

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий  
гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та  
кліматології

**Кваліфікаційна робота магістра**

На тему: Динаміка грозоутворення над аеропортом Вінниця

Виконала студентка 2 курсу  
групи МЗМ-21  
Спеціальності 103 «Науки про Землю»  
Освітня програма  
«Метеорологія і кліматологія»  
Топольська Вікторія Петрівна

Керівник канд. геогр. наук, доцент  
Боровська Галина Олександрівна

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
Жигайло Олена Леонідівна

Одеса 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут  
Кафедра Метеорології та кліматології  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 “Науки про Землю”  
(шифр і назва)  
Освітня програма Метеорологія і кліматологія  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Завідувач кафедри  
Метеорології та кліматології  
Прокоф'єв О.М.  
“ 10 ” жовтня 2022 року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

- студенту(ці) Топольській Вікторії Петрівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)
1. Тема роботи Динаміка грозоутворення над аеропортом Вінниця  
Керівник роботи Боровська Галина Олександрівна канд. геогр. наук, доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ОДЕКУ від “30” вересня 2022 року № 166-С
2. Строк подання студентом роботи 17 листопада 2022 року
3. Вихідні дані для роботи Дані щоденних метеорологічних спостережень за атмосферними явищами на АМСЦ Вінниця; дані температурно - вітрового зондування; карти поверхонь АТ-850, АТ-700, дані мережі Internet.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити 1) Вибір, аналіз та систематизація наукової літератури за напрямком дослідження. 2) Формування вибірки вихідної інформації грозової діяльності у 2012-2021 рр. за даними ст.33562 Вінниця (Гавнишівка). 3) Визначення динаміку повторюваності грози за роками, місяцями, денних, нічних, сухих, з опадами, тощо. 4) Встановлення особливостей розподілу опадів, напрямку та швидкості вітру, атмосферного тиску.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Рис. 3.1 – 3.4 – гістограми, діаграми повторюваності грози.

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 10 жовтня 2022 р. \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			У %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання	10.10.2022 р.		
2	Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи магістра. Огляд літературних джерел.	10.10.2022 р. - 15.10.2022 р.	95	відмінно
3	Основні відомості про район дослідження	20.10.2022 р. - 25.10.2022	95	відмінно
4	Збір вихідних даних до роботи. Формування статистичних таблиць та побудова графіків.	15.10.2022 р. - 30.10.2022	80	добре
5	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>01.11.2022 р. - 05.11.2022 р.</b>	90	відмінно
6	Динаміка повторюваності гроз на досліджуваній території	15.10.2022 р. - 20.10.2022	100	відмінно
7	Спостереження та прогнозування розвитку конвективних явищ на аеродромі Вінниця	15.10.2022 р. - 05.11.2022	100	відмінно
8	Циркуляційні умови виникнення посиленої грозової діяльності	20.10.2022 р. - 10.11.2022	90	відмінно
9	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату.	17.11.2022 р.	100	відмінно
10	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	18-20.11.2022	-	-
11	Підготовка презентаційного матеріалу	-	-	-
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>	-	96 (А)	відмінно

Студент

(підпис)

Топольська В. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Боровська Г. О.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Тема магістерської кваліфікаційної роботи** «Динаміка грозоутворення над аеропортом Вінниця»

**Автор:** Топольська Вікторія Петрівна.

**Актуальність дослідження** полягає в вивченні динаміки небезпечного явища, як гроза. На сьогоднішній день є різноманіття способів пересування людей і авіація займає одне із перших місць. Але робота авіації на пряму залежить від умов погоди. Тому вивчення грози має велике значення для повітряних суден та безпеки життя людини.

**Мета роботи:** виявлення динаміки повторюваності грозоутворення над аеропортом Вінниця за період 2012– 2021 рр.

**Відповідно до поставленої мети розв’язано наступні задачі:**

- проведений аналіз динаміки повторюваності грози за даними щоденників часової погоди по ст. 33562 Вінниця;
- виявлені особливості річної, сезонної і місячної динаміки грози;
- Досліджений річний та добовий розподіл кількості гроз (з урахуванням хмар, опадів, напрямку та швидкості вітру, шквального вітру, атмосферного тиску та тривалості в годинах);

**Об’єкт дослідження:** динаміка грозоутворення.

**Предмет дослідження:** статистичні характеристики грозової діяльності.

**Методи дослідження:** синоптико-кліматичний аналіз, просторово часове узагальнення даних.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У роботі використані дані досліджуваної динаміки грози над аеропортом Вінниця за 2012-2021 рр. Досліджена мінливість грозоутворення на об’єкті дослідження. Визначено статистичні характеристики грозової діяльності в умовах сучасних змін регіонального і глобального клімату.

**Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати можуть використовуватись для розробки альтернативних методів прогнозу небезпечних конвективних явищ, та бути використанні в написанні нового кліматичного опису аеропорту Вінниця.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 58 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 18 – ти джерел, 3-х додатків, містить 13 рисунків та 7 таблиць в основному тексті.

**Ключові слова:** гроза, конвекція, повторюваність, динаміка, грозоутворення, грозові осередки, часовий розподіл, шквал.

## SUMMARY

**Topic of master's qualification thesis** "Dynamics of thunderstorm formation over Vinnytsia airport"

**Author:** Victoriia Topolska.

**The relevance** of the research lies in the study of the dynamics of a dangerous phenomenon, such as a thunderstorm. Today, there are a variety of ways of moving people, and aviation occupies one of the first places. But the work of aviation directly depends on weather conditions. Therefore, the study of thunderstorms is of great importance for aircraft and the safety of human life.

**The purpose of the work:** to identify the dynamics of thunderstorm recurrence over the Vinnytsia airport for the period 2012–2021.

**In accordance with the set goal, the following tasks were solved:**

- an analysis of the dynamics of the recurrence of thunderstorms was carried out according to the data of temporary weather diaries according to station 33562 Vinnytsia;

- revealed features of annual, seasonal and monthly thunderstorm dynamics;

- The studied annual and daily distribution of the number of thunderstorms (taking into account clouds, precipitation, wind direction and speed, gusty wind, atmospheric pressure and duration in hours);

**Object of research:** dynamics of thunderstorm detection.

**Subject of research:** statistical characteristics of thunderstorm activity.

**Research methods:** synoptic-climatic analysis, spatio-temporal generalization of data.

**Scientific novelty of the obtained results.** The work used data on the studied dynamics of thunderstorms over the Vinnytsia airport for 2012-2021. The variability of thunderstorm formation at the research object was studied. The statistical characteristics of thunderstorm activity in the conditions of modern changes in the regional and global climate are determined.

**Practical significance of the obtained results.** The obtained results can be used to develop alternative methods of forecasting dangerous convective phenomena, and be used in writing a new climatic description of Vinnytsia airport.

The master's qualification work in the volume of 58 pages consists of 4 chapters, conclusions, a list of references from 18 sources, 3 appendices, contains 13 figures and 7 tables in the main text.

**Key words:** thunderstorm, convection, recurrence, dynamics, thunderstorm formation, thunderstorm cells, time distribution, squall.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ГРОЗИ. ІНДЕКСИ НЕСТІЙКОСТІ	
АТМОСФЕРИ .....	8
1.1 Метод Седлецького .....	8
1.2 Метод Вайтінга.....	9
1.3 Метод Фауста .....	9
1.4 Метод Фатєєва.....	10
1.5 Індокси нестійкості атмосфери.....	11
2 ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕННЯ.....	15
2.1 Фізико-географічний опис аеропорту Вінниця. ....	15
2.2 Загальна кліматична характеристика аеропорту Вінниця .....	17
3 СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ	
КОНВЕКТИВНИХ ЯВИЩ НА АЕРОПОРТУ ВІННИЦЯ ЗА ПЕРІОД	
2012-2021 РР.....	20
3.1 Основні умови виникнення та розвитку гроз на досліджуваній	
території .....	20
3.2 Динаміка повторюваності грози на досліджуваній території. ....	21
3.3 Річний та добовий розподіл кількості гроз .....	23
3.4 Аналіз осередків грозової діяльності .....	32
4 ОГЛЯД СИНОПТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИПАДКУ ГРОЗИ 25 СЕРПНЯ	
2020 РОКУ .....	38
ВИСНОВКИ .....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	44
ДОДАТКИ.....	46
ДОДАТОК А. Дані грозової активності на АМСЦ Вінниця (2012-2021 рр.) .	47
ДОДАТОК Б. Дані грозопеленгації над АМСЦ Вінниця (2012-2021 рр.) .....	55
ДОДАТОК В. Синоптичні карти погоди .....	57

## ВСТУП

Гроза – складне атмосферне явище, яке супроводжується електричними розрядами між хмарами або між хмарою та землею, та супроводжується звуком – громом. В значній мірі на грозову активність впливають такі фактори, як атмосферна циркуляція і місцеві фізико – географічні умови, рельєф та наявність поблизу водойм.

Як наслідок гроза виникає у розвинутих потужних купчасто – дощових хмарах, які утворюються у вологому нестійкому повітрі і супроводжуються сильним прогрівом підстилаючої поверхні.

На сьогоднішній день є великий вибір способів пересування людей і авіація займає одне із перших місць. Але слід зауважити що робота авіації напряду залежить від умов погоди. Тому вивчення такого небезпечного явища як гроза має велике значення для повітряних суден. Під час грози небезпечним є не тільки електричні розряди що зароджуються в хмарі, а і сильні вертикальні потоки що знаходяться в хмарі та навколо неї, що призводять до турбулентності. Під час цього процесу в середині повітряного судна може виникати паніка серед пасажирів, порушення зв'язку та інших проблем, що суттєво ускладнює політ повітряного судна.

Польоти в зоні грозової діяльності забороняються усіма керівними документами, що регламентують діяльність авіації, як цивільної так і військової.

Ще однією проблемою є те, що на території Вінниччини не проводяться аерологічні спостереження, які б значно полегшили роботу чергового синоптика під час прогнозування грози.

Тому основна мета полягала в виявленні закономірності зародження грози за участі інших факторів таких як: хмарність, напрям та швидкість вітру, опади та атмосферний тиск.

# 1 МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ГРОЗИ. ІНДЕКСИ НЕСТІЙКОСТІ АТМОСФЕРИ

## 1.1 Метод Седлецького

Суть даного методу полягає у тому, що в результаті горизонтального перенесення температури і вологості висхідних потоків (в зоні фронтів) може виникнути волога нестійка стратифікація повітряної маси, та при необхідних умовах для термічної конвекції, в певний момент часу може виникнути гроза [1].

З точок роси на 15 годину або на момент проходження фронту (по даних карт баричної топографії за 03 години) на рівні 850, 700 та 500, крива стану для повітряних частинок, піднімається до рівня 850. Крива стану будується до висоти 500 гПа [1].

В шарі 700-500 гПа вираховують характеристики нестійкості атмосфери, що виражається через величину відхилення (в градусах) кривої стратифікації від кривої стану на рівні 700 та 500 гПа. Отримане відхилення наноситься на графік залежності виникнення грози від величини відхилення ( в градусах) кривої стану від кривої стратифікації на рівні 700 та 500 гПа [2].

Якщо точка, яка відповідає відхиленню, лягає правіше кривої на графіку, то це відповідає випадку з грозою, а лівіше - без грози.

Також слід пам'ятати що, при знаходженні товщини нестійкого шару між поверхнями 700 та 500 потрібно врахувати що, крива стану вище рівня конденсації являє собою одну із вологих діабат, котра є не прямою лінією, а кривою яка вигнута в сторону великих значень температури. Тому при нульовій та невеликих від'ємних значення відхилення кривої стану від кривої стратифікації на 700 та 500 гПа (-0,2, -0,5) завжди будуть мати нестійкий шар товщиною 50-150 гПа [3].



## 1.2 Метод Вайтінга

Прогноз гроз за методом Вайтінга заснований на розрахунку за даними ранкового зондування параметра, який визначається за формулою:

$$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d850} - (T - T_d)700 \quad (1.1)$$

де:  $T$  – температура, а  $T_d$  – температура точки роси,  $(T - T_d)700$  – дефіцит температури точки роси на рівні 700 гПа.

Якщо в результаті розрахунку виявиться, що  $K < 20$ , то гроз очікувати не слід, якщо  $20 < K < 25$ , то слід очікувати ізольовані грози, якщо  $25 < K < 30$ , то в прогнозі слід зазначати окремі грози, а якщо величина  $K > 30$  – грози повсюдно [2].

Метод Вайтінга дає хороші результати при прогнозі гроз не за пунктом, а за площею. Зазвичай синоптик вранці, отримавши дані зондування атмосфери, для своєї території (зони відповідальності), будує карту ізолін коефіцієнта  $K$ . Для цього спочатку розраховуються і наносяться на карту значення  $K$ , а потім проводяться ізолінії через 5 одиниць, починаючи зі значення 20. Потім вогнище з максимальним значенням цього коефіцієнта переноситься по потоку на 12 годин, і в тому районі, де це вогнище виявиться, слід зазначати грози. Цей метод набув досить широкого поширення. Значення коефіцієнта Доцільно уточнювати для кожного пункту [1,3].

## 1.3 Метод Фауста

Створений на значенні різниці ( $dT$ ) між температурою нульового випаровування ( $T_v$ ) та температурою на рівні 500 гПа ( $T_{500}$ ) [1]. Ця різниця визначається за такою формулою:

$$dT = T_V - T_{500}. \quad (1.2)$$

Іноді отримане значення  $dT$  вводять дві поправки: поправку на збіжність ізобар (+1 при збіжності і -1 при розбіжності) і поправку на кривизну ізобар (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Поправка на кривизну ізобар

Кривизна	Радіус кривизни, (R) км			
	>1000	1000-500	500-250	<250
Циклонічна	0	1,0	1,4	2,0
Антициклональна	0	-1,0	-1,4	-2,0

Сама ж величина ( $T_V$ ) визначається за графіком, осями якого є температура повітря на рівні 850 гПа та середній дефіцит температури точки роси на рівнях 850, 700 та 500 гПа [3].

