $K<0,3$  – бідне.

На північному заході України випаровуваність дещо менша, ніж кількість опадів, тому ця територія має достатнє, зволоження, а в Карпатах і Криму воно навіть надмірне. У південних і південно-східних районах країни величина випаровуваності значно більша від кількості опадів, а, отже, зволоження недостатнє.

Таким чином, у напрямку з заходу на схід в Україні зростає континентальність клімату, яка проявляється не тільки у зростанні амплітуди температур, але і у зменшенні кількості опадів та коефіцієнта зволоження [10].

#### **1.4 Несприятливі погодні явища в Україні**

Клімат України сприятливий для розвитку сільського господарства. Всюди є можливість вирощувати культури помірного поясу: на півночі, де менше тепла – вологолюбні і невибагливі рослини; на півдні та Закарпатті –

теплолюбні та посухостійкі; у середній, лісостеповій частині - зернові, цукрові буряки тощо.

Однак, для клімату України характерні і деякі несприятливі погодні явища. У літній період на території України часто спостерігаються грози, 25-30 днів (у Карпатах – до 40), які супроводжуються зливами, інколи градом. Град випадає на рівнинах 2-3 рази, а в Карпатах – до 4-6 разів [10].

15-30 днів у році з туманами (в горах до 130 днів). Значної шкоди сільському господарству завдають заморозки, восени (з другої половини вересня) і навесні (квітень - травень).

Взимку для всієї території України характерні ожеледі, тривалість яких коливається від кількох годин до 10 днів і більше. Ожеледдю називають удільний шар льоду, що утворюється на гілках дерев, телефонних та електропроводах, а також на поверхні землі при температурі від 0° до -3° внаслідок замерзання крапель дощу, мряки чи туману. Ожеледь, яка покриває дорогу називають ожеледицею. Хуртовини найчастіше бувають у січні - лютому.

У літній період (інколи навесні та восени) виникають посухи, котрі повторюються, як правило, через 2-3 роки і завдають чималих збитків сільському господарству, особливо на півдні та південному сході країни. У весняно-літній період спостерігаються пилові бурі, тривалість яких коливається від кількох хвилин до кількох діб. Їх спричиняють суховії, що дмуть із пустельних, напівпустельних просторів Середньої Азії [10].

Важливу роль у прогнозуванні несприятливих явищ має гідрометеорологічна служба України. Вона охоплює близько 130 гідрометеорологічних станцій у різних кутках країни, де за єдиною програмою 8 разів на добу (через кожні 3 години) фіксуються дані приладів. Метеорологічні та гідрологічні спостереження здійснюють також 14 морських станцій, спеціалізовані обсерваторії та інші станції. Зібрана інформація надходить у Гідрометцентр України, який обробляє інформацію і повідомляє прогнози населенню та підприємствам і організаціям [10].

## 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ АМСЦ ХЕРСОН

### 2.1 Загальні відомості району аеродрому Херсон

Територія Херсонської області становить 28 461 км<sup>2</sup>, довжина з півночі на південь – 180 км, із заходу на схід – 258 км.

Область розташована у степовій зоні, на нижній течії річки Дніпро.

Омивається Чорним і Азовським морями, Сивашем та Каховським водосховищем.

На території області протікає 19 річок, з них найбільші: Дніпро – 178 км, Інгулець – 180 км. Річка Дніпро розділяє область на дві частини – правобережну і лівобережну, яку також називають Північною Таврією.

На півночі Херсонської області в основному мають місце південні чорноземи з лісовими ґрунтами. На півдні вони переходять в темно-каштанові і каштанові ґрунти, що розташовані разом з солонцями. Для узбережжя Чорного і Азовського морів характерні солонці.

Клімат Херсонщини помірно-континентальний. Зима м'яка, малосніжна, часто бувають відлиги. Середня температура повітря в січні -3...-5°C, в липні +21,5...+23,5°C. Опадів 300-410 мм, більше їх влітку. Сніговий покрив нестійкий. До несприятливих кліматичних явищ належать суховії, пилові бурі, град. Пануючий напрямок вітру на станції – ПнС [4].

Середня швидкість вітру в січні – 4.3 м/с, в липні – 3.1 м/с (табл.2.1).

Таблиця 2.1 – Середня швидкість вітру за рік і в центральні місяці сезонів

I	IV	VII	X	Рік
4.3 м/с	3.9 м/с	3.1 м/с	3.2 м/с	3.6 м/с

З імовірністю 95% можливо 13 днів в році з сильним вітром. Більша ймовірність виникнення сильного вітру в зимові місяці (табл.2.2).



Таблиця 2.2 – Число днів із швидкістю вітру 15м/с і більше різної ймовірності рівне та вище вказаних значень

Число днів із швидкістю вітру 15м/с і більше різної ймовірності рівне та вище вказаних значень													
Ймовірність, %	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
5	8	10	7	6	6	4	4	3	2	6	6	6	40
10	7	8	6	5	5	4	3	2	2	5	5	5	35
25	5	4	5	4	3	3	2	2	1	3	3	4	27
50	3	2	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	21
75	2	2	2	2	1	1	1		1	1	1	1	16
90	1	1	1	1								1	14
95	1	1		1								1	13

Найбільша кількість днів із швидкістю і 10 м/с була зафіксована в липні – 26 днів, із швидкістю 15м/с в лютому – 19 днів (табл.2.3).

Таблиця 2.3 – Найбільша кількість днів з сильним вітром, що зареєстрована в різні місяці на станції і за рік.

Число днів із різною швидкістю вітру													
Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Найбільше днів із швидкістю і 10 м/с	24	24	22	24	23	25	26	20	19	21	19	22	240
Найбільше днів із швидкістю 15м/с	9	19	8	7	6	4	4	3	2	8	6	7	53

В середньому найбільша кількість опадів припадає на липень, а найменша – на березень. За рік може бути в середньому 441 мм опадів (табл..2.4).

Таблиця.2.4 – Кількість опадів, яка, зазвичай, випадає на станції в цілому за рік, в теплий і холодний періоди.

Середня місячна і річна кількість опадів (мм) з поправками на змочування														
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холодний період (XI-III)	Теплий період (IV-X)	Рік
33	31	26	33	42	45	49	38	40	28	36	40	166	275	441

Рідких опадів за рік випадає набагато більше, ніж твердих (табл.2.5).

Таблиця 2.5 – Співвідношення твердих, рідких і змішаних опадів в окремі місяці року.

Середня місячна і річна кількість рідких (р), твердих (т) і змішаних (з) опадів (мм)													
Вид опадів	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Р	14	16	12	31	42	45	49	38	40	27	34	25	373
Т	6	4	3								1	3	17
З	13	11	11	2						1	1	12	51

На станції більша ймовірність похмурого неба (табл.2.6).

Таблиця 2.6 – Повторюваність ясного, напівясного і похмурого станів неба в центральні місяці сезонів.

Повторюваність (%) ясного (0-2 бала), напів'ясного (3-7 балів) і похмурого (8-10 балів) стану неба за загальною та нижньою хмарністю				
Хмарність, бали	I	IV	VII	X
Загальна				
0 -2	19	25	40	36
3 -7	10	16	27	17
8 -10	71	59	33	47
Нижня				
0 -2	44	57	64	63
3 -7	8	14	22	11
8 -10	48	29	14	26

Кількість ясних днів в липні і в січні майже однакова. А ось кількість похмурих днів в січні набагато більша (табл.2.7).

Таблиця 2.7– Кількість ясних і похмурих днів в січні і липні.

Загальна хмарність		
Ясні дні		
	I	VII
Кількість днів	2,0	4,4
Похмурі дні		
Кількість днів	16,4	4,2

Кількість днів з туманом за теплий період – 14.2, за холодний – 43.6 (табл.2.8).



Міжнародний аеропорт «Херсон» (IATA: KHE, ICAO: UKOH) — аеропорт в селищі Чернобаївка поблизу Херсона.

Чернобаївка розташована на півдні України в межах степової зони на Причорноморській низовині Східно-Європейської рівнини. Населений пункт знаходиться за 8.3 км на північний схід від районного центру, 10 км від обласного центру, фізична відстань до Києва – 414 км.

Географічні координати контрольної точки аеродрому  $46^{\circ}40'33''$  пн.ш.,  $32^{\circ}30'22''$  сх.д., магнітне схилення ДМ  $7^{\circ}$ , абсолютна висота КТА 45 м.

Аеродром Херсон обладнаний однією злітно-посадковою смугою (ЗПС), довжиною 2500 м, шириною 42 м, орієнтованою за напрямком  $026^{\circ}$  з точним заходом на посадку, за напрямком  $206^{\circ}$  візуальний захід на посадку.

## **3 ФОРМУВАННЯ ТУМАНІВ НАД ТЕРИТОРІЄЮ ПВДНЯ УКРАЇНИ**

### **3.1 Загальні відомості про умови утворення туманів**

Якщо конденсація водяної пари відбувається безпосередньо поблизу від земної поверхні, у приземному шарі атмосфери утворюється сукупність завислих у повітрі крапель, що приводить до зменшення горизонтальної дальності видимості. Якщо видимість менше 1 км – явище носить назву туману, якщо видимість більше 1 км, але менше 10 км – димки [5]. Поряд з поняттям димки існує поняття імлі, яка представляє собою сукупність зважених в повітрі твердих частинок, що погіршують видимість до 10 км і менш. Імла відрізняється від туману і димки тим, що відносна вологість в ній, як правило, значно менше 100% [1].

Для того, щоб утворився туман, крім насиченої водяної пари і швидкого зниження температури, необхідно ще одна умова. У повітрі повинні міститися достатня кількість зважених чи іонізованих часток. При відносній вологості повітря, близькій до 100 відсотків, на цих порошинках починається конденсація. Звичайно в 1 см<sup>3</sup> повітря міститься від декількох сотень до сотень тисяч таких мікроскопічних часток, які називають ядрами конденсації. Особливо багато їх у великих індустріальних центрах, і вірогідність утворення туману там значно вища, ніж в околицях міста [11].

При позитивних температурах туман складається з крапель. При не дуже низьких негативних температурах він також складається з переохолоджених крапель. Тільки при температурах близько – 10°C і нижче в тумані разом з краплями з'являються кристали, і він стає змішаним. При дуже низьких температурах туман може бути цілком кристалічним; однак спостерігалися випадки крапельнорідкого туману навіть при температурах нижче – 30°C.

Утворені краплі туману не залишаться незмінними. Зіштовхуючись одна з одною, вони зливаються, збільшуються в розмірах, під дією сили ваги швидко осаджуються. Якщо ж пара недостатньо насичена, відбувається випаровування крапель і туман розсіюється.

Тривалість даного явища різна і може бути від 30 хвилин до декількох діб (особливо під час холодів або при зіткненні теплих і холодних повітряних і водних потоків, наприклад, туман над річкою). Головною причиною того, чому будь-який туман розсіюється, є прогрівання повітря. Оскільки пелена утворюється біля поверхні, після того, як сонячні промені її прогрівають, нагрівається і повітря, внаслідок чого краплі випаровуються і перетворюються на пару. Чим вище над земною поверхнею, тим туман розсіюється слабкіше, так як в верхніх шарах атмосфери температура повітря знову починає знижуватися, пар перетворюється в водяні краплі і формує хмари [11].

Якщо сильне помутніння викликано не продуктами конденсації, а твердими частинками, то воно називається імлою. Імла особливо часто виникає у районах еродованих ґрунтів і пилових бур в пустельних і степових районах, а також в результаті задимлення повітря при лісових пожежах та над промисловими містами. При імлі відносна вологість може бути дуже невеликою. Цим вона відрізняється від туману. Дальність видимості при сильній імлі може зменшуватися так само, як і при тумані [12].

Поширена думка, що Лондон є одним з найбільш туманних місць. Насправді це не так. Правда, у міру розвитку промисловості за рахунок засмічення повітряного басейну Лондон стає все більш туманним: з 1871 по 1890 рік середня річна кількість днів з туманом в Лондоні збільшилася з 50,8 до 74,2. Завдяки вжитим заходам лондонська атмосфера стала чистішою і частота утворення туману в Лондоні знизилася. Зимові тумани в Лондоні тривають іноді від 3 до 5 днів.

Найдовшим був тримісячний сухий туман над Європою в 1783 році, викликаний інтенсивною діяльністю ісландських вулканів. У 1932 році

вологий туман в американському аеропорту Цинциннаті на висоті 170 метрів над рівнем моря тривав 38 діб [13].

Тумани в Україні найчастіше бувають у холодний період року (особливо в грудні-лютому).

Утворення туману взимку зумовлюється охолодженням теплого вологого повітря, що надходить з Атлантичного океану та Чорного моря, значний вплив мають також місцеві умови – рельєф, температура і вологість повітря.

Протягом року найбільша кількість днів з туманами характерна для Карпат і Кримських гір (понад 120 днів), а також для території, що простяглася широкою смугою від Донецького кряжа на захід через усю Україну; найменше туманів буває на узбережжі Чорного моря, особливо у Криму (15-30 днів) [14].

Тумани створюють несприятливі умови для земного, водного й, особливо, авіаційного транспорту, через що науково-дослідні інститути розробляють і впроваджують різні методи розсіювання туманів. Штучне створення туманів використовується в наукових дослідженнях, хімічній промисловості, теплотехніці та інших галузях.

## **3.2 Методи прогнозування туманів**

### **3.2.1. Прогноз радіаційних туманів**

Радіаційні тумани утворюються завдяки нічному радіаційному охолодженню земної поверхні й прилеглому шару повітря та слабкому турбулентному перемішуванню. Ці умови створюються на протязі безхмарної та довгої ночі у відносно вологому повітрі, коли вихолодження приводить водяну пару до стану насичення [5].

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

Таким чином, при прогнозі радіаційних туманів необхідно враховувати тривалість нічного вихолодження, характер хмарного покриву (прогноз), швидкість і напрямок вітру (прогноз), вихідні значення температури і вологості повітря, характер стратифікації повітряної маси [15].

Оперативні методи прогнозу радіаційних туманів, їх іноді називають графічними, дозволяють визначити час утворення і розсіювання туману. По горизонтальній осі відкладається час, а по вертикальній – температура повітря ( $T$ ), точка роси ( $T_d$ ) і температура туманоутворення.

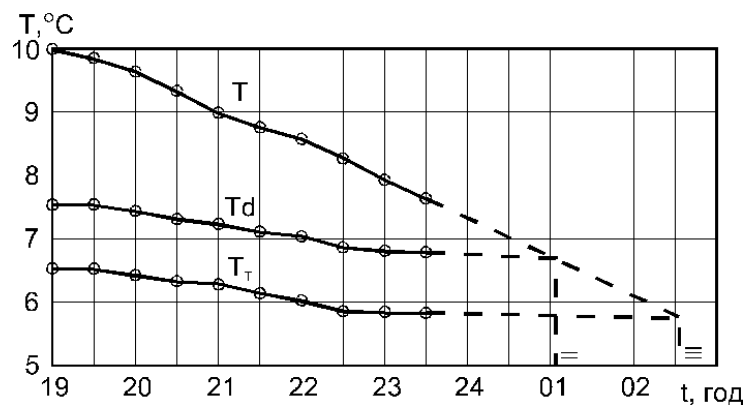


Рис. 3.1. Графічний спосіб, запропонований М.В. Петренко, для визначення часу утворення туману

На графік (рис.3.1) послідовно наносяться значення різних температур і з'єднуються відрізками прямих ліній, які потім продовжуються на декілька годин вперед за часом. Точка перетину ліній  $T$  і  $T_d$  відповідає часу утворення серпанку, а ліній  $T$  і  $T_\tau$  – туману.



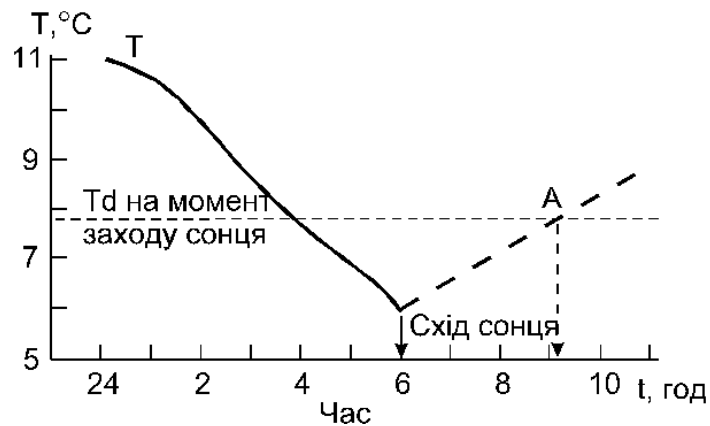


Рис. 3.2. Графічний метод прогнозу часу розсіювання туману

Час розсіювання радіаційного туману (практично завжди зникає після сходу Сонця) обумовлений тим проміжком часу, який знадобиться для прогріву повітря від поверхні землі, щоб  $T$  стала дорівнювати  $T_d$  при заході Сонця (рис.3.2). Точка А фіксує момент розсіювання туману.

При прогнозі часу розсіювання туману, природно, враховується синоптична ситуація, пора року і місцеві особливості розміщення (аеродрому, морського порту тощо). Влітку радіаційний туман розсіюється, як правило, через 1-2 год після сходу Сонця при безхмарному небі і через 2-3 год при наявності хмарності. Осінню тривалість туманів більша, ніж влітку; зимою в антициклонах при наявності потужного шару інверсії туман зберігається на протязі доби і більше. Посилення вітру, поява хмарності, адвекція температури і випадіння опадів можуть призвести до руйнування туману в будь-який час доби.