#### 1.4 Метод Фатєєва

Удосконалюючи метод який був розроблений Вайтінгом, Н.П. Фатєєв запропонував використати для прогнозу гроз параметр  $A$ , який повніше враховує розподіл вологості за висотами [3].

$$A = T_{850} - T_{500} - (D_{850} + D_{700} + D_{600} + D_{500}) \quad (1.3)$$

Позначення у формулі пояснень не вимагають. Якщо за розрахунками виходить, що  $A > 0$ , то прогнозі слід вказувати грозу.

## 1.5 Індекси нестійкості атмосфери

Частково через те, що моделі з параметризованою конвекцією не можуть чітко показувати усю небезпеку, що пов'язана з нею, протягом багатьох років було розроблено ряд інструментів, які мали на меті полегшення та спрощення роботи синоптика. До цих інструментів належать «Індекси нестійкості» [5].

Індекси нестійкості – це доволі прості способи визначення потенціалу конвекції за допомогою простих формул, заснованих на даних про температуру та вологість, що спостерігаються або прогнозуються при невеликій кількості рівнів тиску. Декілька з цих формул були отримані на пів емпірично протягом багатьох років через менш доступну комп'ютерну обробку даних [5].

Недоліком показників може слугувати температура та вологість лиш при довільних рівнях тиску, тому вони можуть бути нерепрезентативними в ситуаціях, коли вологи особливо багато нижче рівня 850 гПа [4].

Типові значення різних індексів залежать від місця та сезону. У гірських районах, де поверхня знаходиться вище рівня 850 гПа, індекси мають тенденцію виходити з ладу. Однак індекси нестійкості можна використовувати як для повітряної маси, так і для фронтальної грозової активності [4].

Великим плюсом є те, що індекси дуже просто побудовані, але вони відіграють дуже важливу роль в оцінці будь-якої потенційної конвекції, особливо коли вони використовуються разом з іншою метеорологічною інформацією (наприклад, зближення на низьких висотах, об'ємний зсув, охолодження атмосфери на більших висотах тощо) [5].

Тому такі прості, але водночас інформативні індекси досить швидко почали користуватися популярністю у користувачів

Але для більш детальної та всебічної оцінки було рекомендовано використовувати їх разом із прогнозними значеннями CAPE (Конвективна доступна потенційна енергія) і CAPE-зсув та інші. Хоча CAPE може бути

кращою змінною для багатьох, але слід зауважити, що використання тільки CAPE не завжди дає кращий результати [5].

Індекс VT оснований на простій різниці температури середньої частини хмари та нижньої межі конвективної хмари (тобто становить  $\sim\gamma$ ).

$$VT = T_{850} - T_{500} \quad (1.4)$$

де  $T_{850}$  - температура повітря на ізобаричній поверхні 850 гПа,  $T_{500}$  - температура повітря на 500 гПа.

Значення близько 40 відповідає сухоадіабатичної швидкості пропуску. Для волого-адіабатичної швидкості пропуску вона становить приблизно 20 для  $T_{850} = 15^{\circ}\text{C}$ , приблизно 30 для  $T_{850} = 0^{\circ}\text{C}$ . Якщо  $VT > 28$ , то це свідчить про те, що тропосфера має високий потенціал конвективної нестійкості [6].

Індекси СТ, як і нище поданий індекс ТТ – це модифікація індекса VT, але на рівні конденсації враховується вологість основи хмари (формування  $S_b$  з врахуванням  $T_{d850}$ ) [4]. Іншими словами СТ є мірою вмісту вологи.

Визначається за формулою:

$$СТ = T_{850} - T_{500} \quad (1.5)$$

де  $T_{d850}$  - температура точки роси на 850 гПа,  $T_{500}$  – температура повітря на 500 гПа. При СТ:  $< 18$  - Тропосфера має низький потенціал конвективної нестійкості, який недостатній для грозової діяльності; 18 - 19 - Помірна нестійкість. Слабка грозова діяльність; 20 - 21 - Висока нестійкість грози; 22 - 23 - Енергія нестійкості при якій можливі сильні грози; 24 - 25 - Висока енергія нестійкості. Сильні грози;  $> 25$  - Дуже висока енергія нестійкості. Дуже сильні грози [6].

ТТ – це широко використовуваний індекс суворої погоди, який дуже легко обчислити. Однак він обмежений тим, що використовує дані лише з двох обов'язкових рівнів (850 і 500 гПа) і, таким чином, не враховує проміжні

інверсії або вологі, або сухі шари, які можуть виникати нижче або між цими рівнями. Як і кілька інших індексів суворої погоди, він не враховує зсув вітру, який є критичним фактором у багатьох суворих конвективних середовищах [5]. Він розраховується з використанням температури та точки роси при 850 гПа і температури 500 гПа. Чим вище точка роси і температура 850 гПа і чим нижча температура 500 гПа, тим більше нестабільність і отримане значення ТТ [4].

Індекс загальних підсумків складається з двох компонентів: вертикальних підсумків VT і перехресних підсумків СТ, що представлені вище.

VT представляє статичну стабільність або швидкість проміжку від 850 до 500 гПа. СТ включає точку роси 850 гПа. У результаті ТТ враховує як статичну стабільність, так і вологість 850 гПа, але буде нерепрезентативною в ситуаціях, коли низький рівень вологи знаходиться нижче рівня 850 гПа [2].

$$TT = VT + ST \quad (1.6)$$

При  $TT < 44$  - грозова діяльність не можлива; 44-45 - окрема гроза або кілька гроз; 46-47 - розсіяні грозові осередки; 48-49 - значна кількість гроз, окремі з яких сильні; 50-51 - розсіяні сильні грозові осередки, окремі осередки зі смерчем; 52-55 - значна кількість вогнищ сильних гроз, окремі осередки зі смерчем;  $> 55$  - численні сильні грози з сильними смерчами [6].

Індекс SWEAT: (Або індекс загроз серйозних погодних умов, також скорочено SWI.). Індекс SWEAT враховує вертикальний зсув вітру, тобто горизонтальне зміщення різних частин хмари при її еволюції, який використовується в основному для аналізу потенційних сильних гроз і визначається як:

$$SW = 20 (TT-49) = 12D850+2V850\_V500+ 125 [\sin(\Delta V500-V850) +0,2] \quad (1.7)$$

де  $T_T$  – індекс загальних сум (встановлюється на нуль, якщо менше 49),  $V_{850}$  і  $V_{500}$  – це швидкості вітру 850 і 500 ГПа, а  $\Delta V_{500} - V_{850}$  – напрямок вітру 500 ГПа мінус напрямок вітру 850 гПа, в градусах [6]. Останній член обнуляється, якщо не виконується будь-яка з наступних умов:

1) напрямок вітру 850 гПа знаходиться в діапазоні від 130 до 250 градусів;

2) 500 гПа напрямок вітру знаходиться в діапазоні від 210 до 310 градусів;

3) різниця у напрямках вітру додатна, або швидкість вітру як 850, так і 500 гПа становить не менше 15 вузлів. Жоден термін у формулі не може бути від'ємним [4].

## 2 ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО РАЙОН ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Фізико-географічний опис аеропорту Вінниця.

Аеропорт Вінниця розташований у лісостеповій зоні, на Подільській височині. Він знаходиться в 7,5 км на схід від залізної дорожньої станції Вінниця та 1 км на південний - захід від населеного пункту Гавришівка (рис.2.1) [7].



Рисунок 2.1 - Розташування аеропорту Вінниця [8]

Аеропорт "Вінниця" - єдиний міжнародний аеропорт, що функціонує в Центральній Україні у радіусі понад 150 км немає інших сертифікованих та діючих аеропортів. Завдяки унікальному розташуванню до зони обслуговування входять 10 областей України та північні райони Молдови (рис. 2.2) [8].



Рисунок 1.2 - Зовнішній вигляд аеропорту «Вінниця» [8]

Географічні координати контрольної точки аеропорту наступні:  $49^{\circ}14'33''N$   $28^{\circ}36'50''E$  (Рисунок 2.3.), абсолютна відмітка аеропорту 297,0 м, магнітне відхилення  $+4^{\circ}$ [7].



Рисунок 2.3 - Вигляд зверху аеропорту «Вінниця» [8]

Злітно-посадкова смуга орієнтована з північного – заходу на південний – схід ( $314^{\circ} - 134^{\circ}$ ). Клас аеродрому В (4D), тип покриття – армобетон. Забезпечує зліт, посадку і руління повітряних суден типу (A320, B737, Ту-154, Як-42, SAAB-340 та інші) [8].



Наприкінці 2021 року аеродром був закритий на реконструкцію. Вона мала бути проведена у межах програми Президента Володимира Зеленського "Велике будівництво". Перший етап робіт планувався виконатись до кінця 2022 року. Під час реконструкції мало відбутися розширення смуги на 3 метри, пристрій дренажної системи та водовідведення. Довжина існуючої смуги мала залишитись без змін - 2,5 кілометри, а ширина збільшитись з 42 метрів до 48 метрів [9].

На даний час аеропорт не працюючий у зв'язку з воєнним станом та через завдані ушкодження в наслідок ракетного удару.

## 2.2 Загальна кліматична характеристика аеропорту Вінниця

Аеропорт Вінниця розташований у зоні помірно – континентального клімату. Середня багаторічна температура повітря становить  $8,3^{\circ}\text{C}$ . Самий найхолодний місяць – січень. Середньомісячна температура в січні  $-3,8^{\circ}\text{C}$ . Самий найтепліший місяць – липень, його середньомісячна температура становить  $+20^{\circ}\text{C}$  [7, 11].

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$  спостерігається весною в другій декаді березня, восени в серединні третьої декади листопад. Продовжуваність без морозного періоду в середньому становить 184 дні. Тривалість періоду з температурою вище  $0^{\circ}$  дорівнює 265 днів, з температурою вище  $15^{\circ}\text{C}$  – 108 днів [7].

Особливість зимового періоду є наявність частих відлиг. Дні з відлигою прийнято рахувати день холодного періоду, в якому максимальна температура повітря підвищується вище  $0^{\circ}\text{C}$  [7].

Відлига зазвичай спостерігається при вході на територію України південних та північно – західних циклонів. Такий атмосферний процес завжди

супроводжується виносом теплого вологого повітря з Середземного й Чорного морів [10].

Відлига відмічається щорічно по декілька раз в сезон. В середньому це 8 – 10 відлиг. Під час довгих відлиг температура повітря підвищується від 1° до 13°С тепла, що своєю чергою викликає сильне танення та навіть повне зникнення сніжного покриву. Середнє число днів з відлигою в зимовий період становить 42 – 43 дні [7].

Атмосферні опади пов'язані з циклонічною діяльністю. Середня річна кількість опадів становить 566 мм. Велика кількість опадів (64 %) випадає у теплу пору року з травня по вересень. Самий дощовим місяцем являється червень – 51,4 мм [11].

В середньому за рік нараховується 145 днів з опадами понад 0,1 мм. Найбільше число днів з опадами становить січень та лютий – 16 днів, найменше в квітні, що становить 9 днів [7, 11].

Середня дата створення стійкого сніжного покриву приходить на початок третьої декади грудня. Середня продовжуваність його становить 82-85 днів. Знищення стійкого сніжного покриву відмічене в середині березня [10].

Вологість повітря в районі аеропорту Вінниця досить висока. Середня відносна вологість становить 78 %, найбільша вологість спостерігалась в холодний період року з листопада по лютий [10].

Абсолютна вологість коливається продовж року від 3-4 г/м<sup>3</sup> в зимовий період до 13-15 г/м<sup>3</sup> в літні місяці. Мінімальна абсолютна вологість відмічена в липні.

Середня швидкість вітру становить 3,9 м/с. Продовж року переважають вітри західного та північно – західного напрямку [11].

Самий пахмурний місяць являється листопад, грудень, січень та лютий. В цей період число днів з пахмурною погодою (без сонця) коливається від 14 до 19 днів, максимум становить 23 – 28 днів. На літні місяці в середньому припадає близько одного дня без сонця [7, 10].

Переважають у ґрунтовому покриві світло – сірі та сірі лісові середньо суглинкові ґрунти з різним ступенем опідзолення, утворення яких генетично пов'язане з грабово – дубовими лісами [10]. Рівень ґрунтових вод в умовах плато знаходиться на глибинні 15 –50 м [10].

Рослинний покрив льотного поля природний і представлений, в основному, аборигенними багаторічними травами, що є притаманними для Вінниччини.

### 3 СПОСТЕРЕЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ КОНВЕКТИВНИХ ЯВИЩ НА АЕРОПОРТУ ВІННИЦЯ ЗА ПЕРІОД 2012-2021 РР.

#### 3.1 Основні умови виникнення та розвитку гроз на досліджуваній території.

Частіше за все основними умовами виникнення та розвитку грози є:

- При нерівномірному нагріванні приземного шару повітря від підстилаючої поверхні;
- При підйомі та витисненні теплого повітря, холодним повітрям на атмосферних фронтах.

За умовами утворення грози діляться на внутрішньо масові та фронтальні.

Розглядаючи умови виникнення внутрішньо масових грози є нерівномірний прогрів повітряної маси в порівнянні з підстильною поверхнею, такий тип грози є так називає мою тепловою, або ж місцевою грозою [12].