Успішність прогнозу радіаційного туману в значній мірі залежить від якості прогнозу синоптичної ситуації, мінімальної температури повітря, хмарності, вітру і врахування фізико-географічних особливостей району [15].

### 3.2.2. Прогноз адвективних туманів

Адвективні тумани виникають у теплій повітряній масі, яка переміщується на більш холодну підстильну поверхню і вихолоджується завдяки турбулентному і радіаційному теплообміну з цією поверхнею. Утворенню такого туману сприяють велика різниця між температурою підстильної поверхні та температурою повітря, вологість теплового потоку повітря та його велика відносна вологість, помірна швидкість вітру, помірно стійка температурна стратифікація й порівняно слабкий турбулентний обмін [5].

При прогнозі адвективних туманів необхідно враховувати переміщення вже наявних зон туману, адвективні зміни температури і точки роси в приземному шарі, можливість зниження хмар до поверхні землі, а також охолодження повітря в процесі нічного радіаційного охолодження [15].

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є:

- дефіцит точки роси біля поверхні землі повинен бути незначним (при  $D_0 > 3^\circ\text{C}$  тумани не утворюються);
- швидкість вітру біля поверхні землі не повинна перевищувати  $8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  (за винятком Донецької області); при більшій швидкості вітру відбувається руйнування приземної інверсії і туману.

Для прогнозу адвективних туманів можна скористатися декількома методами, наприклад І.В. Кошеленко, М.В. Петренко, Л.А. Ключникової, А.А. Шадріної, М.Я. Рацимора та інших [15].

Можливість утворення адвективного туману можна отримати за графіком (рис. 3.2), по осі абсцис якого відкладена фактична різниця температур ( $T' - T$ ) на початку і в кінці траєкторії, а по осі ординат – очікувана швидкість вітру в пункті прогнозу. Метод дає добрі результати при завчасності прогнозу до 9 год [15].

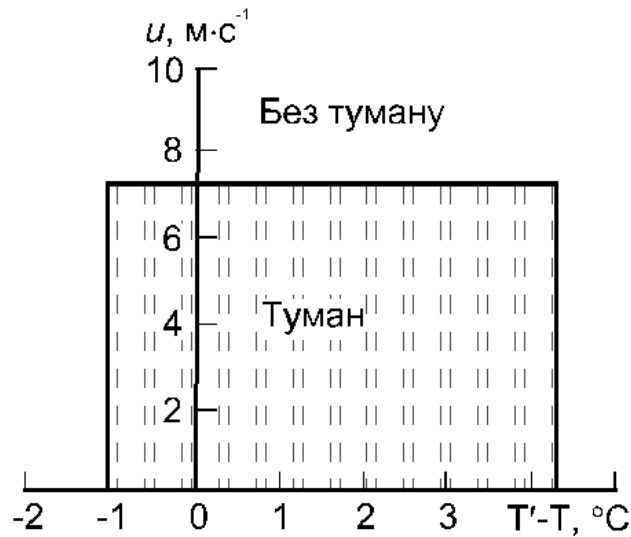


Рис. 3.2. Графік для прогнозу адвективного туману

Метод Напетваридзе використовується в південних районах східного узбережжя Чорного моря (рис.3.3).

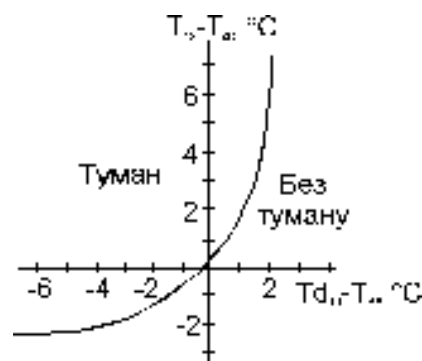


Рис. 3.3. Графік для прогнозу адвективних туманів за методом Напетваридзе

На графіку по вертикальній осі відкладається різниця температури повітря о 19 год ( $T_{19}$ ) і температури води ( $T_w$ ), а по горизонтальній – різниця точки роси і температури води за цей же строк ( $Td_{19} - T_w$ ).

При прогнозі туману в приморських районах важливо враховувати наявність теплих і холодних морських течій, їх температуру і температуру повітря, що переміщується над ними.

Для визначення часу розсіювання адвективних туманів рекомендується знати ряд правил. Адвективні тумани розсіюються:

- після припинення адвекції тепла (поворот вітру);

- при радіаційному нагріванні туману після сходу Сонця (звичайне зростання температури);
- при радіаційному охолодженні туману;
- при посиленні приземного вітру до  $8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  і більше;
- при зменшенні точки роси за рахунок конденсації і сублімації водяної пари на поверхні ґрунту або снігу;
- при випадінні опадів.

Розсіювання адвективного туману може відбуватися в будь-який час доби, частіш за все це відбувається через 3-5 год після сходу Сонця, іноді осінню – в другій половині дня, а зимою навіть вночі [15].

### 3.2.3. Прогнозування фронтального туману

При прогнозі фронтальних туманів синоптичних методом необхідно пам'ятати, що для виникнення туману потрібно, щоб одночасно виконувались наступні умови:

- температура на верхній межі фронтальної інверсії повинна бути більше  $0^\circ\text{C}$ ;
- різницю температур на верхній межі інверсії і у землі повинна бути більше або дорівнює  $3^\circ\text{C}$ ;
- дефіцит температури точки роси в холодному повітрі у землі поза зоною опадів не повинен перевищувати  $2^\circ\text{C}$ ;
- швидкість вітру у землі в холодному повітрі не повинна бути більше  $6 \text{ м/с}$  [2].

Для прогнозу фронтального туману можна також скористатися графіком (рис.3.4). По горизонтальній осі графіка відкладається або відносна вологість  $R$  в пункті прогнозу, або дефіцит температури точки роси ( $T-T_d$ ), а по вертикальній осі - різниця температур ( $T_{\text{інв}}-T$ ). У тих випадках, коли точка, відповідна вихідними даними, потрапляє в область туману, в прогнозі слід вказувати туман.

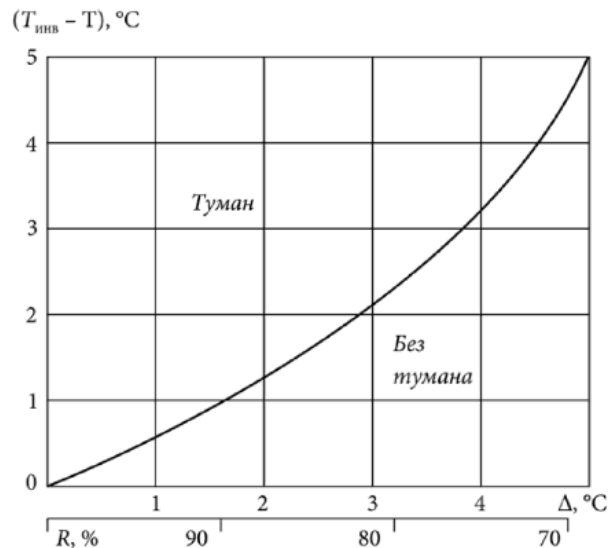


Рис.3.4. Графік для прогнозу фронтального туману

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

Прогноз фронтальних туманів можна здійснювати за дискримінантними функціями виду:

$$L = T_{\text{инв}} - T_0 - (7,78 \cdot 10^{-2} D_{\text{хол}}^2 + 0,67 D_{\text{хол}}), \quad (3.1)$$

де  $D_{\text{хол}}$  – дефіцит точки роси в холодному повітрі.

Якщо при розрахунках виходить, що  $L \geq 0$ , то в прогнозі вказується туман.

Додатково для оцінки часу розсіювання фронтального туману необхідно враховувати зміну синоптичної ситуації, характер адвекції, турбулентного обміну та місцеві особливості [2].

### 3.3 Сильні тумани на території України

Через складні умови утворення просторовий та часовий розподіл туманів характеризується значною мінливістю. Найчастіше вони виникають на гірських вершинах Українських Карпат та Кримських гір за рахунок орографічного фактора підняття повітря схилами, що призводить до його адиабатичного охолодження. Найбільша кількість відмічається на південно-західних схилах Українських Карпат (Плай, 236 днів), які розташовані на шляху вологонесучих потоків (Рис.3.5). Водночас на південно-східних схилах (Пожежевська) їх кількість зменшується до 100 днів внаслідок розташування станції на підвітряному схилі [3].

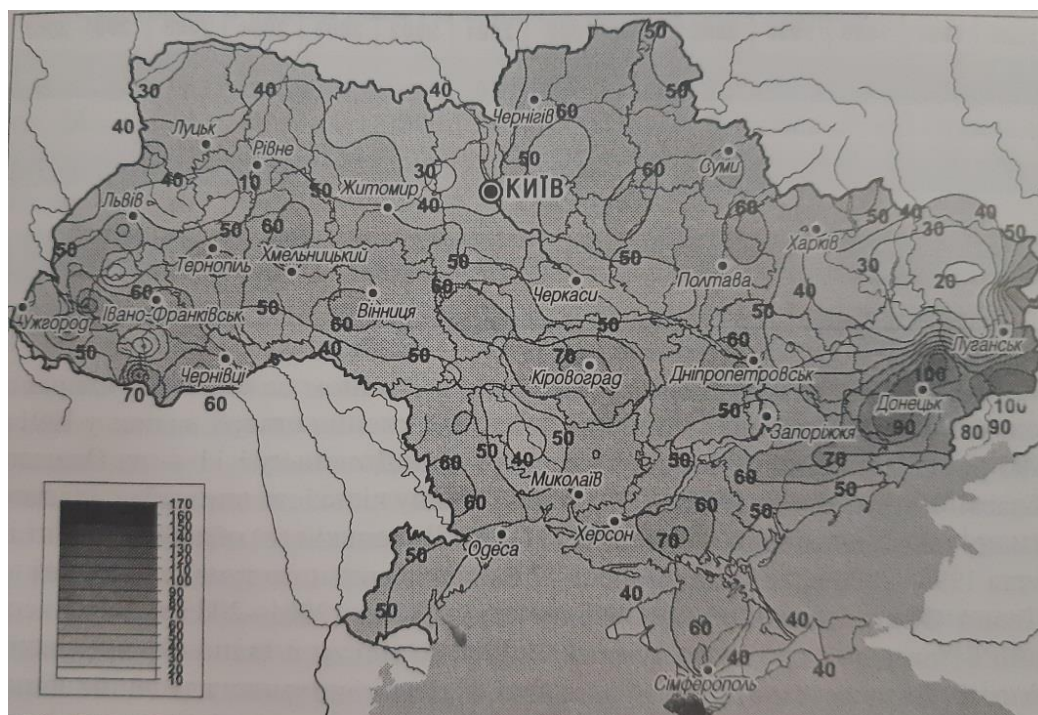


Рис.3.5. Середня кількість днів з туманом за рік

У Кримських горах (Ай-Петрі) кількість днів з туманом становить 182. Значна кількість днів (80-115) відмічається на південних навітряних схилах Донецької та Приазовської височин (Донецька та Луганська області). Тут їх збільшення зумовлено головним чином характером рельєфу, тобто

орографічним фактором, а також забрудненням повітря промисловими викидами [3].

На значній частині території кількість днів з туманом коливається у межах 50-70. У степовій зоні та на узбережжях морів ця кількість не перевищує 40 днів. Найменше (до 10 днів) туманів буває на південному березі Криму.

Аналіз розподілу кількості випадків з туманом за окремі п'ятиріччя показав (табл.3.1), що найчастіше умови для його виникнення створювались у 1991-1995 роках (57 випадків), з яких 29 припадає на Донецьку та 11 на Одеську області.

Таблиця 3.1 – Кількість випадків сильного туману, пунктів і областей, охоплених ним, в окремі роки і п'ятиріччя на території України

1986	1987	1988	1989	1990	1986-1990	1991	1992	1993	1994	1995	1991-1995
Випадки											
	3	6	4	11	24	14	8	4	20	11	57
Пункти											
	3	14	5	11	33	18	10	8	22	11	69
Області											
	1	3	1	4	5	5	3	2	4	1	9
Продовження таблиці 3.1											
1996	1997	1998	1999	2000	1996-2000	2001	2002	2003	2004	2005	2001-2005
Випадки											
			10	7	17	12	11	3	15	10	51
Пункти											
			11	7	18	12	13	3	15	13	56
Області											
			2	3	4	3	7	3	2	4	12

У п'ятиріччя 1986-1990 роки найбільшу кількість випадків сильного туману також відмічено в Одеській (11) та в Донецькій (8) областях. У п'ятиріччя 1996-2000 роки спостерігалось 17 випадків сильного туману, з яких 11 у Івано-Франківській області.

На початку 21 століття (2001-2005 роки) зафіксовано 51 випадок сильного туману. У 2004 році тільки в Івано-Франківській області було 14 випадків.

Найчастіше умови для виникнення сильного туману за розглянутий період формувалися на південних навітряних схилах Донецької та Приазовської височини, де відмічено 43 випадки такого туману. У цьому промислово розвиненому регіоні додаткові викиди тепла та промислових частинок слугують ядрами конденсації, які сприяють туманоутворенню. У цей період за кількістю сильних туманів виділяються також Одеська та Івано-Франківська області [3].

Тут вони утворюються внаслідок контрастів температури моря і суші. Зимом суходіл холодніший від моря, тому відбувається адвекція теплого вологого повітря, що і створює умови для виникнення туману. У Передкарпатті відмічено 37 випадків із сильним туманом, що зумовлено орографічним фактором (підйомом повітря навітряними силами та його адіабатичним охолодженням і перенесенням низької хмарності). У Чернівецькій області зафіксовано 12 випадків сильного туману, майже така кількість (11 випадків) спостерігались у Луганській області, проте умови їх формування у цих областях різні [3].

Умови для сильного туманоутворення майже щорічно створюються у будь-якій області України. За рік сильний туман найчастіше охоплює територію однієї області (90%), рідко (9 %) – одночасно двох та дуже рідко (2%) – трьох областей.

У теплий період року переважають радіаційні тумани з максимумом о 4-6 год та незначним вторинним максимумом о 18-20 год. Більшість цих туманів розсіюється від 6 до 10 години ранку.

У холодний період року, коли переважають адвективні тумани, їх добовий хід більш згладжений. Ранковий та вечірній максимуми утворення туману зберігаються, а період його розсіювання зміщується взимку на денні години.



У деяких областях можна виділити туманонебезпечні райони, міста: у Волинській – Володимир-Волинський; Луганський – Дар'ївка; Івано-Франківський – Пожежевська; Донецький – Донецьк, Дебальцеве, Амвросіївка; Чернівецький – Новодністровськ; Одеський – Одеса, Роздільна, Любашівка; Запорізький – Запоріжжя [3].

Отже, найчастіше зазнають впливу сильного туману області, де складна взаємодія природних і синоптичних факторів сприяє їх виникненню. До них можна віднести області, розташовані на території Донецької височини (Донецька), в Українських Карпатах (Івано-Франківська) і на півдні країни (Одеська) [3].

### **3.4 Вплив туманів на авіацію**

Під дальністю горизонтальної видимості у Землі, яка визначається метеорологами, розуміється та відстань, на якій ще можна виявити предмет (орієнтир) за формою, кольором, яскравістю.

Дальність видимості вимірюється в метрах або кілометрах.

Видимість реальних об'єктів, що визначається з літака, називається польотною видимістю. Вона підрозділяється на горизонтальну, вертикальну і похилу [16].

Горизонтальна польотна видимість є видимість об'єктів в повітрі, що знаходяться приблизно на рівні польоту літака.

Вертикальна польотна видимість визначається як видимість об'єктів, розташованих на земній поверхні під кутами, близькими до  $90^\circ$ .

Під похилою польотною видимістю реальних об'єктів розуміється гранична відстань з висоти  $H$ , на якій видно даний об'єкт на навколишньому фоні під різними кутами [16].

Окремим випадком похилої польотної видимості є видимість при заході на посадку, коли об'єктом виявлення є початок злітно-посадкової смуги. При наявності у Землі густої димки, туману, хуртовини (поземки) за

значення видимості при заході на посадку приймається горизонтальна видимість у Землі в районі злітно-посадкової смуги (ЗПС).

Польотна похила видимість реальних об'єктів (в тому числі і посадкова) залежить від багатьох факторів, серед яких основними є метеорологічні. Найбільше значення з метеорологічних факторів має прозорість атмосфери за нахилом (похила метеорологічна видимість), яка в свою чергу залежить від висоти і структури нижньої основи хмар, вертикальної потужності підхмарної димки і вертикального градієнта її оптичної щільності, а також від горизонтальної видимості у Землі [16].

Туман – один з найбільш небезпечних для авіації явищ погоди. Видимість в тумані, часто досягає значень нижче встановленого мінімуму аеродрому, що часом зліт і посадку ПС робить неможливим [16].

Політ вище радіаційного туману не представляє особливих труднощів, тому що цей туман розташовується зазвичай плямами і дозволяє вести візуальне орієнтування. Зазначені умови видимості при радіаційних туманах іноді призводять до неправильної оцінки метеорологічної обстановки.

Адвективні тумани становлять велику небезпеку для авіації, особливо на малих висотах. Вони можуть протягом короткого проміжку часу закрити на великій території діючі та запасні аеродроми і утримуватися тривалий час.

Політ вище адвективних туманів можливий тільки за приладами і при сприятливих умовах погоди на аеродромі посадки. Адвективні тумани можуть викликати обмерзання, ожеледь, мряку [16].

#### **4 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ УТВОРЮВАННЯ ТУМАНІВ НА АМСЦ ХЕРСОН**

Туман являє собою результат конденсації водяної пари (тобто перехід водяної пари, що міститься в повітрі, в рідкий стан) в безпосередній близькості до земної поверхні.

На території України можна виділити кілька різновидів річного ходу туману. На більшій частині країни максимум утворення туману припадає на зимові місяці (грудень-січень), мінімум на весняні (квітень-травень) та літні (червень-серпень). Відносно рівній річний хід відмічається у північних і західних районах з певним збільшенням кількості днів з туманом у жовтні-листопаді і зменшенням – у травні-липні [3].

В основу дослідження фізичних умов утворення туманів на території АМСЦ Херсон покладено метеорологічну інформацію, яка була отримана за строковими спостереженнями за холодний (листопад-березень) й теплий (квітень-жовтень) періоди. Була досліджена повторюваність туманів по роках з 2009 по 2019 рр. Дані взяті з журналу погоди АВ-6.

У таблиці 4.1 наведена загальна повторюваність туманів за період 2009-2019 рр на АМСЦ Херсон. Дана таблиця показує, що в холодний період спостерігалася більша кількість туманів, ніж в теплий – 351 випадок (в середньому 32). На теплий період року припадає 127 випадків з туманом (в середньому 12). Найбільше туманів в холодний період спостерігалася в 2018 році (57), а в теплий в 2019 році (20).

За весь період 2009-2019 було 478 випадків з туманом (в середньому припадає 44 на рік). Найбільша кількість туманів за рік була в 2019 році – 76 випадків.

Таблиця 4.1 – Загальна повторюваність туманів за період 2009-2019 рр.  
на АМСЦ Херсон

Рік/ Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Холод ний пер.	Тепли й пер.	Рік
2009	<b>13</b>	7	2	4	-	2	-	-	3	6	9	10	41	15	56
2010	5	6	3	4	3	-	-	-	-	2	5	7	26	9	35
2011	8	-	3	1	2	-	-	-	2	4	2	10	23	9	32
2012	3	1	1	3	2	-	-	-	4	2	7	5	16	11	27
2013	5	4	3	2	-	-	-	-	2	8	8	5	25	12	37
2014	4	7	5	1	4	-	-	-	-	3	6	7	29	8	37
2015	11	5	3	-	-	-	-	-	2	4	6	5	30	6	36
2016	4	8	4	3	4	-	-	-	2	7	3	5	24	16	40
2017	2	5	4	3	-	-	-	-	3	3	7	6	24	9	33
2018	10	8	10	3	2	-	-	-	3	4	<b>13</b>	16	<b>57</b>	12	69
2019	11	12	5	4	-	-	-	2	4	10	10	<b>18</b>	56	<b>20</b>	<b>76</b>
Сума	76	63	43	28	17	2	-	2	25	53	76	<b>94</b>	351	127	478
Середн.	7	6	4	3	2	-	-	-	2	5	7	9	32	12	44
Імовір ність (%)	16	13	9	6	4	0,4	-	0,4	5	11	16	<b>20</b>	<b>73</b>	27	100

Аналізуючи рис.4.1 можна сказати, що максимальна кількість туманів спостерігається в грудні – 94 випадки за десятирічний період. Мінімум припадає на червень і серпень - по 2 випадки, а в липні не було туманів зовсім.

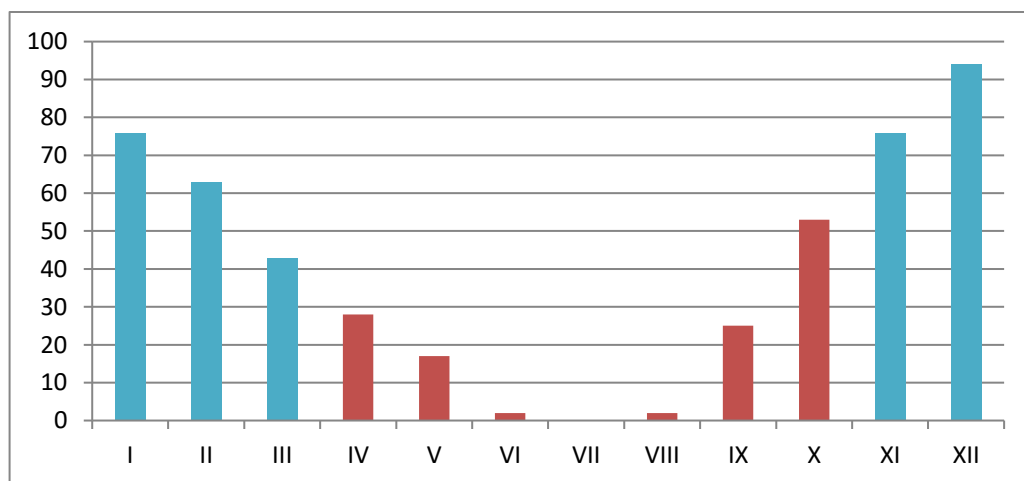


Рис.4.1. Графік загальної повторюваності кількості туманів по місяцях за 2009-2019 рр

З рис.4.2 видно, що найбільша ймовірність виникнення туманів в грудні місяці (20%).

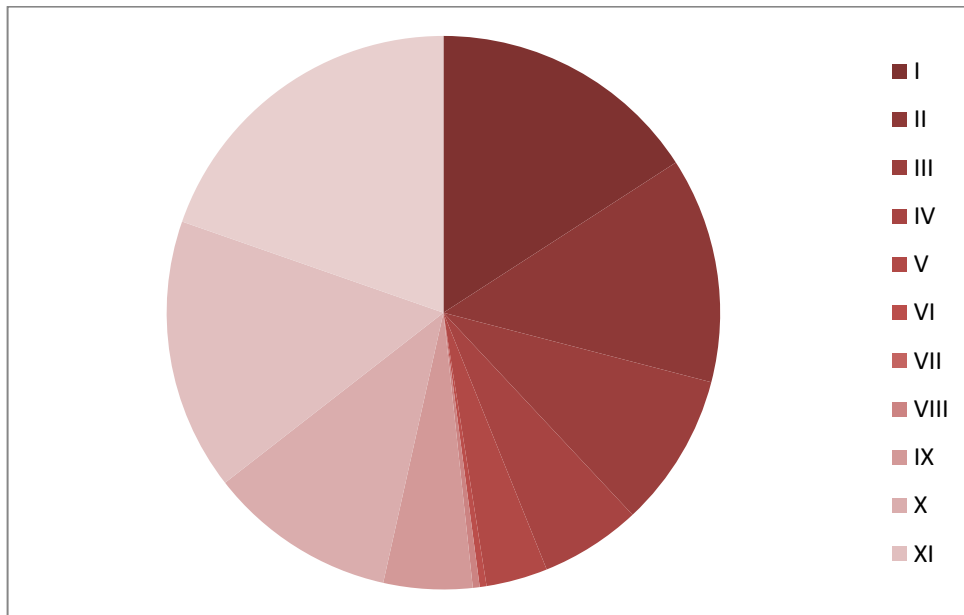


Рис.4.2. Ймовірність туману в холодний і теплий період на АМСЦ Херсон по місяцях (%)

Також в січні і лютому (по 16%). Невелика вірогідність виникнення туманів в травні (4%) і в вересні (5%). Мінімум в червні і в серпні (по 0.4%).

### 4.3 Результати досліджень метеоспостережень за туманом в холодний період

В Україні у холодний період року переважають адвективні тумани.

Адвективні тумани бувають під час активного тепло- та вологообміну між охолодженою підстильної поверхнею та приземним шаром повітря, що надходить з Атлантики по північній периферії відрогів Азорського антициклону, а також із Середземного та Чорного морів [3].

Холодний період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього повітря, що дорівнює  $+10^{\circ}\text{C}$  і нижче [17].

В Херсоні цей період з листопада по березень.

Були досліджені дані за холодний період з 2009 по 2019рр, а також окремо по кожному місяцю. У таблиці 4.2 наведені данни повторюваності туманів за холодний період.

Таблиця 4.2 – Повторюваність туманів за холодний період на АМСЦ Херсон 2009-2019 рр.

Рік/Місяць	XI	XII	I	II	III	$\Sigma$
2009	9	10	13	7	2	41
2010	5	7	5	6	3	26
2011	2	10	8	0	3	23
2012	7	5	3	1	1	16
2013	8	5	5	4	3	25
2014	6	7	4	7	5	29
2015	6	5	11	5	3	30
2016	3	5	4	8	4	24
2017	7	6	2	5	4	24
2018	13	16	10	8	10	57
2019	10	18	11	12	5	56
$\Sigma$	76	94	76	63	43	352

З графіка 4.3 видно, що в листопаді за десятирічний період (з 2009 по 2019 рр.) найбільша кількість туманів була в 2018 році – 13 випадків, а за тривалістю туманів в годинах в цьому місяці лідирує 2019 рік – 65:08 год (рис.4.9). Найменша кількість випадків туманів в листопаді і найменша загальна тривалість була в 2011 році – 2 випадки (01.11.11 та 23.11.11), загальною тривалістю 1:40 год.

З графіків 4.4 і 4.10 випливає, що в грудні за період з 2009 по 2019 рр. найбільша повторюваність і тривалість туманів в годинах припадає на 2019 рік (18 випадків і 83:20 год). Найменша повторюваність випадків з туманом в грудні була в 2012, 2013, 2015, 2016 роках, з однаковою кількістю – 5 випадків. Найменше годин з туманом в грудні спостерігалось в 2015 році (19:00 год).

Рис. 4.5 і 4.11 показують, що в січні за період з 2009 по 2019 рр. найбільша повторюваність була в 2009 році – 13 випадків, а найбільша тривалість туманів в січні припадає на 2015 рік – 102:40 год. Найменша повторюваність і тривалість припадає на 2017 рік – в січні було всього 2 випадки із загальною тривалістю 11:40 год.

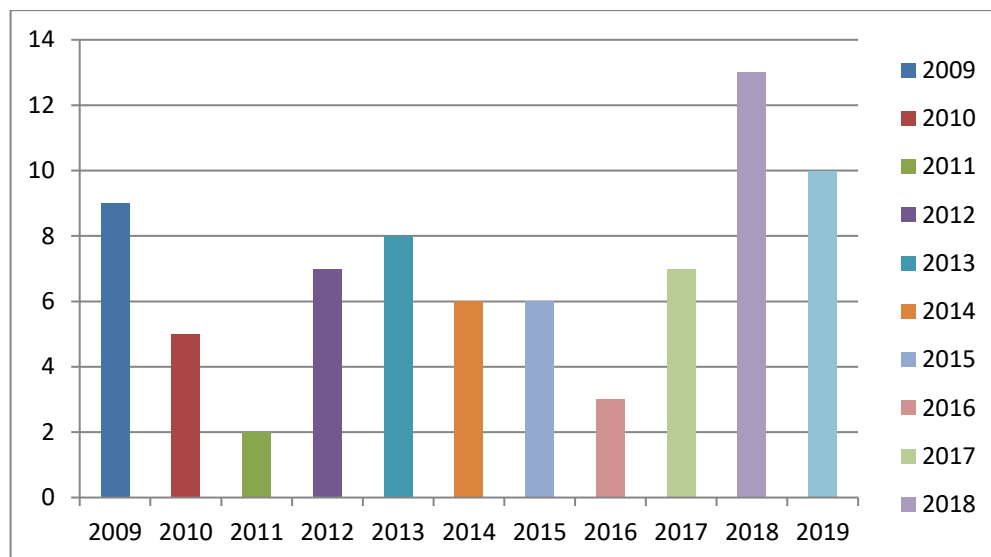


Рис.4.3. Графік повторюваності туманів у листопаді 2009-2019 рр

Аналізуючи даний графік (рис. 4.3) можна сказати, що в листопаді місяці спостерігається значна кількість випадків з туманом і це порушує роботу АМСЦ Херсон. В середньому в листопаді може бути 7 випадків за місяць. Така кількість туманів була в 2012 та 2017 рр. Максимальні значення були в 2018 (13) і в 2019 (10) роках.

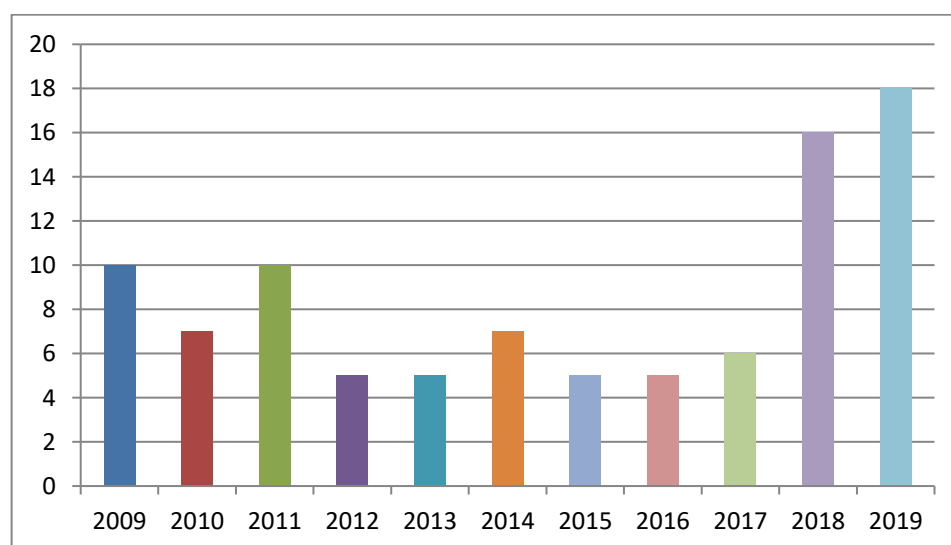


Рис.4.4. Графік повторюваності туманів у грудні 2009-2019 рр

Виходячи з рис.4.4 видно, що в грудні ймовірність випадків з туманом більше, ніж в листопаді. Це має негативний вплив на роботу аеродрому. У 2019 році в грудні було майже в 2 рази більше випадків (18) в порівнянні з листопадом. В 2011 році в грудні також значно більша кількість туманів – 10 випадків, в той час як в листопаді цього ж року було всього 2 випадки. У грудні середнє значення кількості випадків з туманом – 9 випадків.

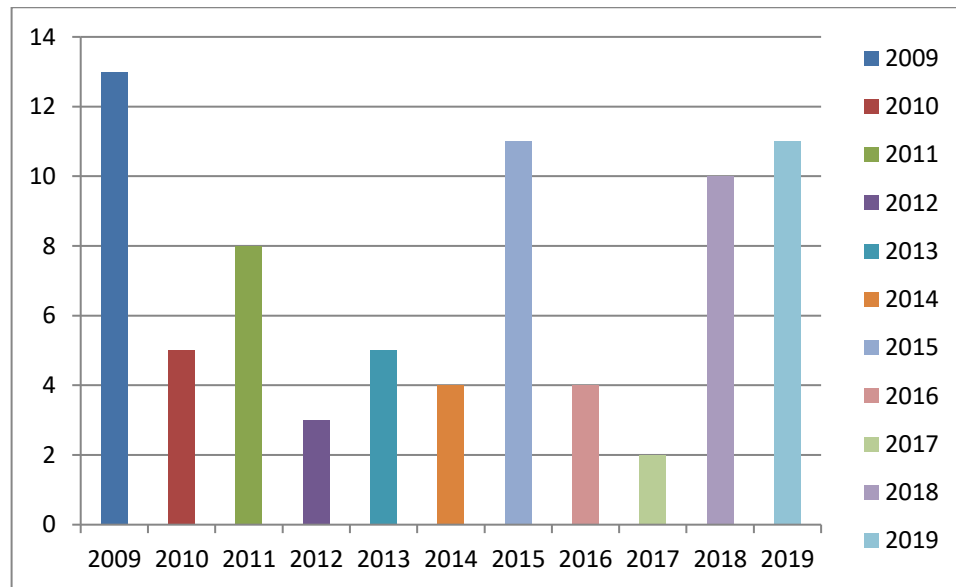


Рис.4.5. Графік повторюваності туманів у січні 2009-2019 рр

У січні максимальне значення таке ж, як в листопаді – 13 (рис.4.5). Така кількість туманів була в 2009 році. У порівнянні з груднем, у січні менша ймовірність кількості туманів. В середньому на січень припадає 7 випадків, як і в листопаді.

Аналізуючи графіки 4.6 і 4.12, видно, що в лютому найбільша повторюваність була в 2019 році – 12 випадків, а найбільша тривалість туманів в цьому місяці спостерігається в 2014 – 76:15 год. У 2011 році в лютому туманів не було зовсім.

За графіками 4.7 і 4.13 бачимо, що за період 2009-2019 рр. в березні за кількістю і тривалості туманів лідирує 2018 рік – 10 випадків, тривалістю 66:18 год. Найменша тривалість і кількість випадків з туманом в березні була в 2012 році – 1 випадок, тривалістю 1:20 год.