Цей тип грози має досить короткочасний характер та розташовуються на площі окремими осередками на значній відстані один від одного.

Фронтальні грози найкраще можна спостерігати на чітко виражених фронтах, коли раптово відбувається вторгнення холодного потоку повітря, що викликає бурхливий підйом теплого повітря, в результаті чого утворюється потужної купчасто – дощової хмари [13].

До них відносяться грози що розвиваються на атмосферних фронтах (холодному, теплому та оклюзії).

Для цього типу грози характерне переміщення разом із фронтом у напрямку повітряних потоків на висотах (3-5 км) та, як наслідок приносять з

собою різкі зміни погоди та шквалисті пориви вітру [12]. Найбільш сильні грози частіше бувають на холодних фронтах, в наслідок сильного підйому теплого і вологого нестійкого повітря по клину холодного повітря [14]. Найчастіше такий тип грози спостерігають днем.

Грози на теплих фронтах бувають досить нечасто і як правило їх можна спостерігати в нічний час. Грози цього типу можна спостерігати при переміщенні циклона з півдня і теплих фронтів з південного-сходу [17].

В такому випадку грози виникають несподівано на досить великих територіях.

### 3.2 Динаміка повторюваності грози на досліджуваній території.

Грози в районі аеропорту Вінниця за досліджуваний період з 2012 – 2021 рр. спостерігаються з квітня по жовтень, але в основному грози розпочинаються з травня, з подальшим зростанням кількості випадків у червні. Максимальна кількість випадків грози спостерігається в останній місяць весни та перші два літні місяці, що становить 53 дні у травні, 66 та 49 дні в червні та липні відповідно (Додаток А, табл. А.1).

У квітні грозова діяльність становить 9 днів за 10 років. Окремі випадки грози були відмічені в жовтні – 2 дні. Припиняються грози у більшості років у вересні [15].

Загалом на об'єкті дослідження за 2012-2021 роки було відзначено 217 днів з грозою. В середньому за досліджуваний період кількість днів з грозою становить – 22 днів, максимум відзначається в червні – 66 днів, мінімум зафіксовано в жовтні – 2 днів (Додаток А, табл. А. 2). На Рисунку 3.1 представлено річну мінливість днів з грозою у пункті спостереження.

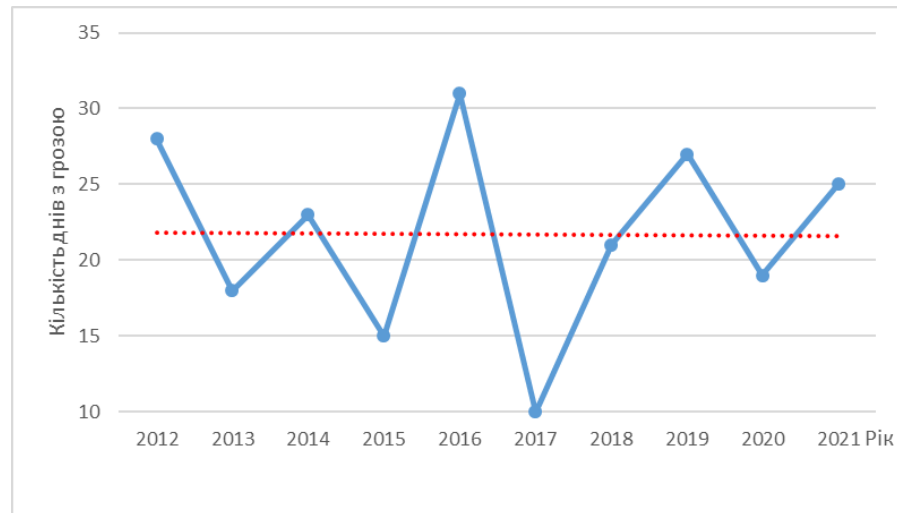


Рисунок 3.1 – Річна кількість днів з грозою на АМСЦ Вінниця за період 2012-2021 рр.

Графік показує, що найбільша кількість грозових днів спостерігалася в 2016 році, що становить 31 день. Наступним по кількості є 2012 та 2019 роки де річна кількість днів з грозою становить 28 та 27 днів. Найменші значення були визначені в 2017 де кількість днів з грозою становила лиш – 10.

На графіку представлено лінію тренду, яка представлена для періоду 10 років. Вона показує про відсутність в зміні кількості днів з грозою.

На літо припадає найбільше випадків грози, що становить – 166, далі іде весна де кількість випадків становить – 71, на осінній період припадає 21 випадок грози. У зимовий період грози на пункті дослідження не були зафіксовані, дані подані у таблиця 3.1.

Як видно з цієї таблиці найбільшу кількість весняних гроз має – 2016 рік, що становить 18 випадків. Середнє значення за 10 років для цього періоду становить – 71 випадків у відсотках – 28%. У літку лідером є 2016 та 2020 ріки, де було зафіксовано по 22 випадки грози. Середнє значення становить – 17 випадків та 64 %. На відміну від двох попередніх періоди, на осінній період максимум випадків припав на 2015 рік – 8 випадків. Середнє значення становить – 2 випадки, що становить 8%.

Таблиця 3.1 – Сезонний розподіл кількості грози на АМСЦ Вінниця  
за 2012-2021 роки

Рік	Сезон			
	Зима	Весна	Літо	Осінь
2012	0	11	17	2
2013	0	3	16	0
2014	0	12	16	0
2015	0	3	8	8
2016	0	18	22	0
2017	0	1	7	4
2018	0	1	21	2
2019	0	15	14	1
2020	0	3	22	3
2021	0	4	23	1
Всього	0	71	166	21
середнє	0	7	17	2
%	0	28	64	8

### 3.3 Річний та добовий розподіл кількості гроз

В якості вихідних даних для виявлення особливостей грозової активності на об'єкті досліджень було використано архівні дані щоденних метеорологічних спостережень на АМСЦ Вінниця за 2012-2021 роки.

Виявлення кількості випадків гроз на об'єкті дослідження за визначений період дає можливість дослідити часовий розподіл грозоутворення у пункті спостереження.

Всього за період дослідження з 2012 по 2021 років було виявлено 258 випадків грози. Найбільша кількість випадків було зафіксовано у червні - 81, що становить 31 % від загальної кількості. Мінімальну кількість випадків було зафіксовано в жовтні, що становить – 2 випадки та у відсотках становить – 1 %. Середня кількість випадків грози становить – 26 (Додаток А, табл. А. 3). На рисунку 3.2 представлено річну мінливість кількості випадків грози у пункті спостереження.

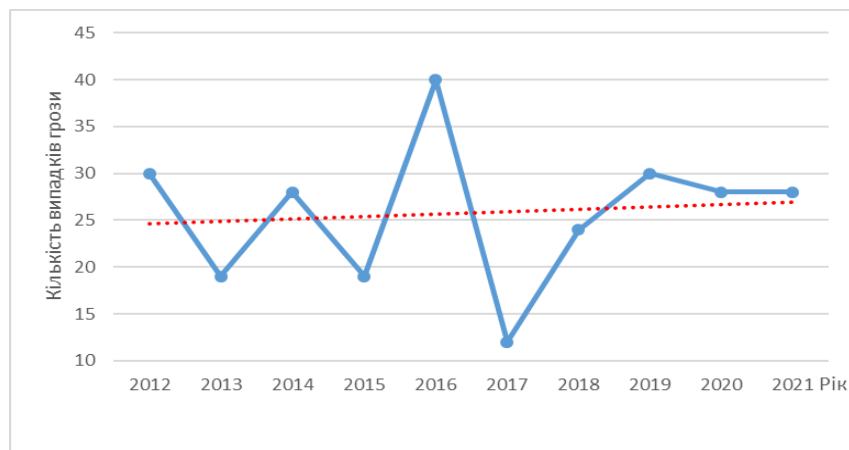


Рисунок 3.2 – Річний розподіл кількості грози на АМСЦ Вінниця за період 2012-2021 рр.

На графіку представлено також і лінію тренду, яка є характерною для періоду 10 років і свідчить про незначне збільшення випадків грози на об'єкті дослідження.

Від так, у 2012 році грози розпочалися у квітні - 2 випадка. Максимальна кількість спостерігається в липні і становить 12 випадків, а мінімум складає 1 випадок в серпні, вересні та жовтні. У 2012 році грози спостерігалися в 7 місяцях з 12. Протягом 2013 року зафіксовано 19 випадків грози, з яких найбільша кількість має червень, що становить 13 випадків, мінімум спостерігався в серпні - 1 випадок. Кількість місяців з грозою становить 5 з 12, що на 2 місяці менше чим у 2012 році. У наступному 2014 році загальна кількість зафіксованих випадки грози становила – 28 випадки, з максимумом в травні – 12 випадків та мінімумом у серпні – 5 випадків. Грозова активність



розпочалась в травні та припинилася в серпні. Кількість місяців з грозою є аналогічна 2013 році, тобто 5 з 12 місяців. За 2015 рік всього спостерігалось 19 випадків грози, де максимум припав на вересень - 7 випадків, а мінімум виявлений в жовтні - 1 випадок. В цьому році грози розпочались в травні та закінчились в жовтні. Саме цей рік суттєво вибивається з досліджуваного періоду через сильно відмінний розподіл випадків грози по місяцях. Зазвичай максимум припадає на травень – червень, а у цьому році максимум становить 7 випадків у вересні. При тому всі інші місяці де відбувалася гроза в 2015 році, кількість грози коливається в межах від 2 до 3 випадка. Всього за 2016 рік було зафіксовано – 40 випадків грози, з яких 14 спостерігалися в червні, що є максимумом, та мінімумом, що становить 3 випадки у серпні. Грозова активність спостерігалась з квітня по серпень. У цей же рік було зафіксовано 8 випадків грози у квітні, що є досить багато для цієї пори року. В 2017 році в вересні було 4 випадки грози, що становив максимум, мінімум становив – 1 випадок в травні та червні. Грози розпочались в травні та припинились в вересні. Цей рік виявився роком з найменшим максимумом в місячному розподілі кількості грози. 2018 рік в порівнянні з попереднім роком маж у двічі більше випадків зафіксованої грози – 24. Найбільше були зафіксовані в липні - 14, найменше в травні та серпні лиш по 1 випадку. Грозова активність розпочиналась в травні та припинилась в вересні. За 2019 рік всього спостерігалася 30 випадків грози, максимум припав на травень – 15 випадків, мінімальна кількість була зафіксована в вересні, що становить 1 випадок. 28 випадки грози зафіксовано у 2020 році. Максимум спостерігався в червні – 15 випадків та по 3 випадки (мінімальна кількість) - в травні, липні та вересні. У 2021 році грозова активність розпочалась в травні та закінчилась в серпні, що становить найменшу кількість місяців з грозою за рік 4/12. Загалом за цей рік було зафіксовано аналогічну кількість випадків грози, як і в попередньому році – 28 випадки. Де максимумом припадає на червень – 14 випадків та мінімумом в травні та серпні, що становить по 3 випадки.

Най раніш грози виявлено весною у квітні в першій декаді 2016 року (7 квітня). Най пізніша гроза визначена в жовтні у першій декаді в 2015 році (6 жовтня).

Добре виражений добовий хід – частіше всього грози спостерігаються в період з 15 до 21 годин з максимальним повторенням в 21 годин – 30 випадків за 10 років, мінімум гроз відмічалось в нічний час (01:00) де у цей час грози не було зафіксовано зовсім (Додаток А, табл. А. 4).

При детальному аналізі за часом доби видно, що у ранковий час ( 05:00 до 10:00 год) повторюваність коливається в межах від 2 до 9 випадків. В першій половинні дня (з 10:00 до 13:00) відбувається збільшення випадків повторюваності грози, що коливається в межах від 3 до 6 випадків. В другій половинні дня (з 13:00 до 17:00) спостерігається значне зростання повторюваності грози в порівняні з ранковим часом. У цей відрізок часу можна прослідкувати плавне збільшення випадків повторюваності з 6 до 13 випадків з подальшим зростанням у вечірній час (з 17:00 до 22:00). Кількість повторюваності за цей період коливається з 20 до 30 випадків. Саме у цей відрізок часу спостерігається максимум в 21:00. В цей відрізок часу зростання кількості випадків по годинах не має такого плавного зростання, як це спостерігається з 13:00 до 17:00. У першій половині ночі (з 22:00 до 01:00) повторюваність зменшується починаючи з 22:00 та зростає об 00:00 год – 13 випадків з подальшим стрімким зменшенням об 00:00 годин. Коливання у кількості повторюваності становить від 0 до 13 випадків. Друга половина ночі (з 01:00 до 05:00) має коливанням в межах від 0 до 9 випадків. Коливання у цей проміжок часу є най суттєвішим та найбільш не однорідним (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Добова повторюваність грози на АМСЦ Вінниця за період 2012-2021 рр.

Якщо розглянути добову повторюваність кожного місяця окремо, то можна прослідкувати збільшення грозової активності у другій половині дня з подальшим переходом до першої частини ночі, що пов'язано з більш інтенсивними конвективними процесами в післяполудневі години на, що і вказують лінії тренду, що представлений на діаграмах, що характеризує дані за 10 років для добового розподілу грози по місяцях на АМСЦ Вінниця (рис.3.4).

Найчастіше підчас грози на об'єкті досліджень зустрічається такий вид хмарності як купчасто-дощові Cumulonimbus (Cb), що відноситься за класифікацією до хмар вертикального розвитку. Складаються з крапель різного розміру (від кількох мікрометрів до 1 см) та льодяних кристалів, снігових крупинок і градин розміром до кількох сантиметрів [15]. Сонце і місяць через хмари не просвічують. Ці хмари дають зливові опади у вигляді дощу, снігу, снігової (льодяної) крупи та граду, залежно від пори року. У Cb часто спостерігають грозу [16].