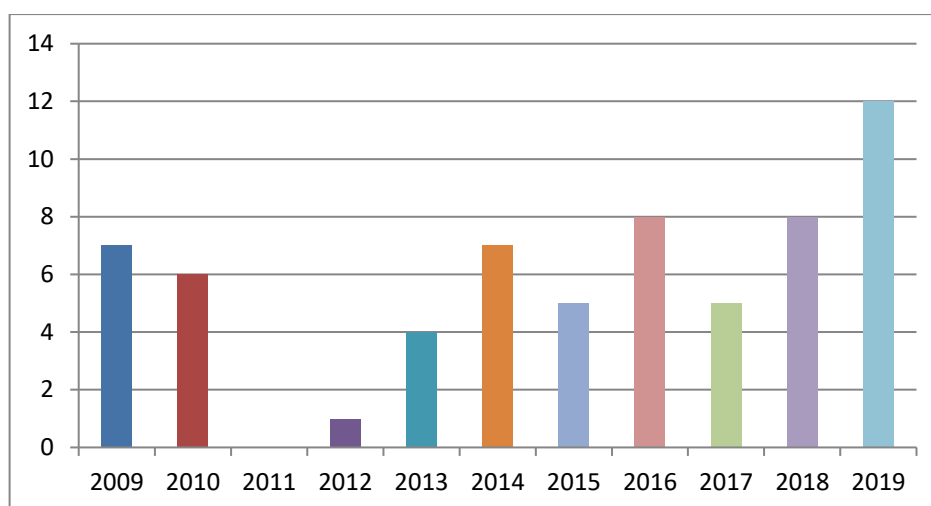


Рис.4.6. Графік повторюваності туманів у лютому 2009-2019 рр

Рис. 4.6 показує, що в лютому туманів спостерігається менше, ніж у попередніх місяцях. У 2012 був всього 1 випадок, а в 2011 лютий був зовсім без туманів. В середньому в лютому слід очікувати 6 випадків з туманом.

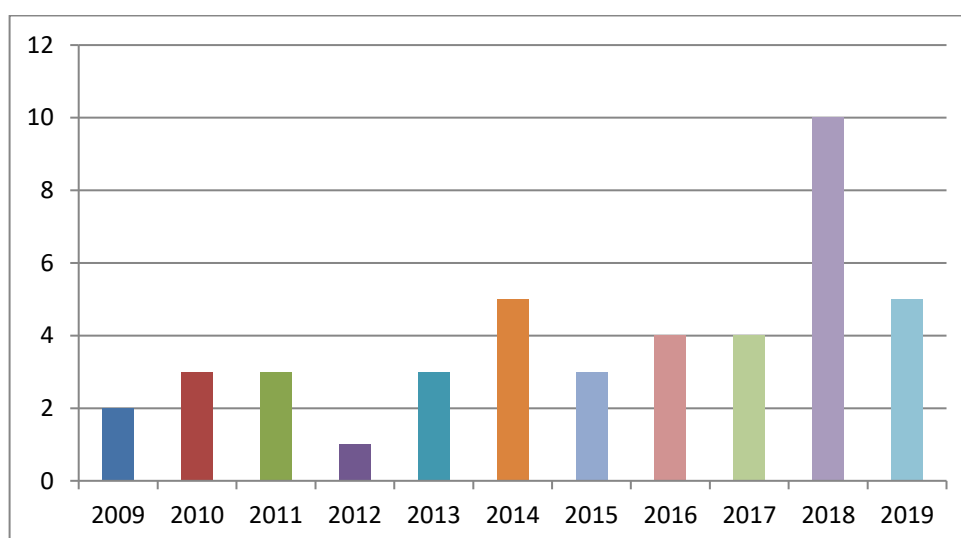


Рис.4.7. Графік повторюваності туманів у березні 2009-2019рр

Виходячи з рис. 4.7 в березні за холодний період спостерігається найменше туманів. Максимальна кількість було в 2018 році (10). У 2012 туман спостерігався всього 1 раз в цьому місяці. В середньому на березень припадає 4 випадки з туманом.

Аналізуючи графік повторюваності туманів за холодний період (рис.4.8), видно, що 2018 рік був найбагатший на тумани – 57 випадків. Найменша кількість випадків з туманами була в 2012 році –16 випадків.

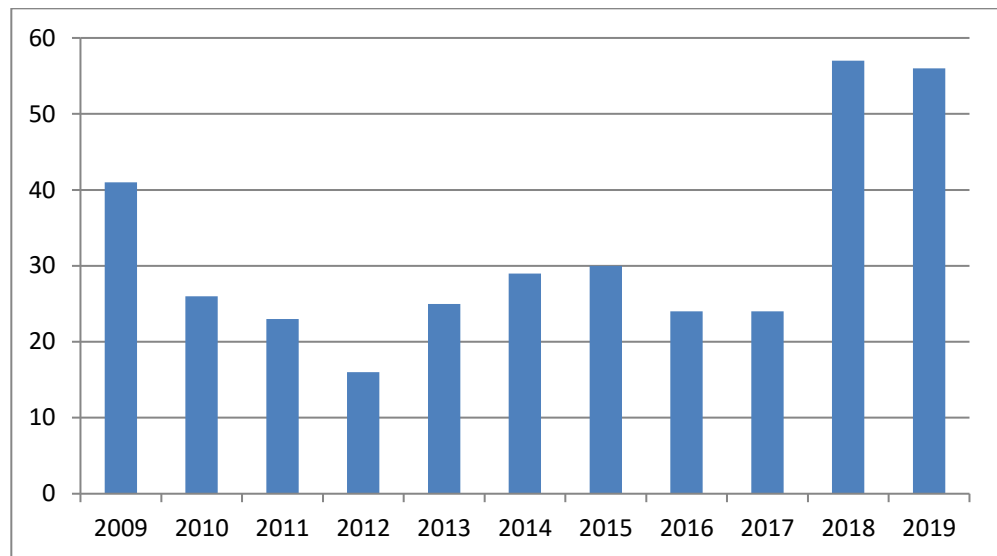


Рис.4.8. Графік повторюваності туманів у холодний період 2009-2019рр

Загалом з 2009 по 2019 рр. в холодний період було 351 випадок, в середньому 32 випадки на рік. Близько до середнього значення було в 2014 році (29) і в 2015 (30). Велике значення мають знання тривалості туманів як за весь холодний період так і помісячно. Результати дослідження представлені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Тривалість туману в годинах на АМСЦ Херсон за холодний період

Рік/ Місяць	XI	XII	I	II	III	Сума (год)
2019	<b>65:08</b>	<b>83:20</b>	74:58	39:21	21:19	284:06
2018	30:52	29:02	53:14	41:37	<b>66:18</b>	221:03
2017	31:05	43:10	11:40	37:20	11:20	134:35
2016	02:50	19:45	29:45	51:45	14:10	118:15
2015	25:50	19:00	<b>102:40</b>	18:50	07:45	174:05
2014	21:14	70:55	20:25	<b>76:15</b>	13:30	202:19
2013	40:10	33:10	48:00	20:55	16:52	159:07
2012	17:48	39:00	26:30	02:20	01:20	86:58
2011	01:40	42:50	47:20	—	14:40	106:30
2010	43:48	41:32	28:10	34:46	04:35	152:51
2009	37:50	52:56	91:07	38:19	04:30	224:42
$\Sigma$	318:15	434:40	533:49	363:28	176:19	1864:31

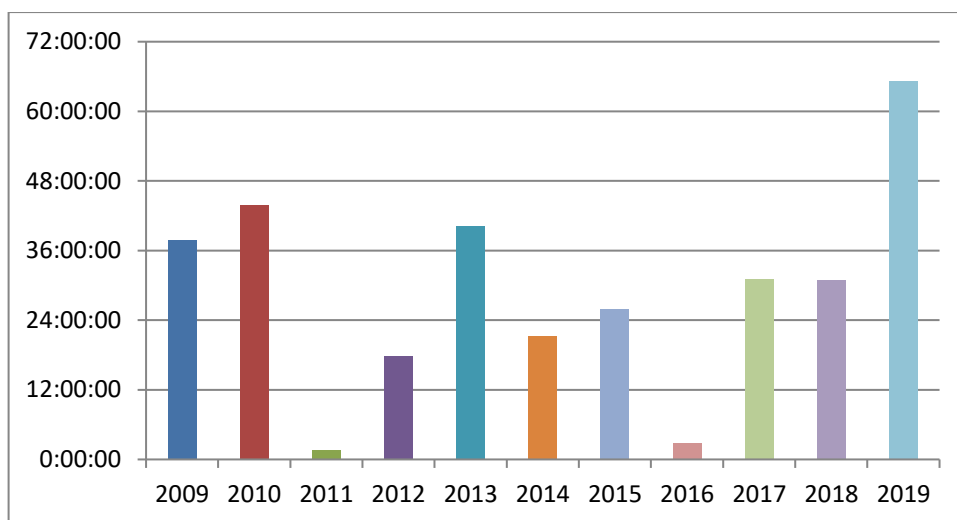


Рис.4.9. Графік тривалості туманів у листопаді за 2009-2019рр (год)

Дивлячись на рис. 4.9 можна сказати, що найменша тривалість туманів в листопаді була в 2011 і 2016 роках (1:40 та 2:50 год відповідно). Найбільша в 2019 – 65:08 год. Середня тривалість туманів в листопаді становить 33:24 год.

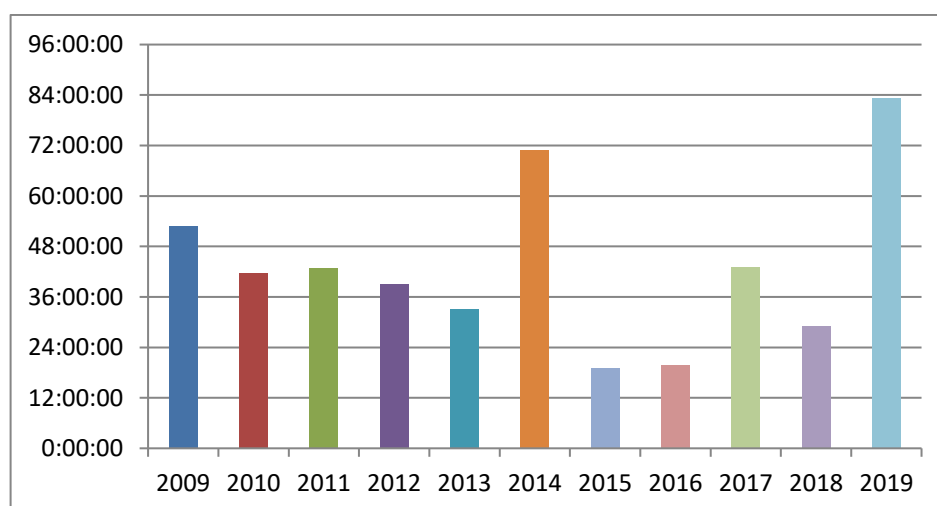


Рис.4.10. Графік тривалості туманів у грудні за 2009-2019рр (год)

З рис.4.10 видно, що в грудні тумани більш тривалі, порівняно з листопадом. Особливо помітна різниця в 2011 і в 2014 роках. Максимальне значення годин з туманом в грудні було в 2019 році (83:20). Мінімальна і

майже однакова тривалість в грудні була в 2015 (19:00 год) і 2016 (19:45 год). Середнє значення тривалості туманів в грудні 51:10 год – це майже у 1.5 раза більше, ніж в листопаді.

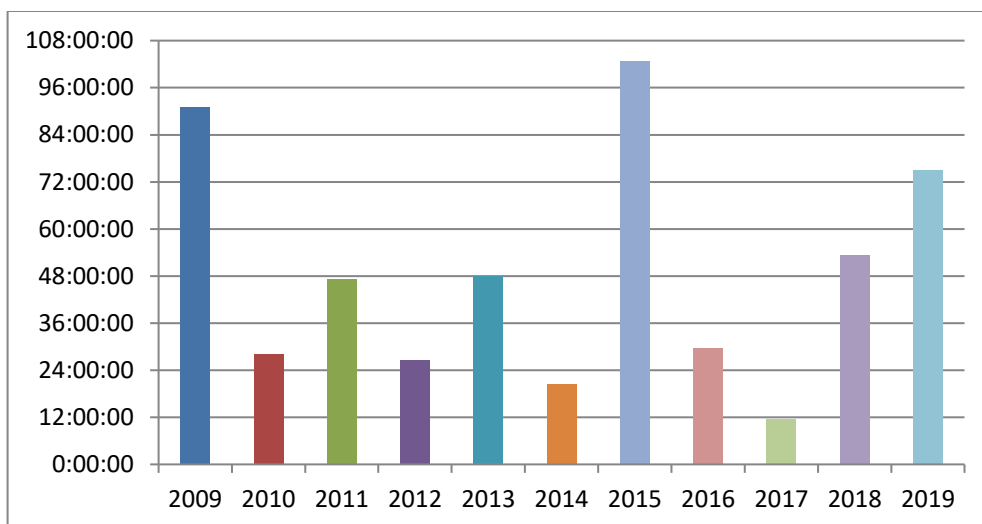


Рис.4.11. Графік тривалості туманів у січні за 2009-2019рр (год)

У січні тумани досить тривалі. Тривалість туманів практично така ж, що і в грудні (рис.4.11). Найбільша тривалість туманів в січні припадає на 2015 рік – 102:40 год, найменша на 2017 – 11:40 год. Середнє значення тривалості туманів в січні 57:00 год.

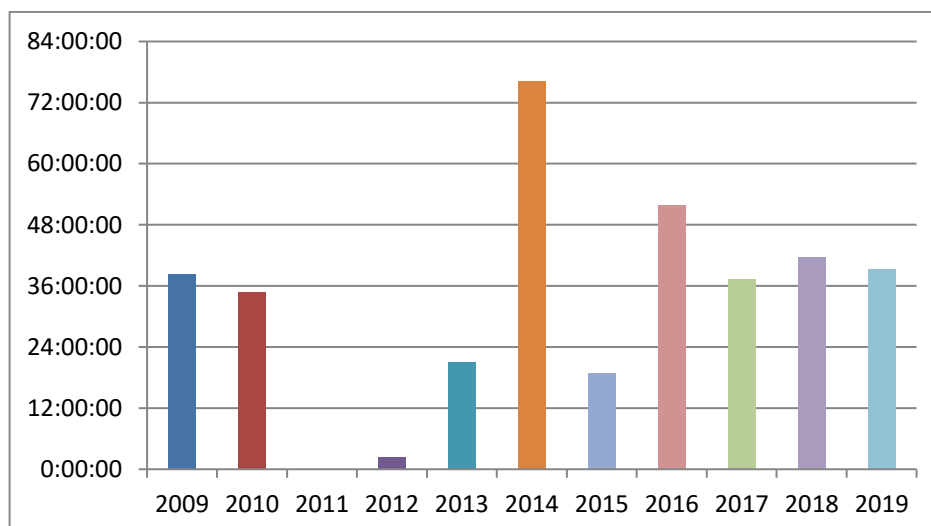


Рис.4.12. Графік тривалості туманів у лютому за 2009-2019рр (год)

З рис.4.12 можна сказати, що в лютому за тривалістю лідирує 2014 рік–76:15 год. В середньому в лютому може бути 33 години з туманом.

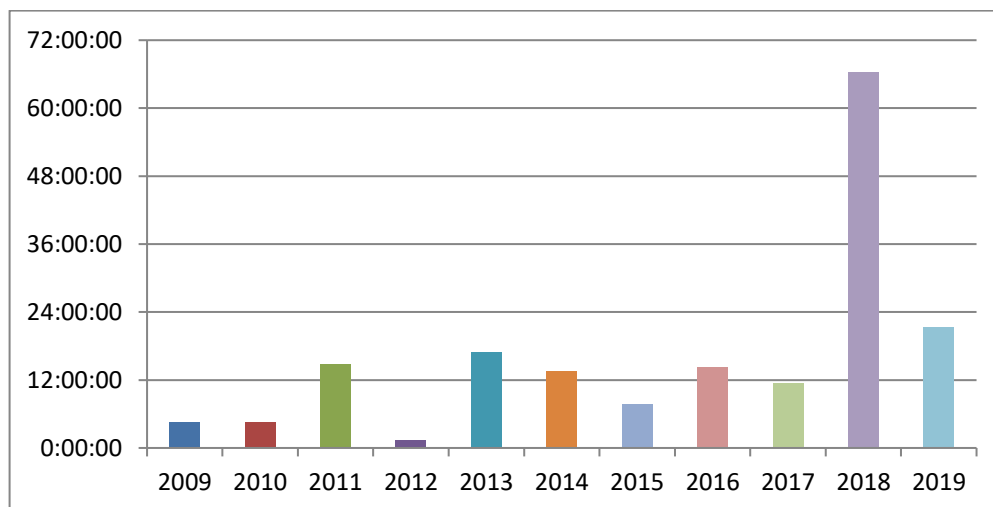


Рис.4.13. Графік тривалості туманів у березні за 2009-2019рр (год)

У березні найменша як кількість так і тривалість туманів за весь холодний період (рис.4.13). Тому тумани в березні не так сильно впливають на роботу авіації, як, наприклад, в грудні або січні.

Найбільша загальна сума годин з туманом за холодний період припадає на 2019 рік – 284:06 год (рис.4.14). Найменш тривалі тумани були в 2012 році (86:58 год). В середньому за весь холодний період на АМСЦ Херсон можливо 169:30 годин з туманом.