Купчасто-дощові хмари утворюються переважно внаслідок подальшого розвитку Cu cong. Хмари Cb можна спостерігати разом з Ac, As, Sc, Ns, Cu та Fnb.

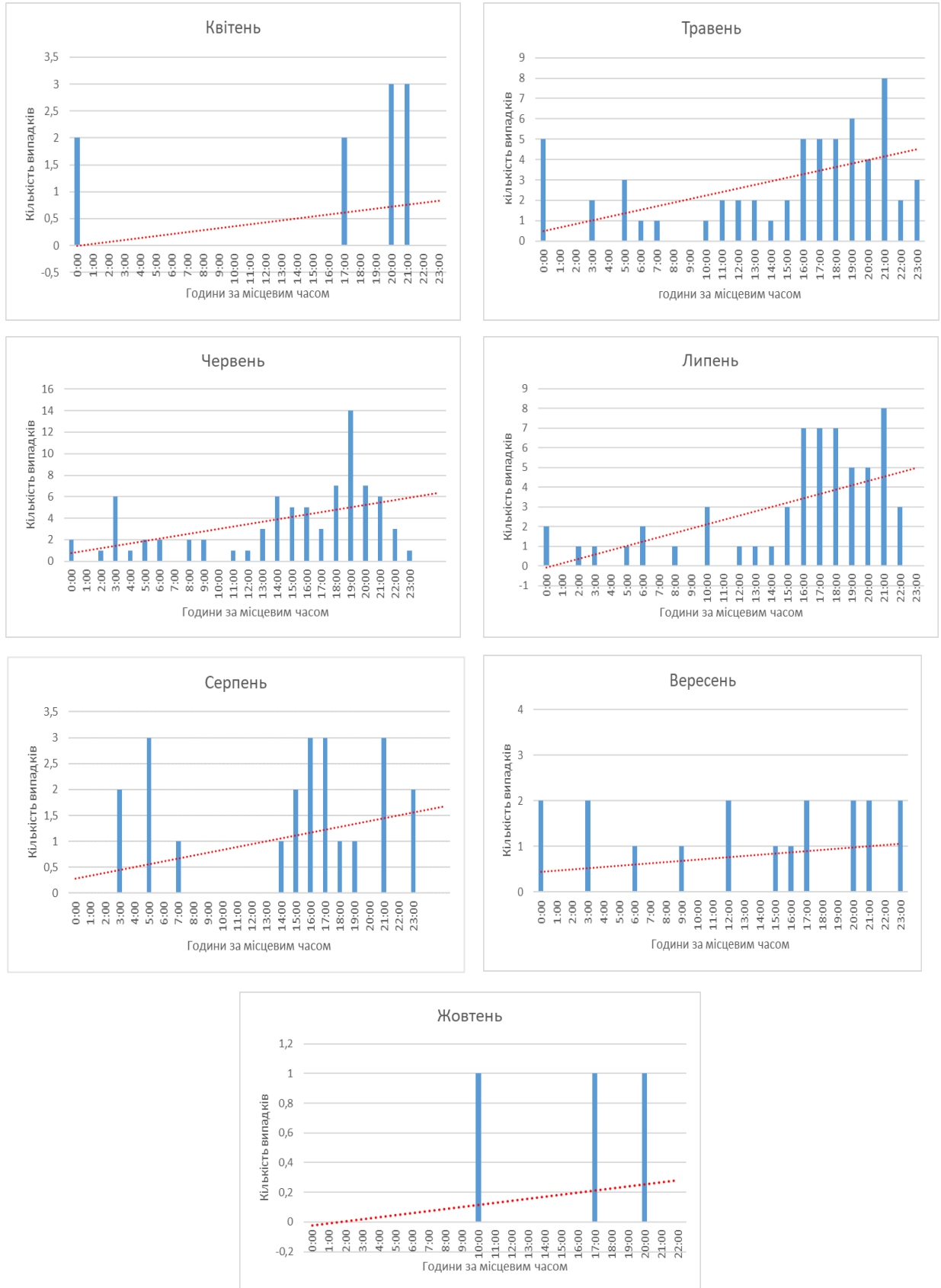


Рисунок 3.4 – Добова повторюваність грози по місяцях за період 2012-2021 роки на АМСЦ Вінниця:

Купчасто-дощові хмари найчастіше на об'єкті спостереження спостерігається з хмарами середнього ярусу, як висококупчасті *Altostratus* (*As*). Вони складаються з крапель радіусом 3 – 6 мкм та льодяних кристалів, їх одночасне існування забезпечує малий розмір крапель. У щільніших ділянках хмар радіус крапель може сягати 10 – 25 мкм, що приводить до швидкого зростання розмірів кристалів та утворення опадів, але слабких, які переважно не досягають поверхні землі [15].

В більшості випадків під час сухої грози і у дуже рідкісних випадках під час грози, що супроводжується слабким зливовим дощем зустрічається такий вид хмарності як хмари верхнього ярусу – перисті *Cirrus* (*Сi*) які можуть утворюватися з вершин *Сb* під час їх руйнування, або шарувато-купчасті *Stratocumulus* (*Sc*) хмари нижнього ярусу, що утворюються в результаті розпаду *Сb* в поєднанні з купчасто-дощовою хмарністю *Cumulonimbus* (*Сb*) [16].

За досліджуваний період кількість випадків грози з опадами становить – 180, що у відсотковому відношенні становить – 70 %, кількість випадків сухої грози становить – 78, що у відсотках – 30%. Річний розподіл кількості випадків грози з опадами та сухої грози подані у таблиці 3.2

Отримані результати свідчать про те, що в період з 2012 по 2021 роки кількість випадків грози з опадами є переважаючі над випадками з сухою грозою.

Найменша різниця у кількості випадків зафіксована у 2020 році де випадків грози з опадами та без опадів практично однакова, що становить – 45 та 55 випадків відповідно. Також 2020 є єдиним роком за досліджуваний період в якому кількість випадків сухої грози є переважаючими над грозою з опадами. Слід також відмітити 2017 рік де сухих гроз не було зафіксовано зовсім.

Що до розподілу опадів то найчастіше гроза супроводжується сильним зливовим дощем, що становить – 135 з 181 випадків грози, що супроводжуються опадами які були зафіксовані за досліджуваний період та у

Таблиця 3.2 - Річний розподіл кількості випадків грози  
з опадами та сухої грози

Рік	З опадами	Відсотки (%)	Сухі	Відсотки (%)	За рік
2012	19	63	11	37	30
2013	13	72	6	28	19
2014	20	71	8	29	28
2015	12	63	7	37	19
2016	30	75	10	25	40
2017	12	100	0	0	12
2018	16	67	8	33	24
2019	25	83	5	17	30
2020	14	45	16	55	30
2021	20	71	8	29	28
Всього	181	70	79	30	258

відсотках становить – 75%, 31 випадок – це грози що супроводжуються слабким дощем (17%).

Середній напрям вітру під час грози становить – 185°, що відповідає південно-західній чверті. Середня швидкість вітру під час грози становить – 5 м/с. Найбільша швидкість вітру котра була зафіксована становить – 14 м/с.

Максимальне значення атмосферного тиску яке було зафіксовано під час грози становить – 989,4 гПа, мінімальне значення становить – 963,3 гПа. Середнє значення тиску становить – 976 гПа (табл. 3.3).

Шквал – різке посилення швидкості вітру протягом короткого проміжку часу на тлі слабого вітру або штилю. Найчастіше це явище спостерігається під час грози [1].

Таблиця 3.3 – Річні значення атмосферного тиску на АМСЦ Вінниця під час грози за період 2012-2021 рр.

Значення атмосферного тиску, гПа			
Рік	max	min	середнє
2012	984,4	969,8	977
2013	982,7	970,4	975
2014	987	963,3	976
2015	986	972,2	979
2016	989,4	963,6	976
2017	983,6	969,2	976
2018	984,4	966,1	975
2019	989,2	964,3	977
2020	987,4	968,9	976
2021	982,6	970,1	977
Середнє за 10 р.	985,7	967,8	976

Шквальний вітер на АМСЦ Вінниця фіксується один раз у 5 років. За досліджуваний період було відзначено лиш два випадки грози зі шквалом, перший випадок був у 2012 році 21 липня, другий випадок у 2020 році 25 серпня.

Швидкість вітру при шквалі досягала у обох випадках в межах 20-22 м/с, тривалістю не більше 4 хвилин.

Передивляючись архівні карти за досліджувані роки було виявлено, що кількість фронтальних гроз спостерігається у більшості випадках, що становить – 167 випадки (65 %). Випадки у яких було відзначено внутрішньо масових грози значно менше і становить – 91 випадки (35 %).

Найбільша повторюваність в тривалості грозової активності (36 %) становлять грози тривалістю  $\leq 1$  год. Значну (30 %) повторюваність становлять грози в 2 год. Найменша повторюваність (2 %) мають грози, що тривають 6 год. За досліджуваний період не зустрічаються грози тривалістю  $7 \geq$  год. (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Тривалість (год) однієї грози і її повторюваність (%) в різних градаціях.

Тривалість в годинах							
Години	$\leq 1$	2	3	4	5	6	$7 \geq$
Кількість	92	79	58	17	7	6	0
Відсотки	36	30	22	7	3	2	0

### 3.4 Аналіз осередків грозової діяльності

Проводячи аналіз осередків грозової діяльності ( $\leq 8$  км,  $\leq 16$  км,  $\leq 50$ км,  $\leq 100$  км) за 2012-2021 рр., було виявлено 85744 тис грозових осередки (загальне для усіх відстаней) (Додаток Б, табл. Б.1). Дані взяті зі сайту <http://sites.reformal.ru/meteocenter.asia>.

Отже за досліджуваний період 2012-2021 рр. для  $\leq 8$  км було зафіксовано 1797 тис осередків грози, для відстані  $\leq 16$  км - 6995 тис г. о., для  $\leq 50$  км їх кількість становить 16239 тис та для віддаленості  $\leq 100$  км – 60713 тис грозових осередків (табл. 3.5).

Найбільше кількість місяців де було зафіксовано 1 та більше грозових осередків у році є 2014, що становить 12 місяців, далі йде 2012, 11 місяців. 2013 та 2016 мають 10 місяців де фіксувалися осередки грози. В останні 2 роки досліджуваного періоду, тобто 2020 та 2021 відзначається найменшу кількість місяців в яких було зафіксовано 1 та більше осередків грози.



Таблиця 3.5 – Кількість грозових осередків по роках  
за досліджуваний період 2012-2021 рр.

Рік	≤8 км	≤16 км	≤50 км	≤100 км	сума
2012	41	199	1132	6923	<b>8295</b>
2013	32	118	756	5213	<b>6119</b>
2014	85	198	424	6155	<b>6862</b>
2015	112	329	909	4191	<b>5541</b>
2016	175	354	904	6222	<b>7655</b>
2017	186	746	1531	5696	<b>8159</b>
2018	129	933	1937	7111	<b>10110</b>
2019	516	1683	3557	8076	<b>13832</b>
2020	237	1533	2627	6728	<b>11125</b>
2021	284	902	2462	4398	<b>8046</b>
Сума	<b>1797</b>	<b>6995</b>	<b>16239</b>	<b>60713</b>	<b>85744</b>
Середнє	180	700	1624	6071	8574

Найбільше кількість місяців де було зафіксовано 1 та більше грозових осередків у році є 2014, що становить 12 місяців, далі йде 2012, 11 місяців. 2013 та 2016 мають 10 місяців де фіксувалися грозові осередки. В останні 2 роки досліджуваного періоду, тобто 2020 та 2021 відзначається найменшу кількість місяців в яких було зафіксовано 1 та більше осередків грози.

На рисунку 3.5 представлено річну мінливість кількості грозових осередків у пункті спостереження для відстані ≤ 8 км. Графік свідчить про те, що найбільша кількість грозових осередків була зафіксована в 2019 році й становить 516 випадків. Наступним по кількості є 2021 рік, в якому зафіксовано 283 осередків грози.. Мінімальну кількість грозових осередків було зафіксовано в 2013 році, що становить 32 . В цілому можна прослідкувати збільшення кількості утворення осередків грози над пунктом дослідження, винятками є 2013, 2018 та 2020 роки де кількість грозових осередків є меншою в порівнянні з роками, що були перед ними.

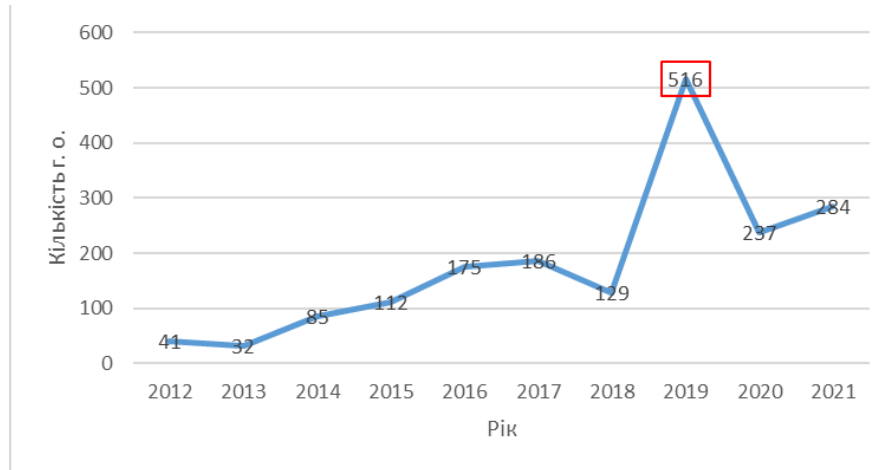


Рисунок 3.5 – Річна кількість грозових осередків для  $\leq 8$  км, що були зафіксовані над АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

На рисунку 3.6 наведено річну кількість грозових осередків за період 2012-2021 рр. для відстані  $\leq 16$  км. Максимальне значення грозових осередків було зафіксовано в 2019 році – 1683, значну кількість зафіксованих осередків грози має також 2020 рік, де їх кількість становить – 1533. Найменшу кількість грозових осередків було зафіксовано в 2013 році, їх кількість становить – 118. Середня кількість осередків грози для цієї відстані становить – 700.

Аналізуючи рисунок 3.6 дає прослідкувати збільшення в утворенні осередків грози за досліджувані роки, винятком є лиш 2013 рік де кількість грозових осередків була меншою ніж в 2012 році.

Всього за період з 2012 по 2021 роки для відстані  $\leq 50$  км найбільше було виявлено осередків грози в 2019 році, що становить – 3557. Мінімальну їх кількість було зафіксовано в 2014 році – 424. для даної відстані. В середньому за досліджений період було зафіксовано 1624 осередків грози

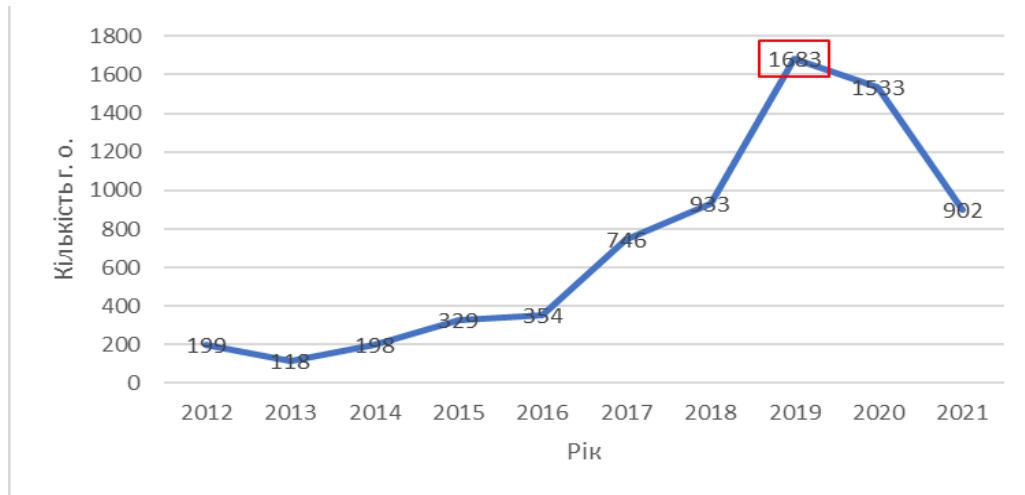


Рисунок 3.6 – Річна кількість грозових осередків для  $\leq 16$  км, що були зафіксовані над АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

На відміну від двох розглянутих вище, для відстані  $\leq 50$  км прослідковується чітка мінливість кількості осередків грози в період з 2012 по 2016 роки (рис. 3.7).

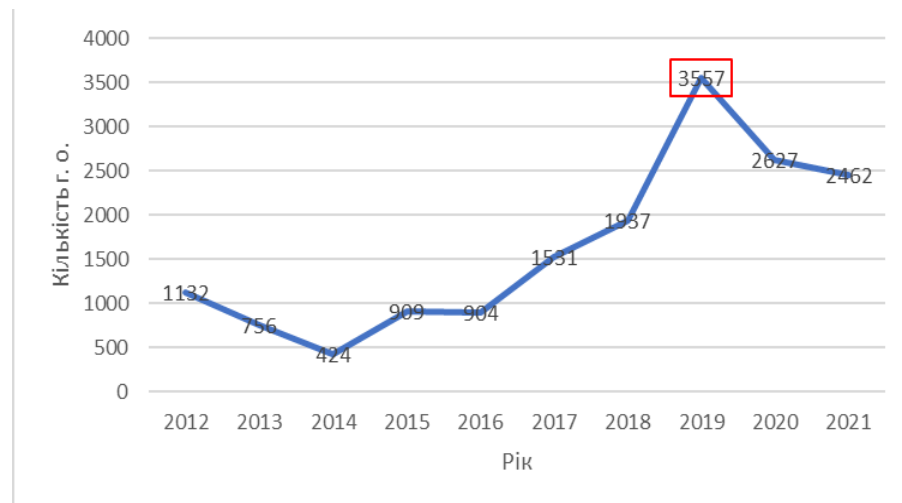


Рисунок 3.7 – Річна кількість грозових осередків для  $\leq 50$  км, що були зафіксовані над АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

На рисунку 3.8 наведено річну кількість грозових осередків за період дослідження для відстані  $\leq 100$  км. Максимальне значення грозових осередків було зафіксовано в 2019 році – 8076, значну кількість грозових осередків зафіксовано і в 2019 році, де їх кількість становить –7111. Найменшу

кількість було зафіксовано в 2015 році, що становить – 4191. Середня кількість грозових осередків для цієї відстані становить – 6071.

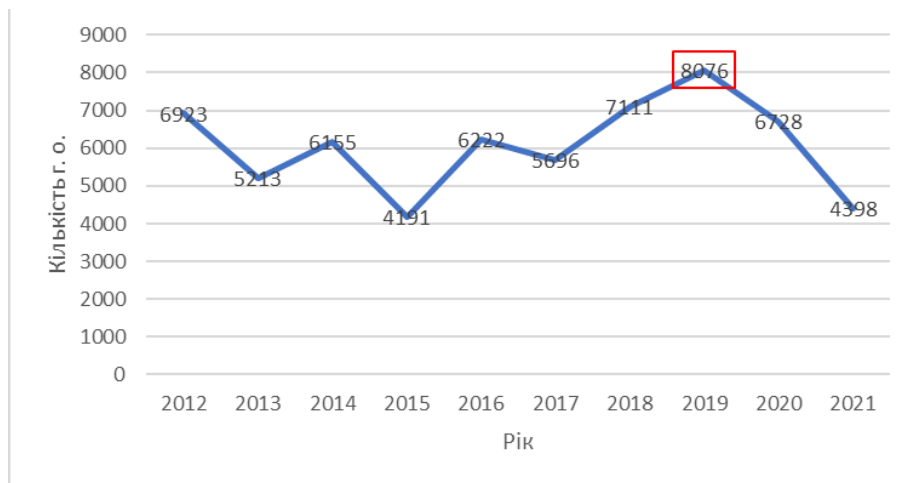


Рисунок 3.8 - Річна кількість грозових осередків для  $\leq 100$  км, що були зафіксовані над АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

Для відстані 100 км прослідковується сильна мінливість у кількості зафіксованих осередків грози. Кожний другий рік має меншу кількість ніж попередній рік, винятком є 2019 та 2021 роки де починає прослідковуватися тенденція до зменшення кількості грозових осередків.

Наступним кроком в дослідженні грозових осередків над АМСЦ Вінниця було виявлення сезонної мінливості Найбільша кількість осередків грози за досліджуваний період 2012-2021 рр. спостерігається у теплий період року, а саме улітку, що становить 55983 тис. З них 1400 зафіксована на відстані  $\leq 8$  км, 5405 для  $\leq 16$  км, 11845 для  $\leq 50$  км та 37316 для віддаленості  $\leq 100$  км.

У весняні місяці кількість осередків грози, що вдалося зафіксувати становить 23549 тис. Для  $\leq 8$  км їх кількість з загального числа становить – 364, для  $\leq 16$  км було відмічена наступна кількість грозових осередків . - 1388, для  $\leq 50$  км та  $\leq 100$  км кількість становить 3427 та 18370 тис відповідно.

Далі за кількістю іде осінній період. За 10 років загальна кількість грозових осередків, що була зафіксована осінню становить 6157 тис.

Найменшу кількість з них має  $\leq 8$  км – 45, для відстані  $\leq 16$  кількість грозових осередків становить – 197 та для відстаней  $\leq 50$  та  $\leq 100$  значення становлять 991 та 4924 тис відповідно.

Найменшу кількість грозових осередків має зимовий період, лише 160. Практично усі були зафіксовані на відстані  $\leq 50$  км та  $\leq 100$  км, тобто 29 та 127 осередки відповідно, які були відмічені лиш в 5 роках з 10 досліджених, тобто з 2012 по 2016 рр. Винятком для відстані  $\leq 16$  км є 2015 рік де було 4 осередки грози, в усі інші роки таких осередків грози не було зафіксовано. За період 2012-2021 рр. зимових грозових осередків для відстані  $\leq 8$  км не було зафіксовано (рис. 3.9).

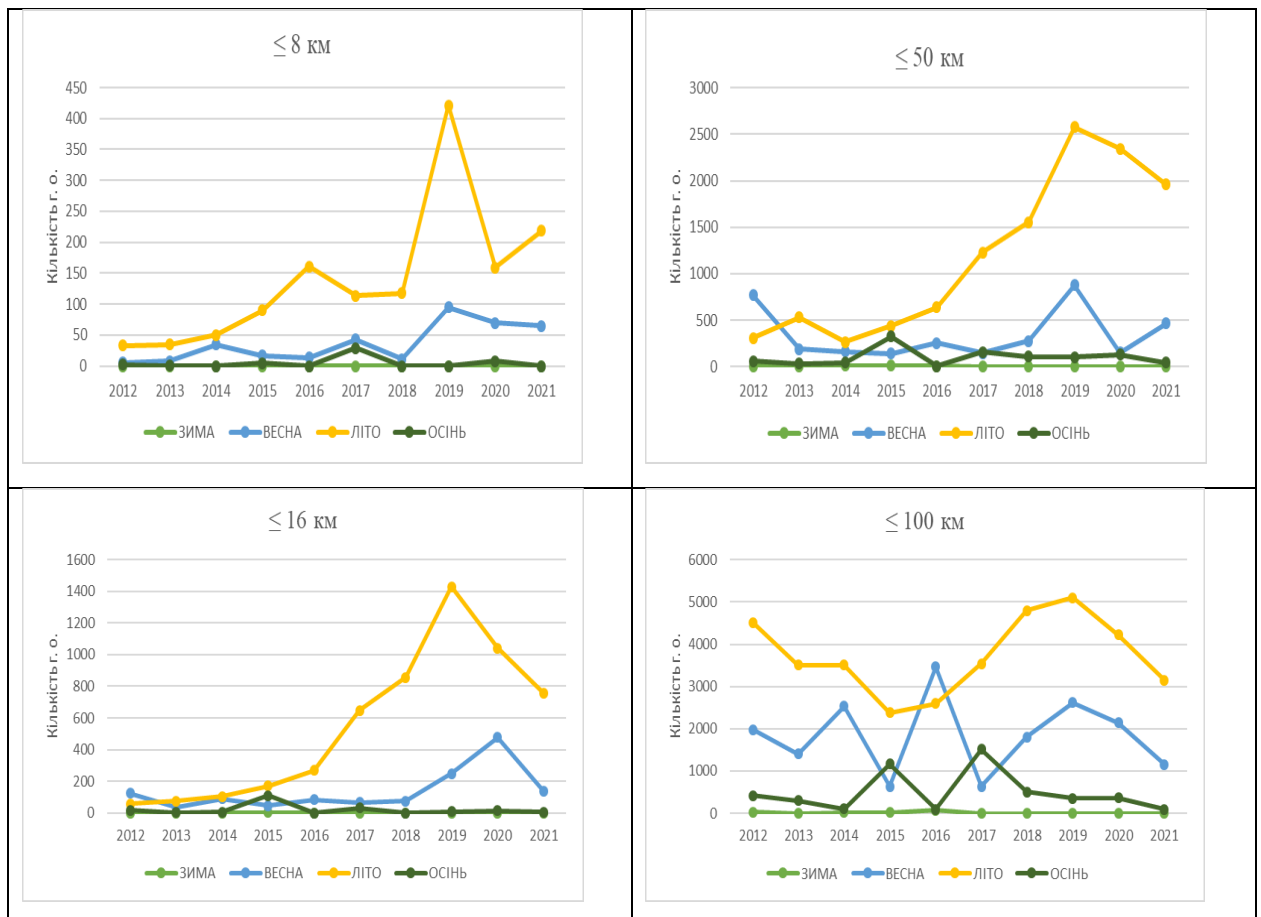


Рисунок 3.9 – Сезонний розподіл грозових осередків для різних відстаней:

#### 4 ОГЛЯД СИНОПТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИПАДКУ ГРОЗИ 25 СЕРПНЯ 2020 РОКУ

У якості вихідної інформації для дослідження виступили: результати наземних метеорологічних спостережень - приземні карти погоди, щоденники погоди; карти поверхонь АТ-850, АТ-700 (Додаток В, рис. В.1 – В.4).

По аналізу приземному (00 UTC) 25 серпня погода Вінницької області обумовлювалась холодним фронтом з хвилями полярної системи пов'язана з циклоном над північчю Скандинавії з мінімальним тиском у центрі, що становив - 991,1 гПа, що окреслений двома замкнутими ізобарами, який проходив від точки оклюзії даної системи в районі Архангельська, циклон високий, обширний, так як прослідковувався на усіх картах баричної топографії АТ-850 та АТ-700 гПа. Просторова вісь майже вертикальна. Далі на південний-захід з хвилею в районі Москви через Вінницю з хвилею над Молдовою на південь Італії і далі в широтному напрямку на захід.