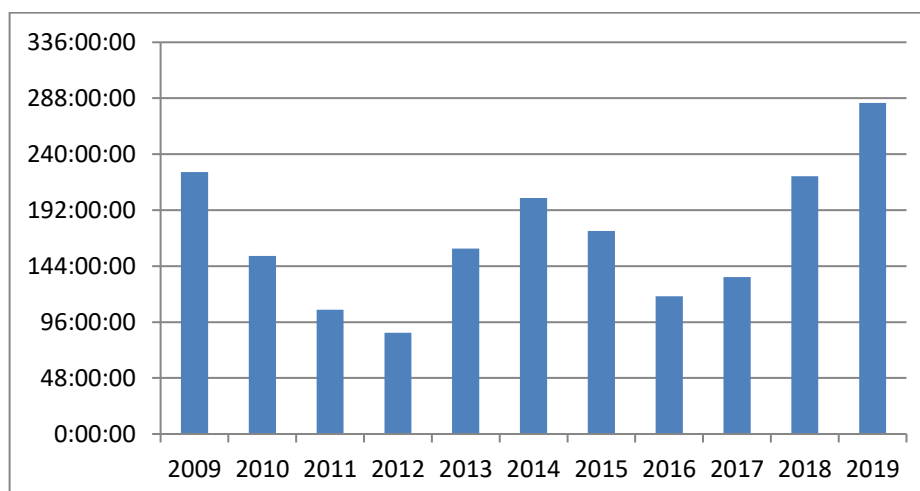


Рис.4.14. Загальна сума годин з туманом за холодний період 2009-2019рр

По місяцях лідирує січень – за 10 років загальна сума годин з туманом складає 533:49 год (рис.4.15). Найбільша кількість і найбільш тривалі тумани холодного періоду припадають на січень, що негативно впливає на роботу аеродрому.

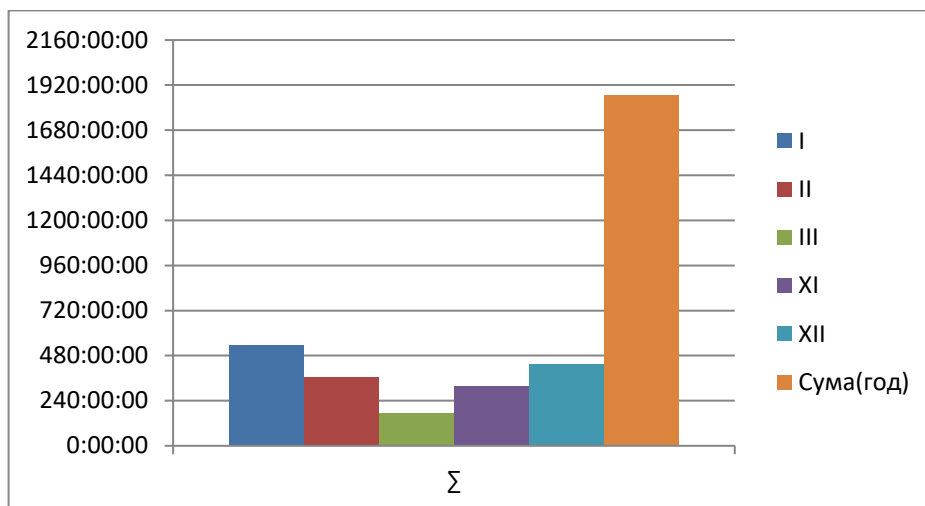


Рис.4.15. Загальна сума годин з туманом за холодний період по місяцях 2009-2019рр

Найчастіше тумани холодного періоду на АМСЦ Херсон спостерігаються при східному вітрі. У грудні і в січні в туманну погоду переважає південно-східний вітер, в лютому, березні, листопаді – східний (рис.4.16 - 4.21).

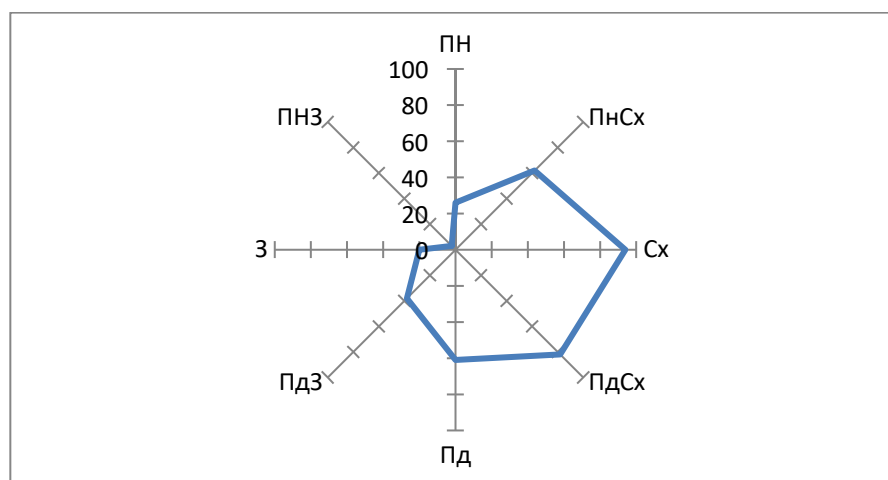


Рис.4.16. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду (Холодний період 2009-2019 рр)

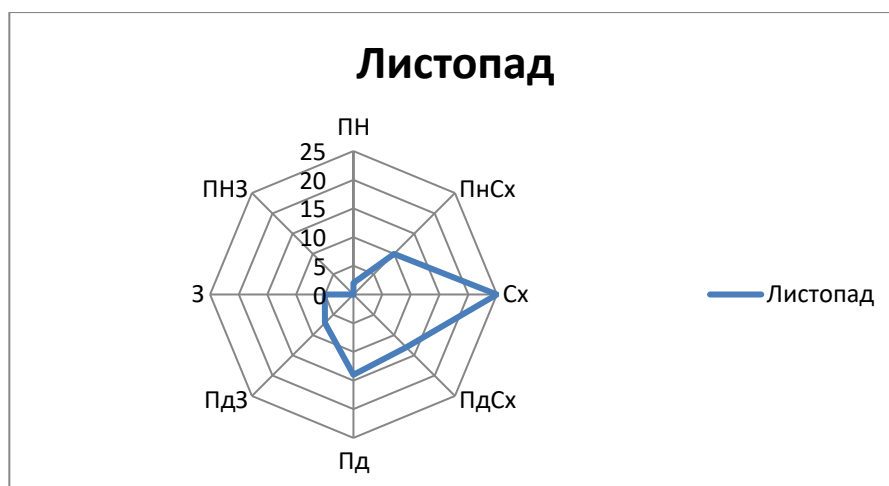


Рис.4.17. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду.  
Листопад (2009-2019 рр)

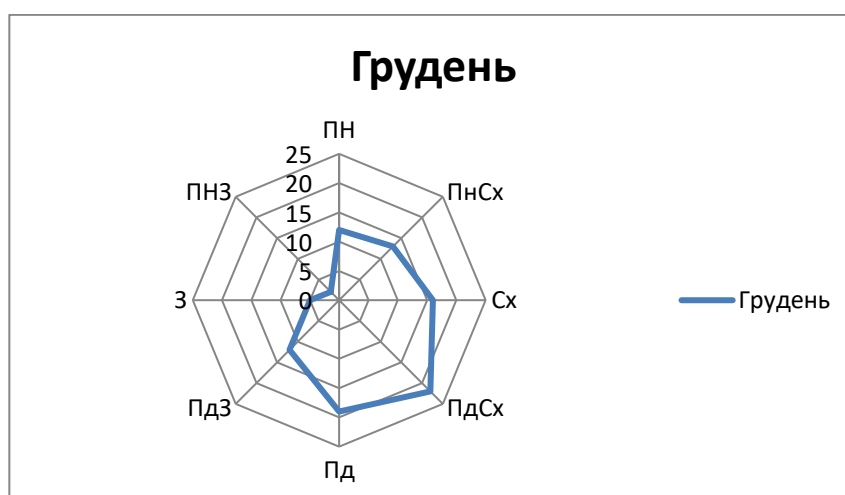


Рис.4.18. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду.  
Грудень (2009-2019 рр)

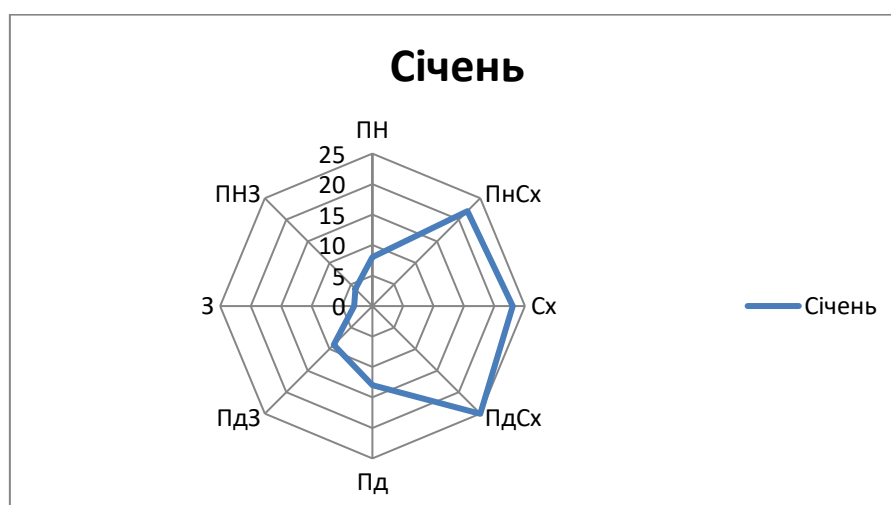


Рис.4.19. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду.  
Січень (2009-2019 рр)

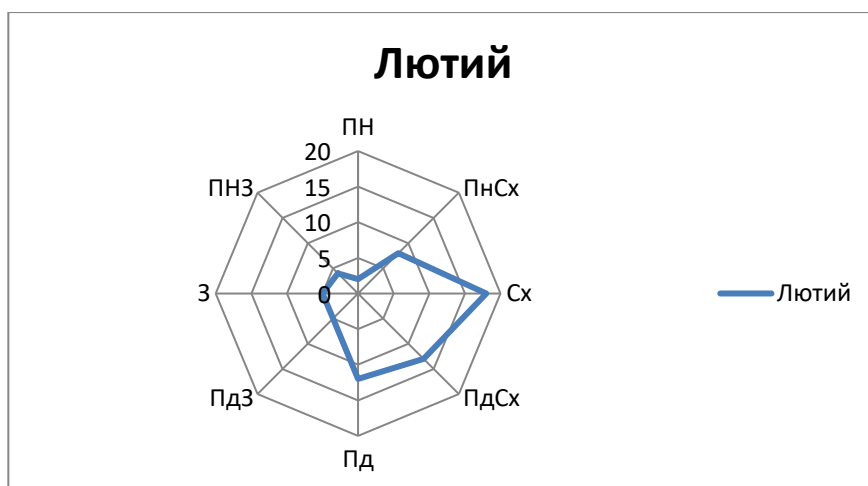


Рис.4.20. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду. Лютий (2009-2019 рр)

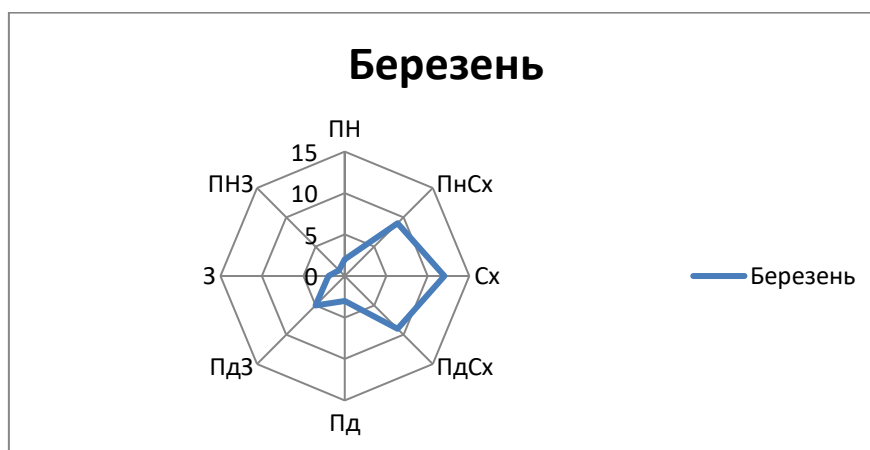


Рис.4.21. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду. Березень (2009-2019 рр)

З огляду на розташування аеродрому, можна зробити висновок, що вітри переважаючих напрямків в холодний період при туманах, тобто східний і південно-східний, переносять вологе повітря з боку Дніпра.



#### 4.4 Результати досліджень метеоспостережень за туманом в теплий період

Теплий період року – період року, який характеризується середньодобовою температурою зовнішнього середовища вище +10°C [17].

У Херсоні цей період з квітня по жовтень.

У теплий період року переважають радіаційні тумани з максимумом о 4-6 год та незначним вторинним максимумом о 18-20 год. Більшість цих туманів розсіюється від 6 до 10 год ранку [3].

Дані повторюваності туманів за теплий період вказані в таблиці 4.4.

Максимальна кількість випадків була в жовтні в 2019 році – 10 випадків, а мінімальна в 2010 році – 2 випадки. Всього за 10 років в жовтні зафіксовано 53 випадки (табл.4.4).

Таблиця 4.4. Повторюваність туманів за теплий період на АМСЦ Херсон 2009-2019рр

Рік/ Місяць	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	$\Sigma$
2009	4	-	2	-	-	3	6	15
2010	4	3	-	-	-	-	2	9
2011	1	2	-	-	-	2	4	9
2012	3	2	-	-	-	4	2	11
2013	2	-	-	-	-	2	8	12
2014	1	4	-	-	-	-	3	8
2015	-	-	-	-	-	2	4	6
2016	3	4	-	-	-	2	7	16
2017	3	-	-	-	-	3	3	9
2018	3	2	-	-	-	3	4	12
2019	4	-	-	-	2	4	<b>10</b>	20
$\Sigma$	28	17	2	-	2	25	<b>53</b>	127

Максимальна повторюваність за теплий період була в 2019 році – 20 випадків з туманом (рис.4.22). В середньому, значення повторюваності коливаються від 9 до 12 випадків за період.

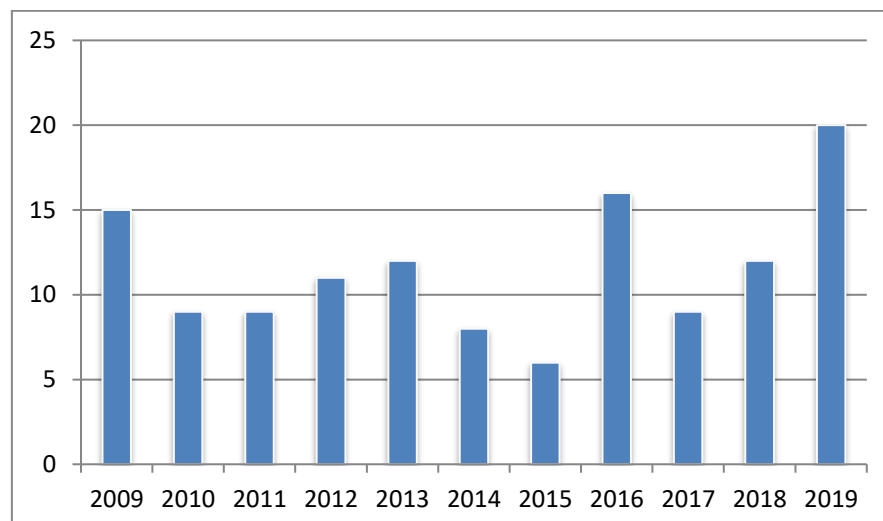


Рис.4.22. Графік повторюваності туманів у теплий період 2009-2019рр

Розглянемо повторюваність туманів по місяцях теплого періоду. Дані дослідження представлені на рис. 4.23.

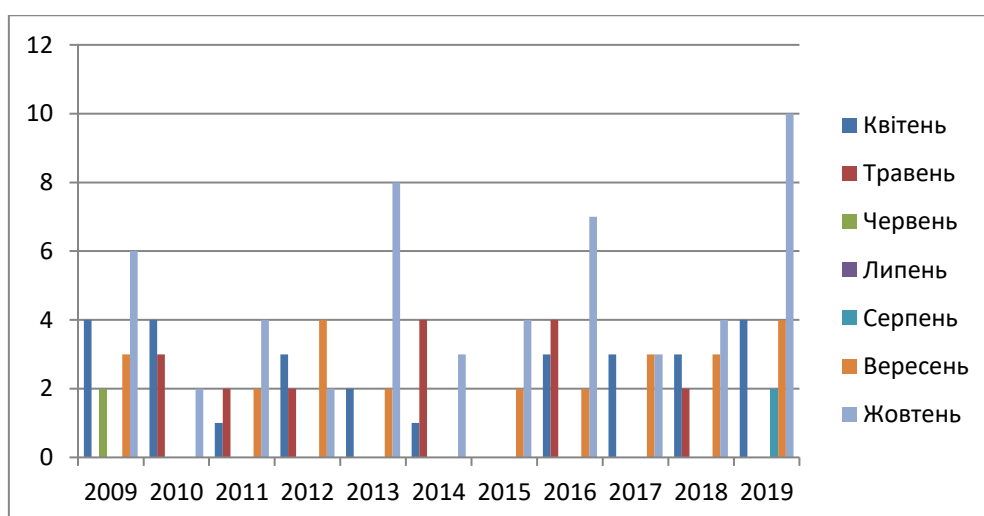


Рис.4.23. Графік повторюваності туманів по місяцях у теплий період 2009-2019рр

Даний графік (рис.4.23) показує, що найбільша повторюваність туманів в теплий період на АМСЦ Херсон в основному припадає на жовтень. У цьому місяці найбільша вірогідність утворення туманів, в порівнянні з іншими. Тумани в жовтні були щороку протягом десятирічного періоду. Максимум випадків у жовтні зафіксовано в 2019 році – 10, а мінімум в 2010 році – 2 випадки. В середньому за жовтень можливо 6 випадків з туманом.