Система фронтів помірних широт пов'язана з вище вказаним циклоном проходить паралельно полярній системі по північ через Санкт-Петербург з хвилею в районі Калінінграду, далі через Прагу, Париж до циклона над Ірландією, що окреслений трьома замкнутими ізобарами.

Над центром Європи спостерігається двоцентрова область підвищеного тиску. В цей же час на північ Каспійського моря спостерігається антициклон з максимальним тиском – 1020 гПа.

На карті АТ-700 за 00 в даному полю відповідала слабо виражена висотна улоговина, спостерігався південно-західний та західний потік, зі швидкістю 30-35 км/год, на нижчих рівнях потік був ще слабкішим, що вказував на незначне переміщення фронту, надходила тепла і волога повітряна маса.

На жаль не виявилось можливості оцінити істинний характер переміщення фронту через відсутність карти АТ-500 і можливості мати оцінку поглиблення висотної улоговини.

На карті АТ-850 за 00 полярний фронт на території України проходить приблизно по 12 ізотермі. Контрасти температури в зоні фронту становили 2-3° на 500 км. Враховуючи те, що фронт був багато хвилювим, швидше за все в другій половинні дня коли контрасти температури в зоні фронту досягла максимуму значень утворилась потужна купчасто-дощова хмарність і як наслідок виникнення грози, значний зливовий дощ з погіршенням видимості до 1200 км та шквалу з максимальною швидкістю вітру до 15 км.

На знімку хмарності (рис. 4.1) можна побачити осередки грози та блискавки.

Хоча дані зондування відсутні існують розрахунки грози по радіозонду Києва по розрахунку коефіцієнту Вайтінга, який становив  $K = 32,5$ , що вказує на грозу.

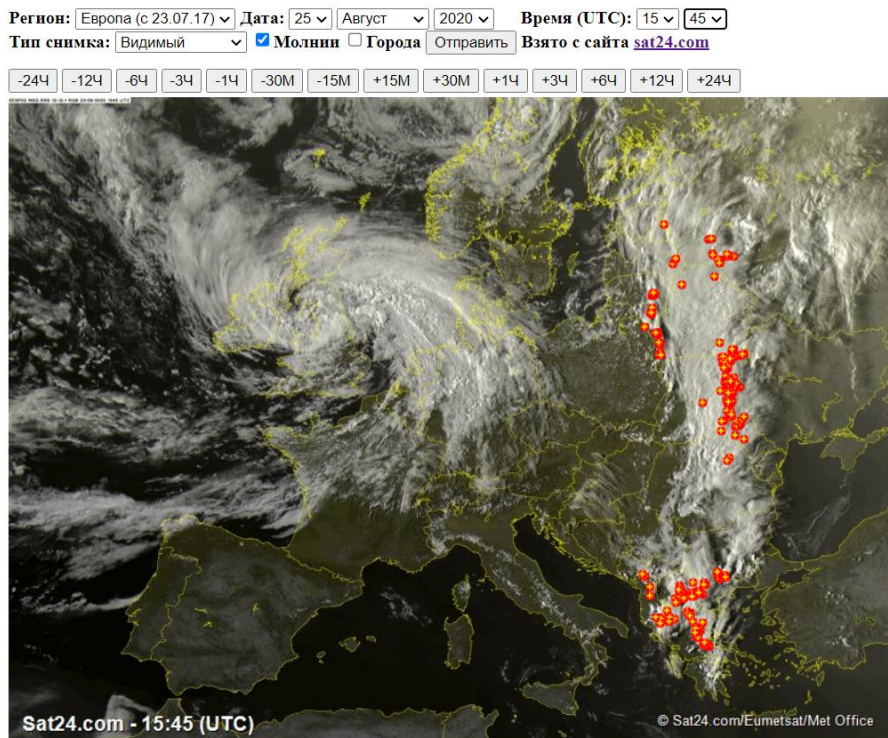


Рисунок 4.1 - Супутниковий знімок хмарності 25.08.20 р., 15:45 UTC

Що до фактичної погоди яка спостерігалась 25.08.2020 р. на АМСЦ Вінниця то вночі та вранці спостерігалась хмарна погода, туман та слабкий вітер. Вранці спостерігалась шарувата хмарність, та навіть при значній хмарності температура та абсолютна волога підвищувалась. Спостерігався слабкий вітер в основному південно-східного напрямку, що вказував на те, що Вінниця знаходиться в теплому секторі перед проходженням фронту.

У цей день було випущено 9 телеграм WAREP черговим техніком – метеорологом на станції. У тексті телеграм було подана інформація про посилення туману кілька випадків грози, посилення вітру та шквал, телеграми подані в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 - Тексти телеграм WAREP, що були випущені станцією 33562 Вінниця

<b>STORM</b>	<b>AVIA</b>
STORM WAREP 33562 2503191 40 70547//=	AVIA WAREP 33562 2504351 40 71810//=
STORM WAREP 33562 2510121 91 2//17=	AVIA WAREP 33562 2511561 91 22317=
STORM WAREP 33562 2511561 91 22317=	AVIA WAREP 33562 2514251 91=
STORM WAREP 33562 2512471 11 1230712=	AVIA WAREP 33562 2513161 11 1080510=
STORM WAREP 33562 2512541 17 109//22=	AVIA WAREP 33562 2512581 17 109//22=
STORM WAREP 33562 251531 91 22317=	AVIA WAREP 33562 2517201 91=
STORM WAREP 33562 2516031 11 1310712=	
STORM WAREP 33562 2516111 11 131117=	AVIA WAREP 33562 2517361 11 1330510=
STORM WAREP 33562 2516221 40 70997//=	AVIA WAREP 33562 2516321 40 73492//=



Фрагмент карти поширення небезпечних явищ погоди засвідчує про зафіксовані випадки грози та шквалу та погіршення видимості на ст. 33562 Вінниця (рис. 4.2). Гроза також була відмічена і на інших станціях області.

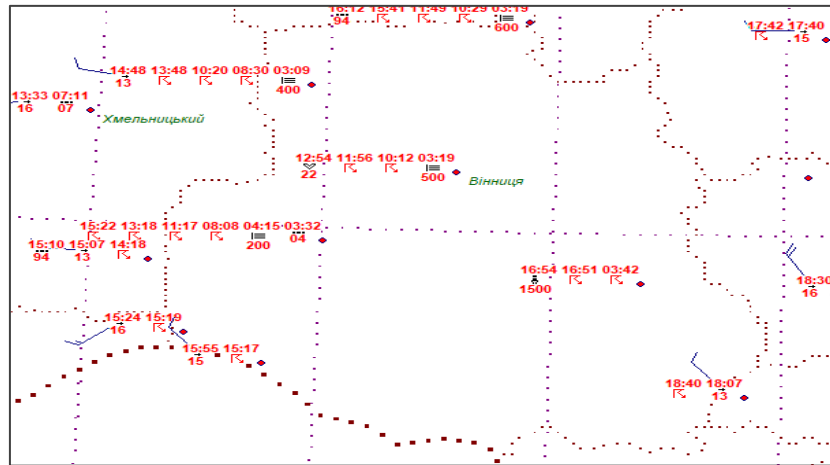


Рисунок 4.2- Карта штормових явищ погоди 25.08.2020 р.  
(Вінницька обл.)

## ВИСНОВКИ

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. За період 2012-2021 рр. було виявлено 258 випадків гроз, що були зафіксовані на АМСЦ Вінниця. Максимум був зафіксований в 2016 р. – 40 випадків, мінімум припадає на 2017 р. - 12 епізодів. Кількість днів з грозою становлять – 217.

2. Найбільше зафіксовано випадків грози влітку, що становить – 166 у відсотках – 64 %, далі іде весна де кількість випадків становить – 71 та 28 % відповідно, на осінній період припадає 21 випадок грози у відсотках це значення становить 8 %. У зимовий період грози на пункті дослідження не були зафіксовані

3. Місячний розподіл показує переважання грози у червні 31%. Висока повторюваність у травні – 24% і липні – 23%. Найрідше гроза формувалася у жовтні – 1%.

4. За досліджуваний період було виявлено, що кількість днів з грозою не змінилась, але зросла кількість випадків грози. Це свідчить про те, що відбувається збільшилась кількість випадків грози за оду добу.

5. Найбільш часто гроза розпочинається о 21:00 год вечора. Найменш вірогідний час коли може розпочатися гроза це 01:00 година ночі, де за досліджений період не було відмічено жодного початку грози.

6. За досліджуваний період було виявлено, що грози з опадами є переважаючими над випадками з сухою грозою. Що становить 181 випадок грози з опадами (70 %), кількість випадків сухої грози становить – 79 (30%).

7. Що до розподілу опадів то найчастіше гроза супроводжується сильним зливовим дощем, що становить – 135 з 181 випадків грози, що супроводжуються опадами які були зафіксовані за досліджуваний період та у

відсотках становить – 75%, 31 випадок – це грози що супроводжуються слабким дощем (17%).

8. Середній напрям вітру під час грози становить –  $185^\circ$ , що відповідає південно-західній чверті. Середня швидкість вітру під час грози становить – 5 м/с, найбільша швидкість вітру становить – 14 м/с.

9. Середнє значення тиску становить під час грози на об'єкті дослідження становить – 976 гПа.

10. Що кількість фронтальних гроз спостерігається у більшості випадках, що становить – 167 випадки (65 %). Випадки у яких було відзначено внутрішньо масових грози значно менше і становить – 91 випадки (35 %).

11. Найбільша повторюваність в тривалості грозової активності (36 %) становлять грози тривалістю  $\leq 1$  год. Значну (30 %) повторюваність становлять грози в 2 год. Найменша повторюваність (2 %) мають грози, що тривають 6 год. За досліджуваний період не зустрічаються грози тривалістю  $7 \geq$  год.

12. Шквал на АМСЦ Вінниця під час грози був зафіксований 2 рази.

13. За досліджуваний період було виявлено виявлено 85744 тис грозових осередки (загальне для усіх відстаней). Для  $\leq 8$  км було зафіксовано 1797 тис г. о., для відстані  $\leq 16$  км - 6995 тис г. о., для  $\leq 50$  км їх кількість становить 16239 тис та для віддаленості  $\leq 100$  км – 60713 тис г. о..

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручник. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
2. Практикум з синоптичної метеорології: Навчальний посібник / Під ред. Г.П. Івус, С.М. Іванової. Одеса: Вид-во «ТЭС», 2004. 419 с.
3. Кобзистий П.І. Особливості синоптичних процесів в Україні. – ВПЦ «Київський університет», 2002. 87 с.
4. Fred Ladehof. Evaluation of Selected Atmospheric Indices for the Prediction of Thunderstorms at Omaha, Nebraska - University of Nebraska-Lincoln. 1997.
5. Stull R. Practical Meteorology. An Algebra-based Survey of Atmospheric Science. – Dept. of Earth, Ocean & Atmospheric Sciences University of British Columbia. – 2016. – С. 503-508, 523-527, 557-559.
6. <https://www.weather.gov/lmk/indices>
7. Кліматична характеристика Аеропорта Вінниця (Гавришівка), Вінниця, 2009 р.
8. <http://airvinnytsia.com>
9. <https://www.ukrinform.ua/rubric-regions/3310929-na-vinniccini-otrimali-persij-trans-na-rekonstrukciu-aeroportu.html>
- 10.. Півошенко І. М. Клімат Вінницької області. Підручник. рек. Вченою Радою ВДПУ. - Вінниця : ВАТ "Віноблдрукарня", 2000 р. - 240 с.
11. Кліматичний кадастр України.
12. Лещенко Г.П. Авіаційна метеорологія: Підручник. Кіровоград: ГЛАУ, 2009. 488 с.
13. Кобзистий П.І. Особливості синоптичних процесів в Україні. – ВПЦ «Київський університет», 2002. – ст. 87.
14. Ліпінський В.М., Осадчий В.І., Бабіченко В.М.. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.). // – К.: Ніка-Центр, 2006. – с.105 – 117.

15. Класифікація хмар. Методичні рекомендації // за редакцією Манукало В., Заблоцької Т., Митник Т. та інш. – Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України (УкрГМІ), 2020.

16. <https://www.weather.gov/media/lmk/soo/cloudchart.pdf>

17. Чумаченко В.В., Недострелова Л.В. Дослідження грозової діяльності. Вестник ГМЦ ЧАМ. Випуск №1(21). 2018. С. 10-20.

18. <http://sites.reformal.ru/meteocenter.asia>

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А.

## Дані грозової активності на АМСЦ Вінниця (2012-2021 рр.)

Таблиця А. 1. – Випадки грози на АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

Дата	Строк спостереження (МСЧ)	Явище	Вітер		Тиск
			Напрям	Швид-ть	
<b>2012</b>					
22.04.2012	21:00:-23:00	гроза, зливовий дощ	310	3	973,2
24.04.2012	20:00:-21:00	гроза, зливовий дощ	220	7	974,2
04.05.2012	00:00-01:00	гроза, зливовий дощ	130	4	969,8
05.05.2012	20:00-23:00	гроза, зливовий дощ	150	7	972,2
06.05.2012	21:00-23:00	гроза, зливовий дощ	220	9	977,2
19.05.2012	23:00-00:00	гроза	70	3	981,9
20.05.2012	05:00-06:00	гроза	40	5	982
23.05.2012	15:00-17:00	гроза	80	3	976,5
24.05.2012	21:00-23:00	гроза	20	7	976,5
29.05.2012	17:00-18:00	гроза	310	2	975,2
30.05.2012	17:00-21:00	гроза, зливовий дощ	150	4	974,9
01.06.2012	21:00-23:00	гроза, зливовий дощ	170	7	971,6
05.06.2012	22:00-01:00	гроза, зливовий дощ	60	2	970,4
06.06.2012	17:00:-19:00	гроза, зливовий дощ	360	5	970
10.06.2012	14:00-15:00	гроза, зливовий дощ	160	10	978
07.07.2012	17:00-19:00	гроза	30	4	977,7
08.07.2012	21:00-23:00	гроза, дощ	360	11	977,5
09.07.2012	17:00-19:00	гроза	20	3	976,2
09.07.2012	21:00-00:00	гроза	0	0	975,5
11.07.2012	13:00-16:00	гроза, зливовий дощ	20	4	979,5
11.07.2012	20:00-23:00	гроза	30	2	977,8
12.07.2012	19:00-22:00	гроза, зливовий дощ	250	13	974,5
15.07.2012	22:00-23:00	гроза, дощ	330	6	976
16.07.2012	03:00-04:00	гроза	210	2	977,3
21.07.2012	20:00-21:00	гроза, дощ, шквал	260	11	978
22.07.2012	14:00-16:00	гроза	30	4	984,4
31.07.2012	16:00-19:00	гроза, дощ	180	10	981,6
03.08.2012	18:00-22:00	гроза, дощ	250	7	980,5
25.09.2012	21:00-23:00	гроза, дощ	310	7	972,4
04.10.2012	10:00-12:00	гроза, зливовий дощ	240	5	982,7
дні з грозою - 28	Тривалість грози за рік - 63 год.	Гроза з опадами - 19	Середнє значення		
кількість випадків - 30		Суха гроза - 11			
<b>2013</b>					
31.05.2013	16:00-17:00	гроза, зливовий дощ	300	5	971,2
31.05.2013	18:00-21:00	гроза, зливовий дощ	300	5	971,2
31.05.2013	22:00-23:00	гроза, зливовий дощ	310	3	974,5
01.06.2013	05:00-06:00	гроза, зливовий дощ	10	5	974,8
06.06.2013	18:00-21:00	гроза, зливовий дощ	20	7	976,5
11.06.2013	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	310	2	975,2
12.06.2013	19:00-21:00	гроза, зливовий дощ	150	4	974,9
13.06.2013	03:00-04:00	гроза	170	7	971,6

## Продовження табл. А. 1

15.06.2013	06:00-07:00	гроза, зливовий дощ	60	2	970,4
15.06.2013	09:00-10:00	гроза	340	7	972,6
24.06.2013	17:00-19:00	гроза	80	9	981,5
26.06.2013	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	20	4	979,4
27.06.2013	02:00-05:00	гроза, зливовий дощ	90	2	975,6
28.06.2013	03:00-05:00	гроза	310	7	972,4
28.06.2013	13:00-15:00	гроза, зливовий дощ	240	5	982,7
29.06.2013	12:00-15:00	гроза, зливовий дощ	20	7	976,5
07.07.2013	16:00-20:00	гроза	310	2	975,2
19.07.2013	19:00-21:00	гроза	150	4	974,9
14.08.2013	23:00-02:00	гроза, зливовий дощ	170	7	971,6
дні з грозою - 18	Тривалість грози за рік - 61 год.	Гроза з опадами - 13	Середнє значення		
кількість випадків - 19		Суха гроза - 5	177	5	975
<b>2014</b>					
15.05.2014	21:00-23:00	гроза, зливовий дощ	70	5	974,3
16.05.2014	21:00-23:01	гроза, зливовий дощ	90	4	978,6
16.05.2014	23:00-00:00	гроза, зливовий дощ	330	5	977,7
21.05.2014	20:00-22:00	гроза, зливовий дощ	30	4	987
22.05.2014	16:00-18:00	гроза	10	5	974,8
22.05.2014	20:00-23:00	гроза, зливовий дощ	20	6	978,6
27.05.2014	19:00-21:00	гроза	130	3	973,5
28.05.2014	03:00-04:00	гроза, дощ	300	5	971,2
28.05.2014	00:00-01:00	гроза	300	5	971,2
30.05.2014	07:00-10:00	гроза, дощ	310	3	974,5
30.05.2014	17:00-23:00	гроза, зливовий дощ	10	5	974,8
31.05.2014	23:00-02:00	гроза, зливовий дощ	100	4	970,1
05.06.2014	08:00-09:00	гроза	40	3	979,1
07.06.2014	09:00-10:00	гроза, зливовий дощ	330	2	981,6
10.07.2014	19:00-20:00	гроза, зливовий дощ	280	5	978,3
11.07.2014	10:00-13:00	гроза, зливовий дощ	160	6	972
11.07.2014	20:00-23:00	гроза, дощ	70	6	968,2
12.07.2014	08:00-10:00	гроза, дощ	100	4	970,1
12.07.2014	17:00-18:00	гроза	230	5	963,3
15.07.2014	18:00-23:00	гроза, дощ	80	5	981,4
17.07.2014	02:00-03:00	гроза, зливовий дощ	50	5	980,5
18.07.2014	06:00-07:00	гроза	60	4	980,2
24.07.2014	16:00-19:00	гроза, зливовий дощ	10	3	978,2
07.08.2014	17:00-18:00	гроза, зливовий дощ	20	6	978,6
09.08.2014	21:00-22:00	гроза	356	2	978,8
10.08.2014	17:00-23:00	гроза, зливовий дощ	310	4	980,8
21.08.2014	23:00-00:00	гроза	230	5	973,3
27.08.2014	17:00-18:00	гроза, зливовий дощ	340	2	973,2
дні з грозою - 23	Тривалість грози за рік - 61 год.	Гроза з опадами - 20	Середнє значення		
кількість випадків - 28		Суха гроза - 8	156	4	976
<b>2015</b>					
07.05.2015	05:00-07:00	гроза, зливовий дощ	290	7	978,5
07.05.2015	11:00-12:00	гроза, зливовий дощ	160	6	973,9
26.05.2015	20:00-22:00	гроза, зливовий дощ	80	9	981,5
01.06.2015	11:00-12:00	гроза, зливовий дощ	0	0	986
04.06.2015	15:00-16:00	гроза, дощ	320	11	984,1



## Продовження табл. А. 1

14.06.2015	21:00-22:00	гроза, дощ	220	2	976,1
01.07.2015	16:00-19:00	гроза, зливовий дощ	290	6	984,9
26.07.2015	16:00-19:00	гроза	80	4	972,2
26.07.2015	22:00-00:00	гроза, зливовий дощ	340	7	972,6
11.08.2015	19:00-21:00	гроза, зливовий дощ	80	9	981,5
13.08.2015	05:00-06:00	гроза, зливовий дощ	120	11	983,1
03.09.2015	12:00-13:00	гроза, зливовий дощ	250	13	974,5
03.09.2015	15:00-16:00	гроза	330	6	976
05.09.2015	16:00-17:00	гроза	210	2	977,3
05.09.2015	23:00-02:00	гроза	260	5	978
24.09.2015	00:00-03:00	гроза	150	2	980,1
25.09.2015	20:00-22:00	гроза	170	3	979,1
26.09.2015	21:00-01:00	гроза, зливовий дощ	20	4	979,4
06.10.2015	17:00-18:00	гроза	90	2	975,6
дні з грозою – 15	Тривалість грози за рік -33 год.	Гроза з опадами - 12	Середнє значення		
кількість випадків - 19		Суха гроза - 7	182	6	979
<b>2016</b>					
07.04.2016	00:00-01:00	гроза	0	0	975,1
12.04.2016	17:00-18:00	гроза	230	5	974,7
14.04.2016	20:00-21:00	гроза	130	3	965,8
15.04.2016	21:00-22:00	гроза, зливовий дощ	50	4	965
15.04.2016	00:00-01:00	гроза, зливовий дощ	340	2	965,3
18.04.2016	20:00-21:00	гроза, дощ	360	4	979,4
19.04.2016	21:00-22:00	гроза, дощ	350	3	980,5
25.04.2016	17:00-18:00	гроза, зливовий дощ	300	6	963,6
05.05.2016	13:00-14:00	гроза, зливовий дощ	50	5	980,7
10.05.2016	11:00-12:00	гроза	40	4	985,3
10.05.2016	16:00-18:00	гроза, зливовий дощ	110	3	983,2
11.05.2016	18:00-20:00	гроза	110	7	975,4
14.05.2016	14:00-15:00	гроза, дощ	240	6	963,9
14.05.2016	18:00-19:00	гроза, зливовий дощ	80	5	963,9
15.05.2016	12:00-13:00	гроза, зливовий дощ	320	8	971,1
19.05.2016	12:00-14:00	гроза, зливовий дощ	240	3	978,3
25.05.2016	21:00-23:00	гроза	120	3	970,1
28.05.2016	16:00-18:00	гроза, зливовий дощ	50	5	978,6
01.06.2016	21:00-22:00	гроза	270	2	977
01.06.2016	06:00-08:00	гроза, зливовий дощ	50	2	977,6
05.06.2016	15:00-16:00	гроза	270	6	976,1
10.06.2016	16:00-18:00	гроза, зливовий дощ	290	6	976,9
14.06.2016	16:00-18:01	гроза, з дощ	70	6	966,8
14.06.2016	20:00-21:00	гроза, з дощ	120	5	965,4
15.06.2016	14:00-16:00	гроза, зливовий дощ	230	3	967
18.06.2016	08:00-12:00	гроза, зливовий дощ	230	7	981,1
18.06.2016	18:00-21:00	гроза, зливовий дощ	240	3	983
23.06.2016	21:00-23:00	гроза	30	4	989,3
23.06.2016	05:00-08:00	гроза	30	4	989,4
28.06.2016	14:00-17:00	гроза, зливовий дощ	350	5	973,7
28.06.2016	18:00-20:00	гроза, зливовий дощ	290	6	973,7
29.06.2016	21:00-23:00	гроза, зливовий дощ	310	6	976,3
02.07.2016	13:00-15:00	гроза, зливовий дощ	340	5	982,4
03.07.2016	20:00-21:00	гроза, зливовий дощ	300	7	979,1
04.07.2016	19:00-21:00	гроза, зливовий дощ	0	0	979,2
18.07.2016	03:00-06:00	гроза, зливовий дощ	300	6	972,3

## Продовження табл. А. 1

18.07.2016	14:00-16:00	гроза, зливовий дощ	310	6	972,3
02.08.2016	00:00-03:00	гроза, зливовий дощ	310	6	979,5
14.08.2016	18:00-19:00	гроза, зливовий дощ	280	2	983
24.08.2016	21:00-00:00	гроза, зливовий дощ	340	4	984,3
дні з грозою – 31	Тривалість грози за рік -69 год.	Гроза з опадами - 30	Середнє значення		
кількість випадків - 40		Суха гроза - 10	202	4	976
<b>2017</b>					
27.05.2017	17:00-19:00	гроза, зливовий дощ	320	6	981,9
08.06.2017	04:00-06:00	гроза, зливовий дощ	340	4	978,6
27.07.2017	06:00-07:00	гроза, зливовий дощ	0	0	972,2
28.07.2017	10:00-13:00	гроза, зливовий дощ	360	5	970,9
28.07.2017	21:00-23:00	гроза, дощ	340	5	970,7
04.08.2017	05:00-06:00	гроза, дощ	260	6	979,7
06.08.2017	15:00-18:00	гроза, дощ	120	8	983,6
07.08.2017	03:00-05:00	гроза, зливовий дощ	230	4	983
04.09.2017	12:00-15:00	гроза, дощ	110	7	972,2
12.09.2017	20:00-23:00	гроза, дощ	360	3	969,2
22.09.2017	17:00-22:00	гроза, дощ	310	5	975,4
22.09.2017	23:00-01:00	гроза, дощ	260	4	976,2
дні з грозою – 10	Тривалість грози за рік -28 год.	Гроза з опадами - 12	Середнє значення		
кількість випадків - 12		Суха гроза - 0	251	5	976
<b>2018</b>					
25.05.2018	21:00-22:00	гроза	30	7	984,4
04.06.2018	19:00-21:00	гроза	310	5	973,6
14.06.2018	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	230	13	973,1
17.06.2018	18:00-23:00	гроза, зливовий дощ	360	6	977,2
28.06.2018	03:00-05:00	гроза, зливовий дощ	60	7	977,4
29.06.2018	00:00-02:00	гроза	40	4	973,2
30.06.2018	03:00-07:00	гроза, зливовий дощ	310	6	966,1
06.07.2018	17:00-19:00	гроза, зливовий дощ	260	7	974,7
07.07.2018	15:00-16:00	гроза, дощ	300	8	976,7
10.07.2018	19:00-21:00	гроза,	20	5	979,5
14.07.2018	18:00-19:00	гроза, зливовий дощ	280	5	975,2
16.07.2018	19:00-21:00	гроза	320	4	971,4
19.07.2018	20:00-22:00	гроза, зливовий дощ	350	6	969,8
21.07.2018	17:00-18:00	гроза, дощ	260	5	974,3
21.07.2018	20:00-22:00	гроза, дощ	330	7	975,1
24.07.2018	18:00-22:00	гроза	60	4	970,3
24.07.2018	00:00-01:00	гроза, зливовий дощ	20	3	972,2
25.07.2018	15:00-19:00	гроза, зливовий дощ	50	2	974,2
25.07.2018	21:00-00:00	гроза, дощ	10	5	973,3
28.07.2018	17:00-22:00	гроза, дощ	80	5	974,1
30.07.2018	18:00-21:00	гроза	40	6	978,8
21.08.2018	19:00-21:00	гроза	10	5	980,4
05.09.2018	09:00-12:00	гроза, дощ	50	2	978,4
16.09.2018	03:00-06:00	гроза, дощ	300	4	982,6
дні з грозою – 21	Тривалість грози за рік -62 год.	Гроза з опадами - 16	Середнє значення		
кількість випадків - 24		Суха гроза - 8	170	5	975