У квітні за десятирічний період (2009-2019рр.) максимальна кількість випадків з туманом була в 2009, 2010, 2019 роках – по 4 випадки. Мінімальна повторюваність в квітні була в 2014 – всього 1 випадок, а в 2015 році квітень зовсім був без туманів.

У травні максимальна кількість випадків з туманом була в 2014 і 2016 – по 4 випадки. У 2009, 2013, 2015 2017, 2019 роках в травні туманів не спостерігалось.

У липні за період 2009-2019 рр. тумани зовсім не спостерігаються. У червні і в серпні дуже мала ймовірність утворення туману.

У червні на АМСЦ Херсон туман був тільки в 2009 році – 2 випадки. У серпні туман був тільки в 2019 році – 2 випадки.

У вересні в 2012 і в 2019 роках спостерігалася максимальна повторюваність – 4 випадки з туманом. У 2010 і 2014 туманів у вересні не було.

Виходячи з рис.4.23 можна сказати, що в 2015 році за весь теплий період зафіксовано мінімальну кількість випадків – 6.

Дані тривалості туманів за теплий період вказані в таблиці 4.5. та на рисунку 4.24.

За тривалістю туманів за теплий період лідирує 2019 рік – всього 136:08 год. Мінімальна загальна сума годин з туманом припадає на 2014 рік – 17:08 год.

Якщо розглядати загальну суму годин з туманом по місяцях, то максимум припадає на жовтень – за десятирічний період 258:14 год, а мінімум на червень – 2:40 год. (рис.4.25).

Рис. 4.24 показав, що найбільш тривалі тумани теплового періоду були в 2019 (136:08 год), 2016 (61:45 год) і в 2013 (51:59 год). Мінімум спостерігався в 2014 році (17:08 год).

Таблиця 4.5. Тривалість туману в годинах на АМСЦ Херсон за теплий період

Рік/ Місяць	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Сума (год)
2019	19:39	-	-	-	4:03	14:29	97:57	136:08
2018	9:11	1:40	-	-	-	3:20	8:12	22:23
2017	5:20	-	-	-	-	4:50	11:28	21:38
2016	22:00	10:30	-	-	-	5:10	24:05	61:45
2015	-	-	-	-	-	4:05	15:40	19:45
2014	3:50	7:48	-	-	-	-	5:30	17:08
2013	4:30	-	-	-	-	1:50	45:39	51:59
2012	8:35	8:40	-	-	-	7:33	3:15	28:03
2011	1:05	5:15	-	-	-	4:20	14:45	25:25
2010	9:20	5:28	-	-	-	-	11:00	25:48
2009	-	12:50	2:40	-	-	8:40	20:43	44:53
Σ	83:30	51:35	2:40	-	4:03	53:32	258:14	454:55

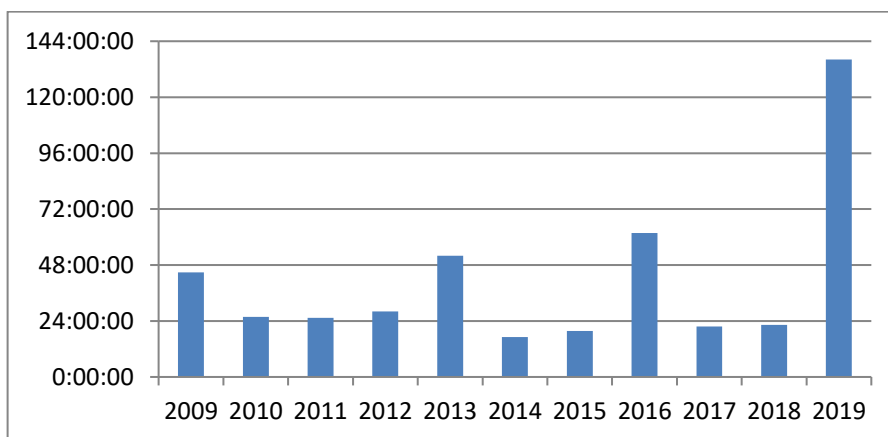


Рис.4.24. Загальна сума годин з туманом за теплий період 2009-2019рр

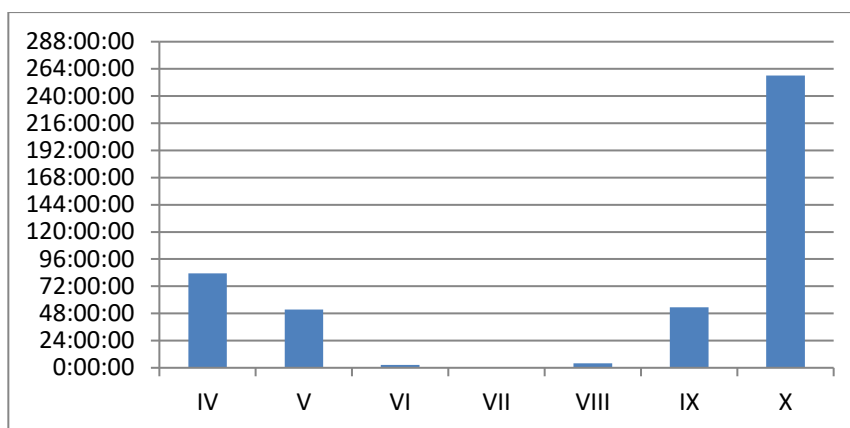


Рис.4.25. Загальна сума годин з туманом за теплий період по місяцях 2009-2019р

По місяцях найбільш тривалі тумани в жовтні – 258:14 год за період 2009-2019р. На другому місці по тривалості – квітень – 83:30 год. Найменш тривалі тумани були в червні – 2:40 год.

У теплий період року в туманну погоду найчастіше спостерігається південний напрямок вітру (рис.4.26).

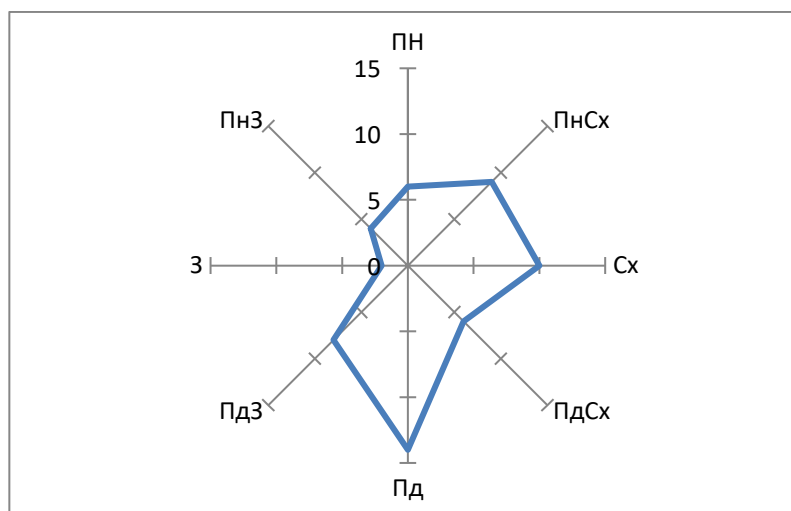


Рис.4.26. Повторюваність різних напрямків вітру в туманну погоду (Теплий період 2009-2019рр)

Проведемо порівняльний аналіз повторюваності туманів в холодний і теплий період. Дані дослідження представлені на рис. 4.27 та 4.28

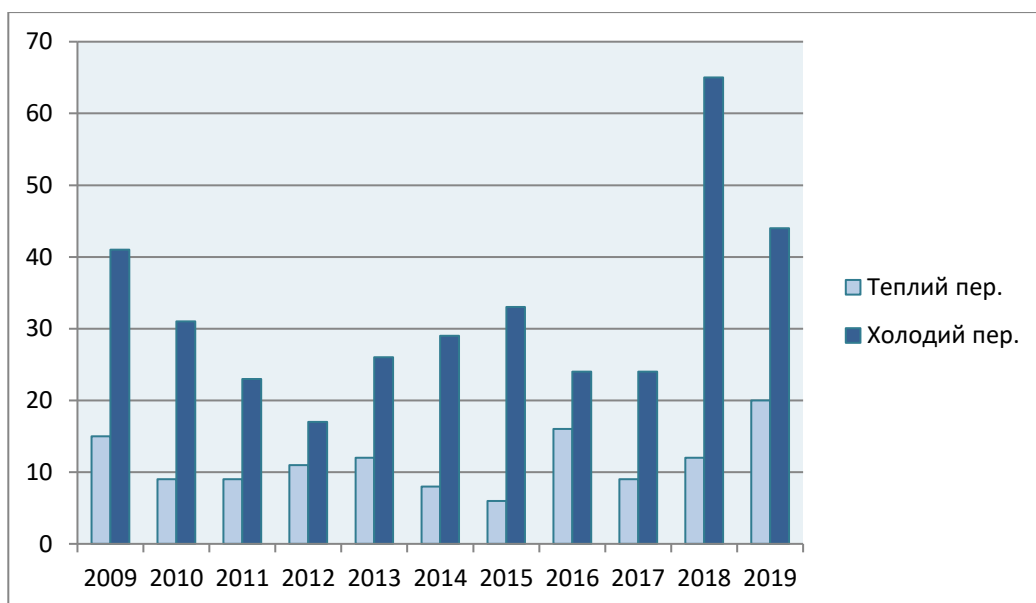


Рис.4.27. Порівняння повторюваності туманів у теплий та холодний період 2009-2019 рр

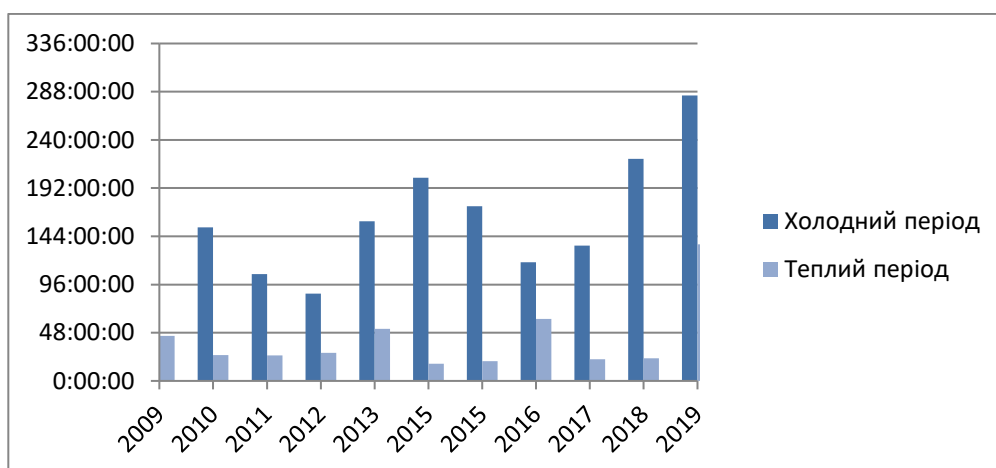


Рис.4.28. Порівняння загальної суми годин з туманом за теплий та холодний період 2009-2019 рр

Порівнюючи повторюваність туману в теплий і холодний період, можна сказати, що в холодний період значно більше випадків з туманом і вони є більш тривалими (рис.4.27, 4.28).

#### 4.5 Аналіз синоптичної ситуації при утворенні туманів

Тумани перешкоджають нормальній роботі авіації, тому прогноз туманів має велике значення. Тумани на АМСЦ Херсон прогножуються методом Зверєва.

Розглянемо дві синоптичні ситуації, характерні для утворення туману.

Перша ситуація. Найбільш тривалий туман за період 2009-2019рр. спостерігався з 8 на 9 грудня 2014 року тривалістю 30:15 год, досягнувши мінімальної видимості 200м. Почався о 03:05 год. 9 грудня, при південно-східному вітрі зі швидкістю 1 м/с. Значення вертикальної видимості коливалися від 30 до 80 м. Вертикальна видимість вказується, коли небо закрите і характеристики хмарності не можуть бути оцінені. Температура повітря перед початком туману була  $-0.1^{\circ}\text{C}$ , відносна вологість 97 %.

Цей туман адвективного походження, так як виник унаслідок охолодження теплого вологого повітря під час його руху над холоднішою поверхнею. Адвективні тумани стійкіші за радіаційні, і часто не розсіюються вдень, навіть за наявності слабкого вітру.

З рис. 4.29 видно, що 8 грудня 2014 року синоптична ситуація була така: над територією України розташований гребінь антициклону, центр якого знаходиться над заходом Росії. Також спостерігається теплий фронт, що надходить від району Балканського півострова та півдня Чорного моря.

На рис. 4.31. видно, що 9 грудня в 00 UTC над Південною Україною розташована улоговина циклону, який поширився з районів південної Європи та теплий фронт, який прийшов з півдня Чорного моря через райони Малої Азії. Тумани, що утворилися на території України, є переважно адвективними, адже адвективні тумани, зазвичай, виникають за похмурої погоди і найчастіше у теплих секторах циклонів, в теплих повітряних масах насичених вологим морським повітрям.

На картах АТ-850 видно (рис.4.30, 4.32), що температура над даною територією в період з 08.12.14 на 09.12.14 коливалася від  $2^{\circ}\text{C}$  до  $5^{\circ}\text{C}$ .

Друга ситуація. 10 грудня 2019 року над територією України спостерігається південна периферія антициклону, центр якого знаходиться над південним заходом Росії. По Україні спостерігалися тумани і серпанки на більшій частині території (рис.4.33), що також можна побачити з супутникового знімка (рис.4.37).

О 15:05 годині 10.12.19 на АМСЦ Херсон розпочався туман і тривалість його була 21:39 год. Почався він при південно-східному вітрі зі швидкістю 3 м/с. Мінімальна горизонтальна видимість була 100 м. Вертикальна видимість коливалася від 40 до 60 м. Температура повітря на момент утворення туману була +4.8°C. На карті АТ-850 можна побачити, що з 10 на 11 грудня спостерігалось пониження температури над півднем України (рис.4.34, 4.36), що сприяло утворенню туману за рахунок перемішування холодного повітря на висоті 1500м і теплого у землі.

Такі тривалі тумани кваліфікуються як адвективні.

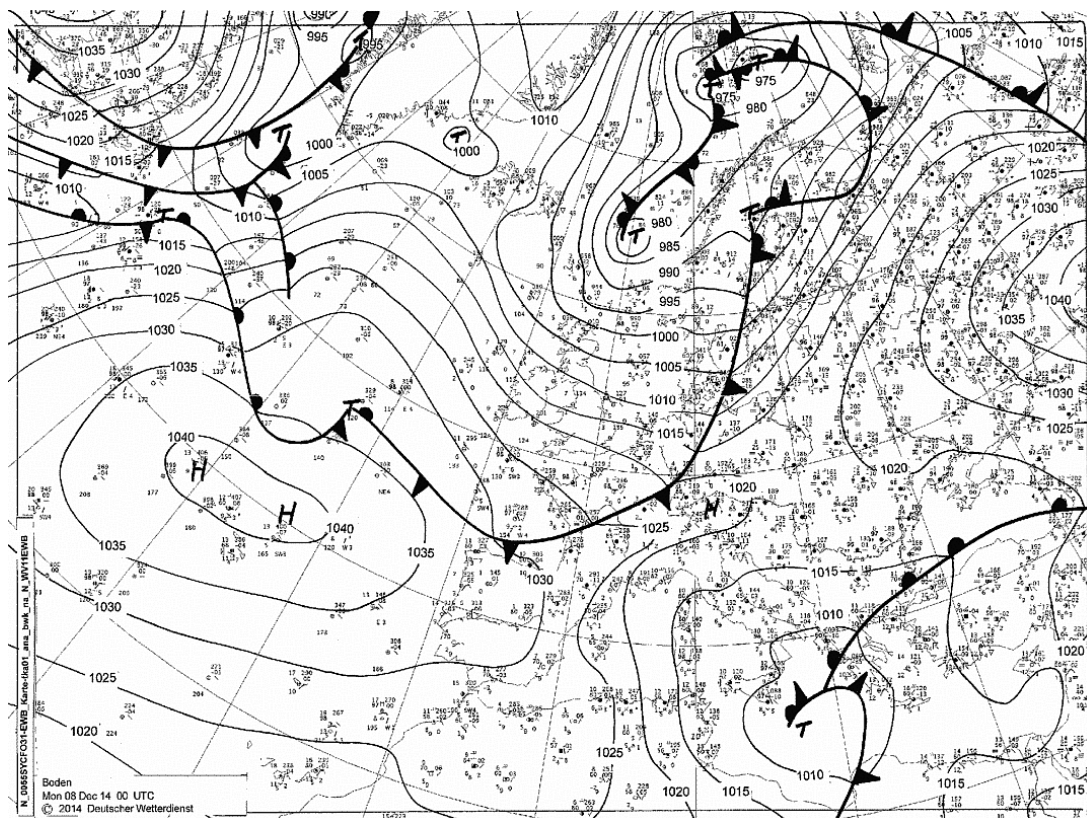


Рис.4.29. Приземна карта погоди за 08.12.2014 (00 UTC)



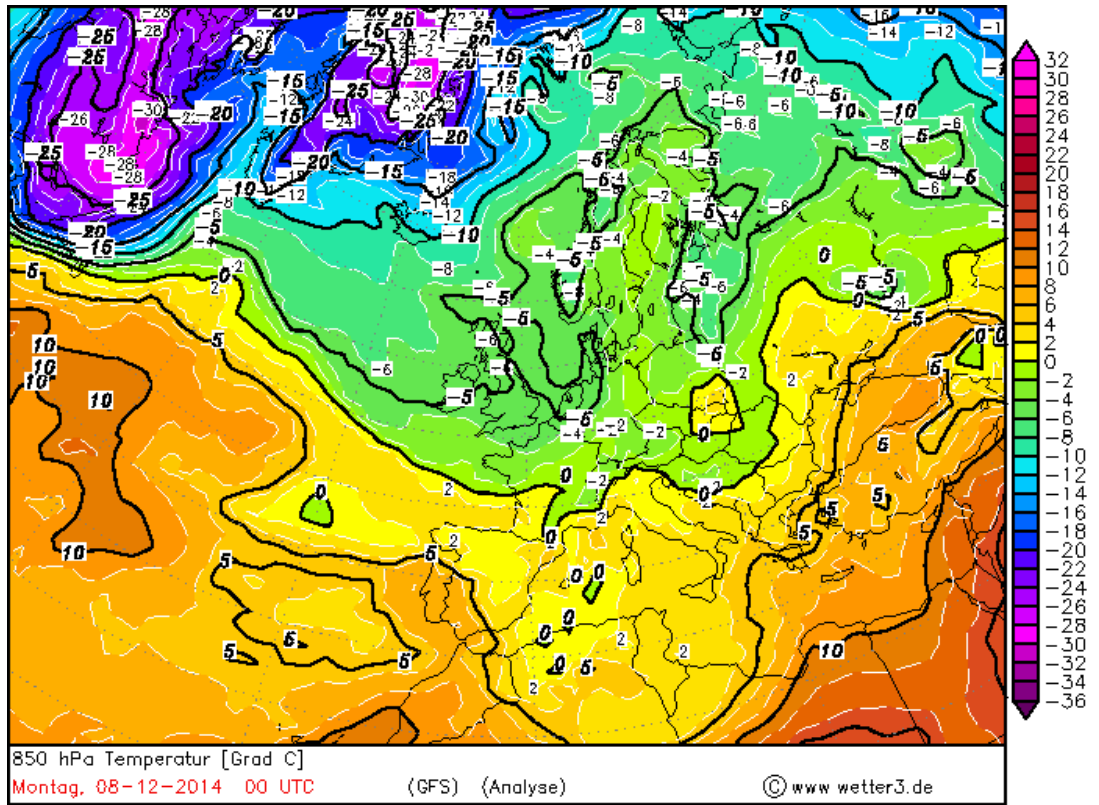


Рис. 4.30. Карта АТ-850 за 08.12.2014 (00 UTC)

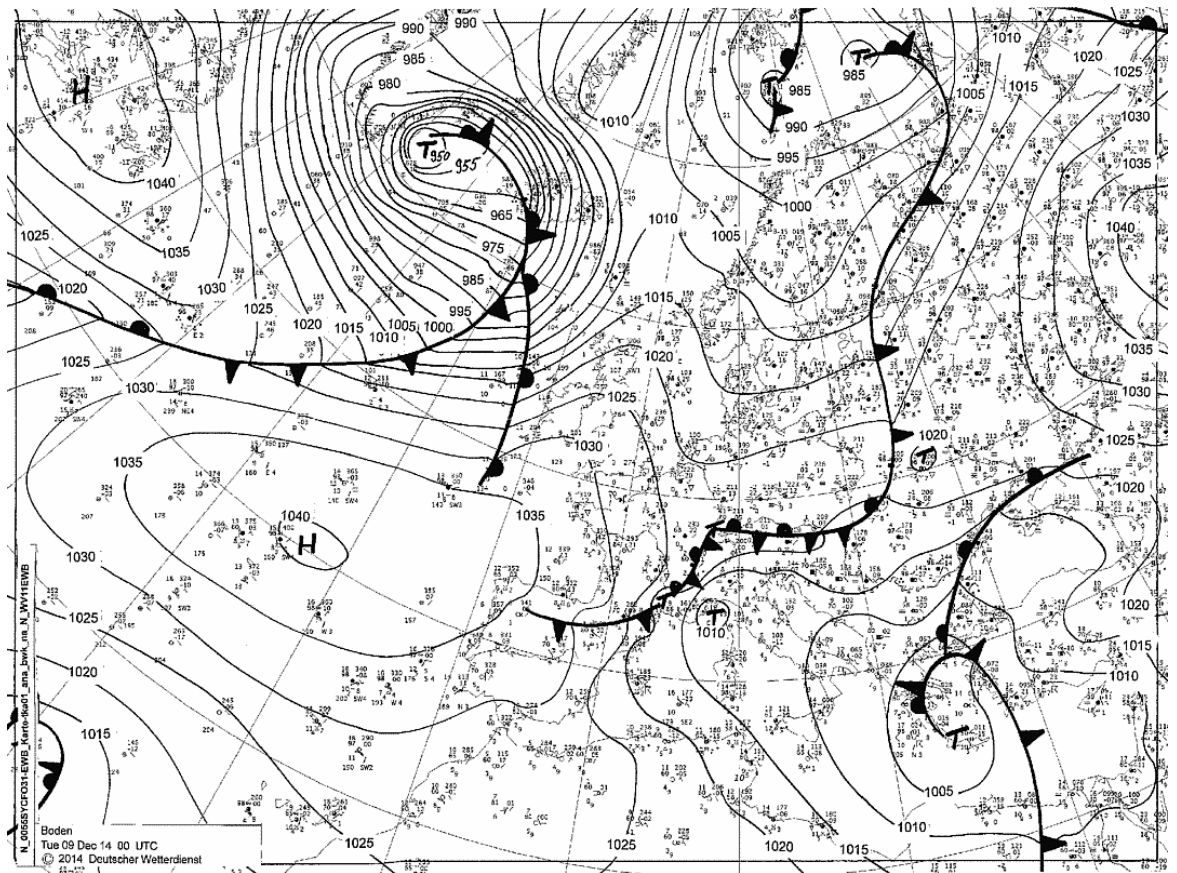


Рис. 4.31. Приземна карта погоди за 09.12.2014 (00 UTC)

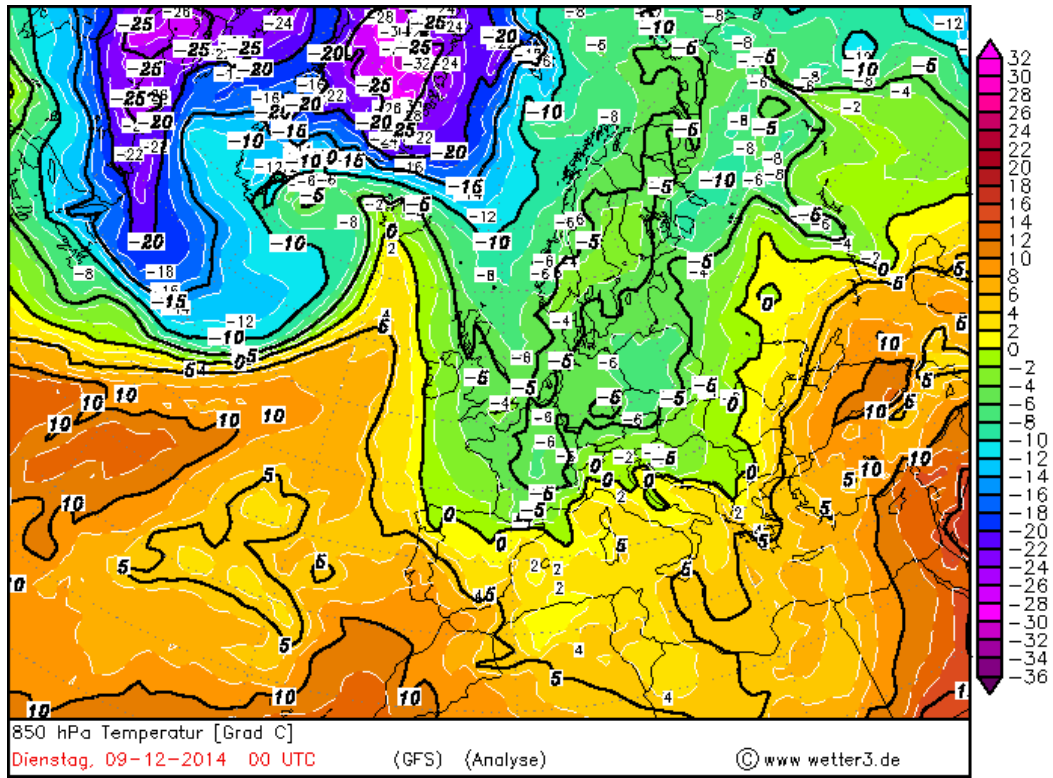


Рис. 4.32. Карта АТ-850 за 09.12.2014 (00 UTC)

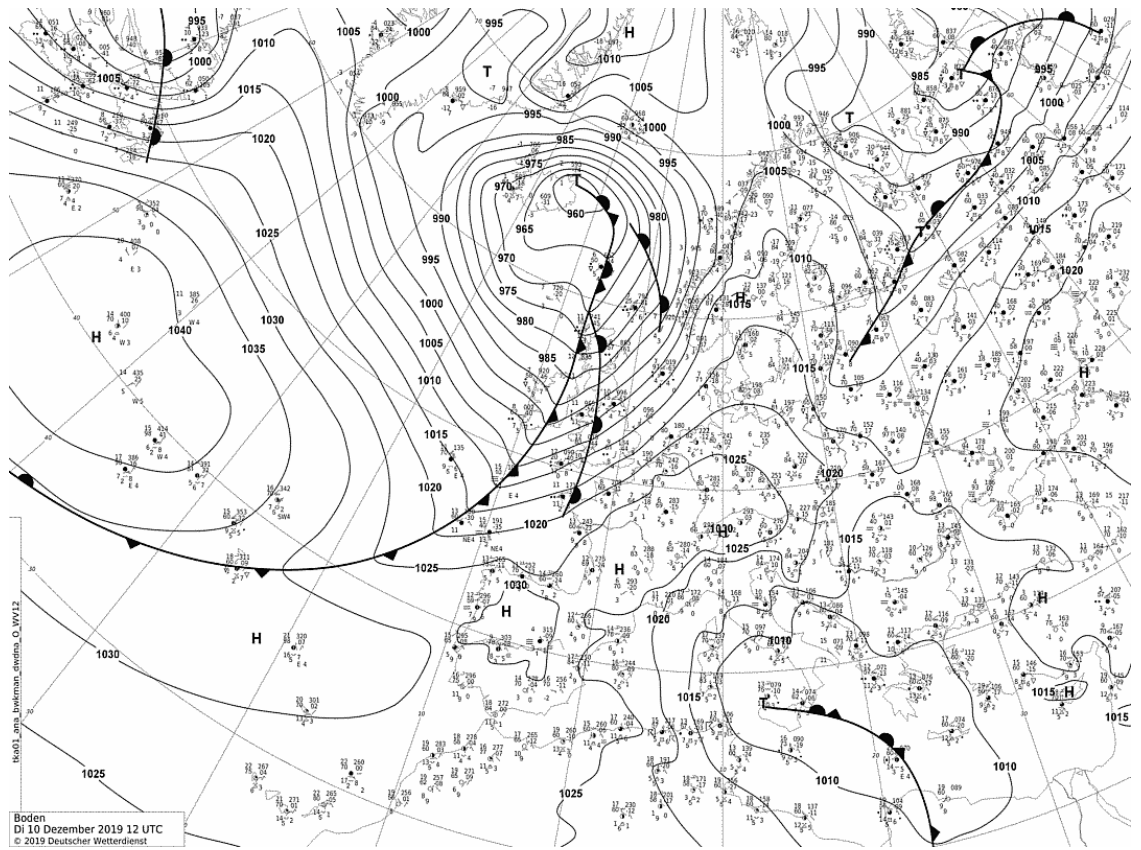


Рис. 4.33. Приземна карта погоди за 10.12.2019 12:00 UTC

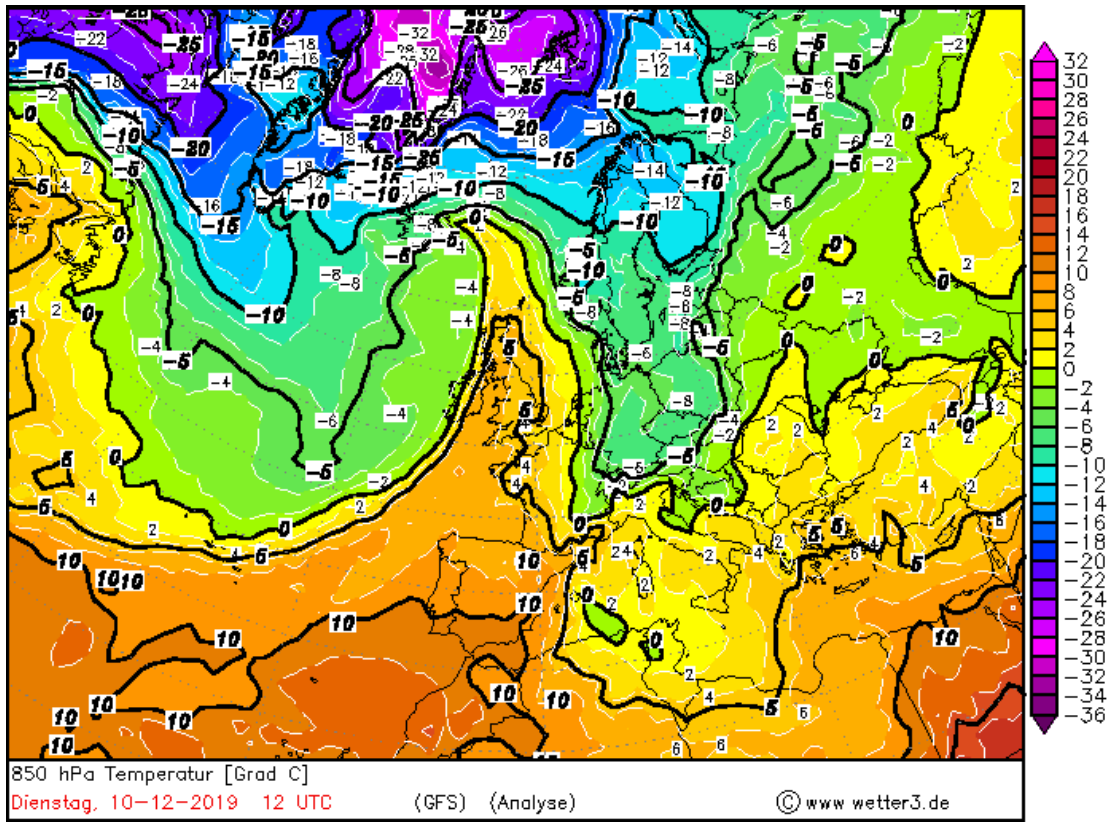


Рис. 4.34. Карта АТ-850 за 10.12.2019 (12 UTC)

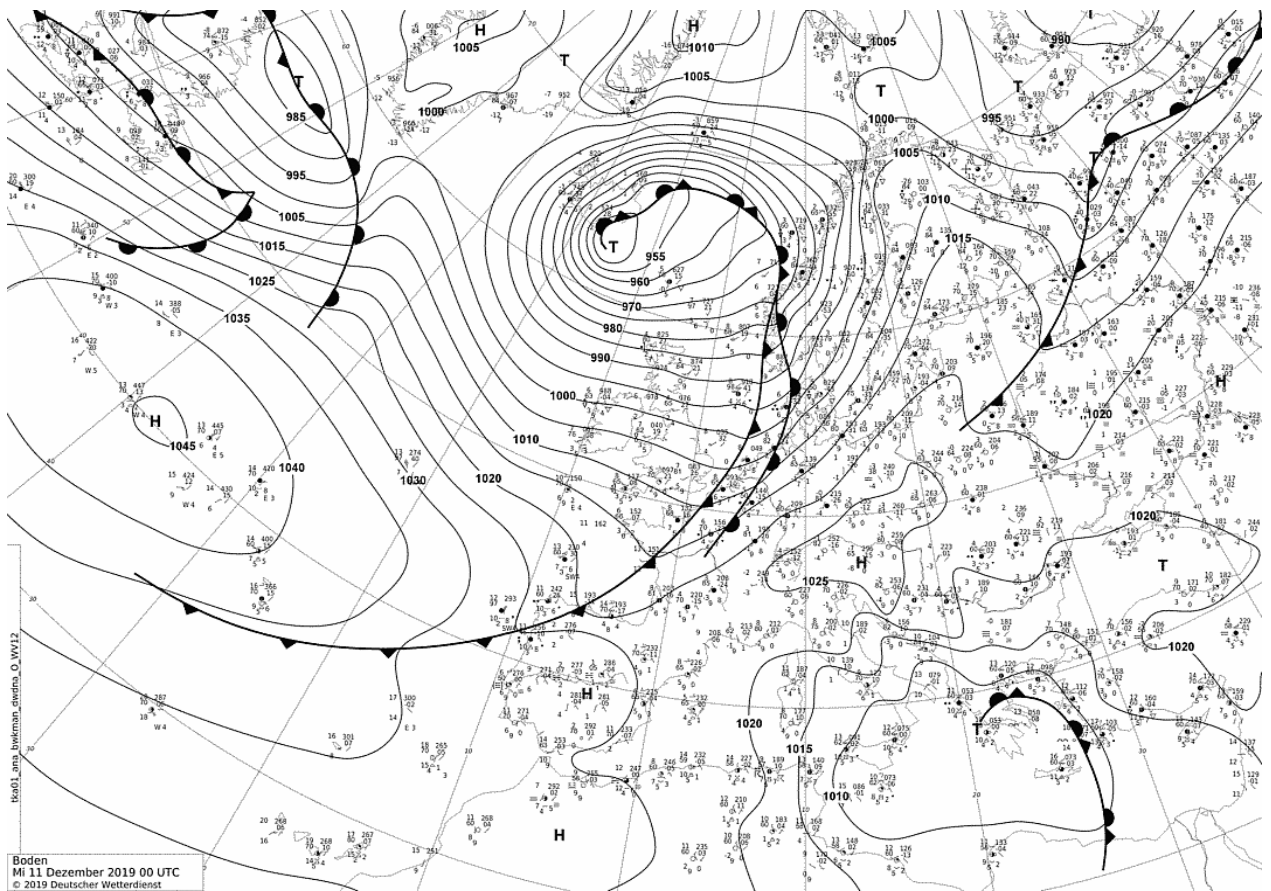


Рис. 4.35. Приземна карта погоди за 11.12.2019 00 UTC

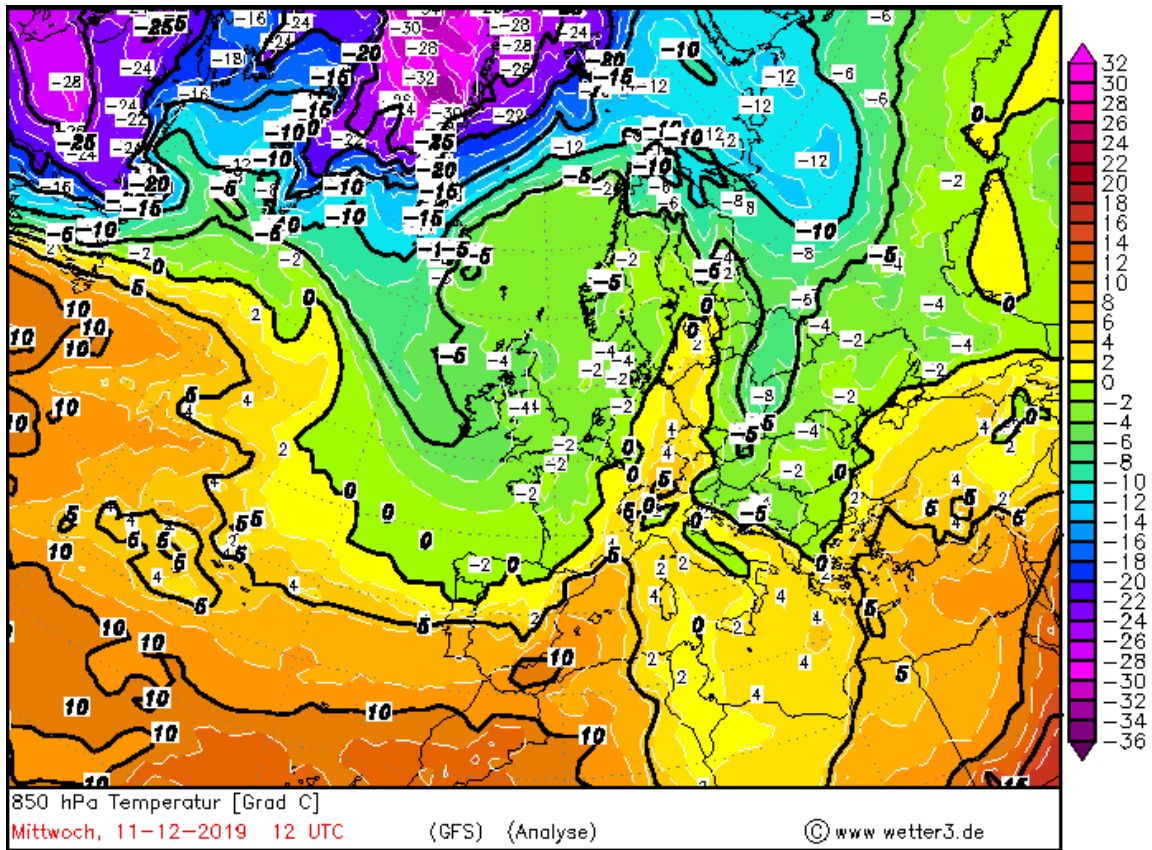


Рис. 4.36. Карта АТ-850 за 11.12.2019 (12 UTC)

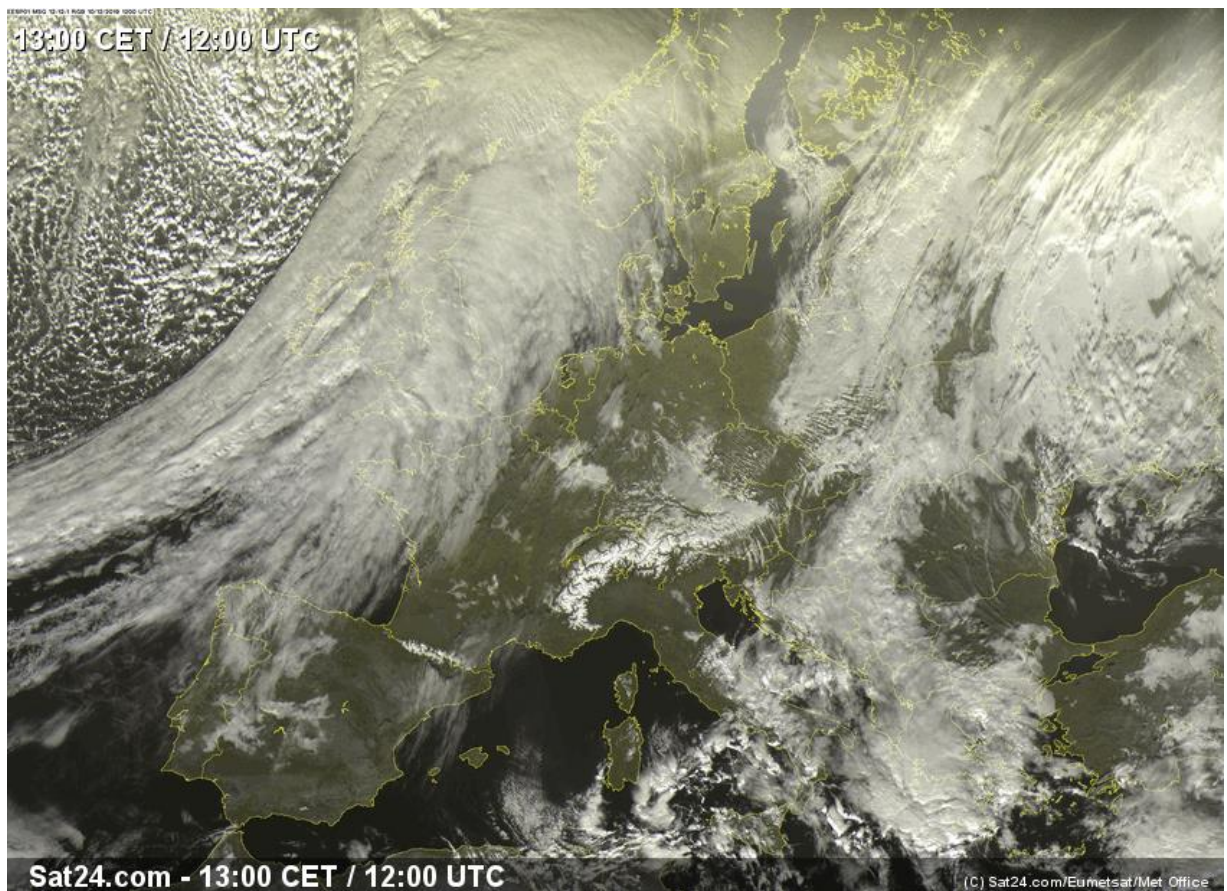


Рис. 4.37 Супутниковий знімок за 10.12.2019 12 00 UTC

Сильні і тривалі тумани негативно впливають на роботу аеропорту. Погіршення видимості ускладнює зліт і посадку повітряного судна. У зв'язку з цим може бути затримка рейсів. Також погана видимість може стати причиною повернення літака.

У кожного повітряного судна є свій мінімум. Рішення про зліт і посадку літака приймає пілот.

Мінімум повітряного судна – мінімально допустимі значення видимості, що дозволяють безпечно проводити зліт і посадку на повітряному судні даного типу [18].

## ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи дані спостережень, можна сказати, що за період з 2009 по 2019р на АМСЦ Херсон було зафіксовано 478 випадків з туманом. В середньому припадає 44 випадків на рік. Найбільша кількість туманів за рік була в 2019 році - 76 випадків.

2. В холодний період року туманів спостерігається більше, ніж в теплий. На холодний період припадає 73% випадків з туманом, а на теплий –27% випадків.

3. З даних повторюваності туманів за холодний період, видно, що 2018 рік був найбагатший на тумани – 57 випадків. Найменша кількість випадків з туманами була в 2012 році –16 випадків. Загалом з 2009 по 2019 рр в холодний період було зафіксовано 351 випадок, в середньому 32 випадки на рік.

4. Дані повторюваності туманів за теплий період показали, що на АМСЦ Херсон найбільша повторюваність туманів припадає на жовтень місяць. Максимальна кількість туманів теплого періоду була в 2019 році (20). Мінімальна кількість випадків з туманом в теплий період зафіксована в 2015 році – 6 випадків. В середньому, значення повторюваності коливаються від 9 до 12 випадків за період.

5. Розподіл туманів по місяцях показав, що максимальна кількість туманів спостерігається в грудні – 94 випадки за десятирічний період. Мінімум припадає на червень і серпень – по 2 випадки, а в липні не було туманів зовсім. Найбільша ймовірність виникнення туманів в грудні місяці (20%). Також в січні і лютому (по 16%). Невелика вірогідність виникнення туманів в травні (4%) і в вересні (5%). Мінімум в червні і в серпні (по 0,5%).

6. Найбільш тривалі тумани за весь холодний період були в 2019 році – 284:06 год. Найменш тривалі тумани холодного періоду були в 2012 році – 86:58 год. В середньому за весь холодний період на АМСЦ Херсон можливо 169:30 годин з туманом.

За тривалістю туманів за теплий період лідирує 2019 рік – всього 136:08 год. Мінімальна загальна сума годин з туманом припадає на 2014 рік – 17:08 год.

7. Найбільш тривалий туман за період 2009-2019 рр. спостерігався з 8 на 9 грудня 2014 року – 30:15 год, з мінімальною видимістю 200 м.

8. Утворення туманів можливо при будь-яких напрямках вітру з переважанням штилю. В теплу половину року тумани частіше утворюються під час південних та східних вітрах, в холодну з переважанням південно-східних та східних напрямків, зі швидкостями в основному 5-6 м/с.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Матвеев Л.Т. «Курс общей метеорологии. Физика атмосферы», Л.: Гидрометеиздат, 1984.-752 ст.
2. Богаткин О.Г. «Авиационные прогнозы погоды.» – 2-е изд., стереотипное. – СПб. БХВ-Петербург, 2010.– 288 с.: ил.– (Учебное пособие).
3. «Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005рр.)» / За ред. В.М. Ліпінського, В.І. Осадчого, В.М. Бабіченко. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 312 с.
4. Косовець О.О. «Кліматичний кадастр України»
5. Волошина Ж.В., Волошина О.В. Фізика атмосфери (задачі і вправи): Навчальний посібник – Київ: "КНТ", 2005. – с. 254
6. <https://allatra.org/uk/report/pro-problemi-ta-naslidki-globalnoyi-zmini-klimatu-na-zemli-efektivni-shlyahi-virishennya-danih-problem>
7. <http://geomap.land.kiev.ua/climate.html>
8. [https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate\\_stations/](https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/)
9. <https://geografiamozil2.jimdofree.com/голова/клімат-україни/>
10. <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/geograf/25998/>
11. <https://awesomeworld.ru/prirodnye-yavleniya/tuman.html>
12. <http://www.matrixplus.ru/meteo-139.htm>
13. <http://meteoweb.ru/phen033.php>
14. <http://ru.osvita.ua/vnz/reports/geograf/26272/>
15. <https://studfiles.net/preview/5162891/page:4/>
16. <https://airlebedev.wordpress.com/библиотека/авиационная-метеорология/>
17. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99
18. Наставление по производству полетов в гражданской авиации СССР (НПП ГА-85)
19. Журнал АВ-6 АМСЦ Херсон (2009-2019 рр.)



**ДОДАТОК А**  
**ТУМАНИ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ**  
**2019**

Грудень

Дата	Час початку	Час закінчення	Мін.видимість	Вітер	Хмарність	Тривалість
08.12	05:56	07:52	300 м	ПдЗ, 3 м/с	10/10, VV 40 м	1:56 год
09.12	00:14	05:30	50 м	Штиль	Ясно	5:16 год
	07:00	07:43	100 м	ПдСх, 1 м/с	Ясно	0:43 год
	20:50	00:33	150 м	ПдСх, 5 м/с	10/10, VV 50 м	3:47 год
10.12	06:30	07:18	500 м	ПдСх, 4 м/с	10/10, VV 40 м	0:48 год
	08:37	11:34	150 м	ПдСх, 4 м/с	10/10, VV 40-50 м	2:57 год
10.12- 11.12	15:05	12:44	100 м	15:00 ПдСх 3 м/с;; 01:00 ПнСх 1 м/с 04:00 ПнСх 3 м/с; 08:00 Пн 2 м/с	10/10, VV 40-60 м	21:39 год
11.12- 12.12	14:56	02:10	150 м	ПнСх, 3-5 м/с	10/10, VV 50-90 м	11:14 год
12.12	03:07	09:45	250 м	ПнСх, 5-6 м/с	10/10, VV 60-90 м	6:38 год
	09:57	10:15	900 м	ПнСх, 7 м/с	10/10, VV 90 м	0:18 год
	10:41	11:00	900 м	ПнСх, 7 м/с	10/10, VV 90 м	0:19 год
	14:30	14:55	900 м	Сх, 8 м/с	10/10, St Stfr 90 м	0:25 год
14.12	01:30	03:52	500 м	Сх, 5 м/с	10/10, VV 80 м	2:22 год
14.12- 15.12	18:13	04:44	150 м	ПдСх, 3-5 м/с	10/10, VV 40-60 м	10:31 год
16.12	05:00	07:54	200 м	Пд, 4 м/с	Ясно	2:54 год
17.12	00:00	09:00	50 м	ПдСх 1-3 м/с	10/10, VV 40-50 м	9:00 год
25.12	08:12	10:33	350 м	ПнСх, 2 м/с	10/10, VV 90 м	2:11 год
	15:00	15:22	700 м	Пн, 3 м/с	10/10, St Stfr 80 м	0:22 год

ДОДАТОК Б  
ТУМАНИ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ  
2019

Жовтень

Дата	Час початку	Час закінчення	Мін.видимість	Вітер	Хмарність	Тривалість
02.10	03:00	07:50	200 м	ПдСх, 2-3м/с	Ясно	4:50 год
03.10	04:12	10:16	100 м	Сх 1-3 м/с	10/10, VV 30-50м	6:04 год
11.10	01:20	04:35	200 м	ПдЗ, 3-5 м/с	10/10, VV 30-60м	3:15 год
13.10- 14.10	23:15	08:15	50 м	Пд, 1-3 м/с	Ясно	9:00 год
14.10- 15.10	20:52	11:30	50 м	ПнСх, 1-3 м/с	10/10, VV 30-40м	14:38 год
17.10- 18.10	23:20	08:25	50 м	ПнСх, 1-2 м/с	10/10, VV 30-40м	9:05 год
18.10- 19.10	21:38	05:00	50 м	21:38 ПдЗ, 2 м/с 00:00 Штиль	10/10, VV 40-60м	7:22год
20.10- 21.10	22:22	03:10	50 м	ПнСх 2 м/с	10/10 Sc 500 м	4:48 год
22.10	01:15	10:25	150 м	Пн, 2-4 м/с	10/10, VV 50-70м	9:10 год
22.10- 23.10	19:40	22:25	100 м	19:40 Пн,3м/с; 00:00 ПнСх, 3; 03:00 Пн,2 м/с; 12:00ПнСх2м/с; 13:00 Штиль; 15:00 ПнСх2м/с; 18:00 Сх, 1 м/с; 21:00 Пн, 1 м/с;	10/10, VV 40-100м	26:45 год