## Продовження табл. А. 1

2019					
01.05.2019	15:00-16:00	гроза, дощ	120	5	964,3
02.05.2019	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	220	4	968,4
03.05.2019	19:00-21:00	гроза, зливовий дощ	310	7	970,9
04.05.2019	00:00-03:00	гроза, дощ	90	1	973,1
07.05.2019	13:00-15:00	гроза, зливовий дощ	90	5	968,7
16.05.2019	21:00-02:00	гроза, зливовий дощ	0	0	977,4
17.05.2019	22:00-01:00	гроза, дощ	90	5	977,1
18.05.2019	05:00-07:00	гроза, дощ	130	4	978,1
18.05.2019	18:00-19:00	гроза, дощ	180	5	976,6
19.05.2019	03:00-05:00	гроза, дощ	90	3	976,6
20.05.2019	00:00-02:00	гроза	130	4	976,1
21.05.2019	21:00-22:00	гроза, дощ	150	5	974,3
24.05.2019	19:00-01:00	гроза, зливовий дощ	310	7	973,7
25.05.2019	21:00-22:00	гроза, зливовий дощ	310	6	970
29.05.2019	17:00-18:00	гроза, зливовий дощ	120	4	977,8
01.06.2019	22:00-02:00	гроза, зливовий дощ	290	7	982,7
06.06.2019	19:00-23:00	гроза	140	7	981,1
07.06.2019	13:00-14:00	гроза	130	6	983,2
07.06.2019	20:00-23:00	гроза, зливовий дощ	210	3	983,6
08.06.2019	20:00-23:00	гроза, зливовий дощ	70	7	989,2
09.06.2019	16:00-18:00	гроза	30	4	987,4
09.06.2019	22:00-01:00	гроза, дощ	310	3	986,2
13.06.2019	18:00-21:00	гроза, зливовий дощ	200	5	982,9
17.06.2019	16:00-22:00	гроза, зливовий дощ	110	2	980,9
05.07.2019	22:00-23:00	гроза, дощ	200	7	976,5
14.07.2019	17:00-22:00	гроза	230	2	973,7
17.07.2019	18:00-19:00	гроза, дощ	290	7	974,7
02.08.2019	15:00-16:00	гроза, зливовий дощ	310	6	976,6
08.08.2019	16:00-18:00	гроза, зливовий дощ	250	6	973,9
03.09.2019	00:00-03:00	гроза, зливовий дощ	340	6	973,6
дні з грозою – 27	Тривалість грози за рік -78 год.	Гроза з опадами - 25	Середнє значення		
кількість випадків - 30		Суха гроза - 5			
2020					
02.05.2020	10:00-12:00	гроза, зливовий дощ	170	2	970,2
02.05.2020	16:00-21:00	гроза, зливовий дощ	170	2	970,1
15.05.2020	00:00-01:00	гроза, зливовий дощ	360	6	978,4
13.06.2020	20:00-21:00	гроза	140	2	968,9
13.06.2020	00:00-03:00	гроза	50	7	970,4
14.06.2020	03:00-08:00	гроза	340	5	971
16.06.2020	15:00-16:00	гроза	170	3	976,4
16.06.2020	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	170	2	974,4
17.06.2020	19:00-20:00	гроза	100	2	973,3
19.06.2020	15:00-17:00	гроза	140	3	975,5
20.06.2020	23:00-01:00	гроза, зливовий дощ	70	4	971,8
21.06.2020	09:00-10:00	гроза	160	5	970,9
21.06.2020	18:00-00:00	гроза, зливовий дощ	160	2	973,5
22.06.2020	19:00-21:00	гроза	60	14	973
24.06.2020	15:00-17:00	гроза	50	5	983,4
24.06.2020	21:00-23:00	гроза	60	2	985,3
28.06.2020	20:00-22:00	гроза, зливовий дощ	260	6	978
30.06.2020	08:00-10:00	гроза, зливовий дощ	320	5	973,1
07.07.2020	10:00-14:00	гроза, зливовий дощ	290	2	971,1

## Продовження табл. А. 1

17.07.2020	15:00-16:00	гроза	150	4	979
17.07.2020	18:00-21:00	гроза	120	6	979,2
10.08.2020	16:00-17:00	гроза	160	3	981,5
10.08.2020	21:00-23:00	гроза	20	5	980,6
25.08.2020	16:00-17:00	гроза, дощ	100	5	976,4
25.08.2020	21:00-22:00	гроза, зливовий дощ, шквал	300	8	975,3
08.09.2020	03:00-05:00	гроза, зливовий дощ	340	5	987,4
08.09.2020	06:00-08:00	гроза, зливовий дощ	360	3	987,2
17.09.2020	20:00-21:00	гроза	330	7	979
дні з грозою – 19	Тривалість грози за рік -62 год.	Гроза з опадами - 13	Середнє значення		
кількість випадків - 28		Суха гроза - 16	183	4	976
<b>2021</b>					
07.05.2021	21:00-23:00	гроза, зливовий дощ	290	7	972,2
26.05.2021	06:00-07:00	гроза, зливовий дощ	160	4	981,5
28.05.2021	18:00-21:00	гроза, зливовий дощ	230	2	977,2
30.05.2021	19:00-20:00	гроза, зливовий дощ	310	6	979
07.06.2021	19:00-21:00	гроза	290	3	979,6
09.06.2021	18:00-19:00	гроза	280	5	978,9
09.06.2021	20:00-23:00	гроза, зливовий дощ	320	6	977,2
10.06.2021	04:00-05:00	гроза	300	3	977,5
10.06.2021	14:00-15:00	гроза, зливовий дощ	280	6	976,5
10.06.2021	19:00-22:00	гроза, зливовий дощ	340	4	975,6
12.06.2021	14:00-15:00	гроза, зливовий дощ	290	2	978,6
15.06.2021	19:00-22:00	гроза, дощ	350	4	977,6
16.06.2021	17:00-18:00	гроза, зливовий дощ	50	5	979,7
17.06.2021	08:00-09:00	гроза, зливовий дощ	340	3	982,3
19.06.2021	21:00-22:00	гроза, зливовий дощ	80	4	982,6
20.06.2021	08:00-11:00	гроза, зливовий дощ	90	3	981,7
26.06.2021	19:00-23:00	гроза, зливовий дощ	10	2	975,6
30.06.2021	16:00-18:00	гроза, дощ	0	0	977,9
05.07.2021	21:00-23:00	гроза	10	3	973,5
12.07.2021	16:00-17:00	гроза	40	2	980
19.07.2021	12:00-15:00	гроза	10	6	977,5
20.07.2021	16:00-18:00	гроза, зливовий дощ	10	2	975,8
28.07.2021	05:00-07:00	гроза	190	2	980,7
29.07.2021	21:00-00:00	гроза	330	5	974,6
02.08.2021	07:00-09:00	гроза, зливовий дощ	140	2	973,7
06.08.2021	03:00-06:00	гроза, зливовий дощ	120	6	970,1
29.08.2021	14:00-17:00	гроза, зливовий дощ	70	5	975,7
30.08.2021	05:00-09:00	гроза, зливовий дощ	10	2	972,6
дні з грозою – 25	Тривалість грози за рік -58 год.	Гроза з опадами - 20	Середнє значення		
кількість випадків - 28		Суха гроза - 8	176	4	977

Таблиця А. 2 – Кількість днів з грозою за місяць  
на АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

Рік	Місяць							Всього днів за рік
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2012	2	9	4	<b>10</b>	1	1	1	<b>28</b>
2013	0	3	<b>12</b>	2	1	0	0	18
2014	0	<b>9</b>	2	7	5	0	0	23
2015	0	2	3	2	2	<b>5</b>	1	15
2016	7	8	<b>9</b>	4	3	0	0	31
2017	0	1	1	2	<b>3</b>	<b>3</b>	0	10
2018	0	1	6	<b>11</b>	1	2	0	21
2019	0	<b>14</b>	7	3	2	1	0	27
2020	0	2	<b>11</b>	2	2	2	0	19
2021	0	4	<b>11</b>	6	4	0	0	25
Всього	9	53	<b>66</b>	49	24	14	2	<b>217</b>

Таблиця А. 3 – Кількість випадків з грозою за місяць на  
АМСЦ Вінниця за 2012-2021 рр.

Рік	Місяць							Всього випадків за рік
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
2012	2	9	4	<b>12</b>	1	1	1	30
2013	0	3	<b>13</b>	2	1	0	0	19
2014	0	<b>12</b>	2	9	5	0	0	28
2015	0	3	3	3	2	<b>7</b>	1	19
2016	8	10	<b>14</b>	5	3	0	0	<b>40</b>
2017	0	1	<b>1</b>	3	3	4	0	12
2018	0	1	6	<b>14</b>	1	2	0	24
2019	0	<b>15</b>	9	3	2	1	0	30
2020	0	3	<b>15</b>	3	4	3	0	28
2021	0	4	<b>14</b>	6	4	0	0	28
Всього	10	61	<b>81</b>	60	26	18	2	<b>258</b>

Таблиця А. 4 –Добовий розподіл грози на АМСЦ Вінниця  
за 2012-2021 рр.

Години	Місяці							За строк
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
0:00	2	5	2	2	0	2	0	13
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	1	1	0	0	0	2
3:00	0	2	6	1	2	2	0	13
4:00	0	0	1	0	0	0	0	1
5:00	0	3	2	1	3	0	0	9
6:00	0	1	2	2	0	1	0	6
7:00	0	1	0	0	1	0	0	2
8:00	0	0	2	1	0	0	0	3
9:00	0	0	2	0	0	1	0	3
10:00	0	1	0	3	0	0	1	5
11:00	0	2	1	0	0	0	0	3
12:00	0	2	1	1	0	2	0	6
13:00	0	2	3	1	0	0	0	6
14:00	0	1	6	1	1	0	0	9
15:00	0	2	5	3	2	1	0	13
16:00	0	5	5	7	3	1	0	21
17:00	2	5	3	7	3	2	1	23
18:00	0	5	7	7	1	0	0	20
19:00	0	6	14	5	1	0	0	26
20:00	3	4	7	5	0	2	1	22
21:00	3	8	6	8	3	2	0	30
22:00	0	2	3	3	0	0	0	8
23:00	0	3	1	0	2	2	0	8

## Додаток Б.

Дані грозопеленгації над АМСЦ Вінниця (2012-2021 рр.)

Таблиця Б. 1 – Річна кількість грозових осередків над  
ст. 33562 Вінниця

Місяці	Відстань, км				Місяці	Відстань, км			
	8	16	50	100		8	16	50	100
	<b>2012</b>					<b>2013</b>			
1	0	0	0	7	1	0	0	0	0
2	0	0	0	17	2	0	0	4	0
3	0	4	15	44	3	0	0	0	8
4	2	33	145	573	4	0	1	6	33
5	4	87	606	1364	5	8	38	184	1364
6	9	11	127	1316	6	24	55	402	2397
7	24	41	136	2209	7	7	11	110	828
8	0	6	44	987	8	4	9	18	282
9	1	9	33	239	9	1	4	31	267
10	1	8	22	169	10	0	0	1	27
11	0	0	4	8	11	0	0	0	7
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0
<b>2014</b>					<b>2015</b>				
1	0	0	4	7	1	0	4	7	14
2	0	1	4	12	2	0	0	0	0
3	0	2	5	15	3	0	0	0	0
4	0	13	25	333	4	2	9	52	104
5	35	74	132	2187	5	15	36	89	530
6	13	41	121	2594	6	47	89	201	466
7	26	57	92	461	7	25	42	83	1444
8	11	5	49	455	8	18	39	154	467
9	0	4	35	91	9	4	109	320	1120
10	0	1	5	7	10	1	1	2	28
11	0	0	1	5	11	0	0	1	18
12	0	0	0	2	12	0	0	0	0
<b>2016</b>					<b>2017</b>				
1	0	0	0	26	1	0	0	0	0
2	0	0	6	42	2	0	0	0	0
3	0	1	37	535	3	0	0	17	158
4	0	4	70	1288	4	0	0	12	113
5	14	79	147	1637	5	43	67	118	367
6	119	213	489	899	6	54	209	376	744
7	32	48	103	875	7	59	432	708	1502
8	10	9	46	822	8	1	7	147	1298
9	0	0	4	94	9	29	31	153	1510
10	0	0	2	4	10	0	0	0	0
11	0	0	0	0	11	0	0	0	4
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0

## Продовження табл. Б.1

2018					2019				
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	0	0	0	1	3	0	0	0	9
4	0	0	0	147	4	0	0	68	631
5	11	76	277	1658	5	95	248	810	1978
6	95	371	841	2758	6	126	912	1548	3168
7	10	355	491	1239	7	269	468	886	1214
8	13	130	222	799	8	26	47	146	720
9	0	1	106	503	9	0	1	68	208
10	0	0	0	6	10	0	6	28	121
11	0	0	0	0	11	0	1	3	27
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0
2020					2021				
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	0	0	0	0	2	0	0	0	0
3	0	0	0	0	3	0	0	1	23
4	17	29	59	83	4	15	11	84	146
5	53	449	91	2059	5	50	127	377	982
6	97	773	1622	2547	6	117	374	992	1469
7	35	161	428	1089	7	93	214	591	1001
8	27	106	297	582	8	9	170	375	684
9	0	2	35	118	9	0	6	42	93
10	8	13	95	250	10	0	0	0	0
11	0	0	0	0	11	0	0	0	0
12	0	0	0	0	12	0	0	0	0



Додаток В.  
Синоптичні карти погоди

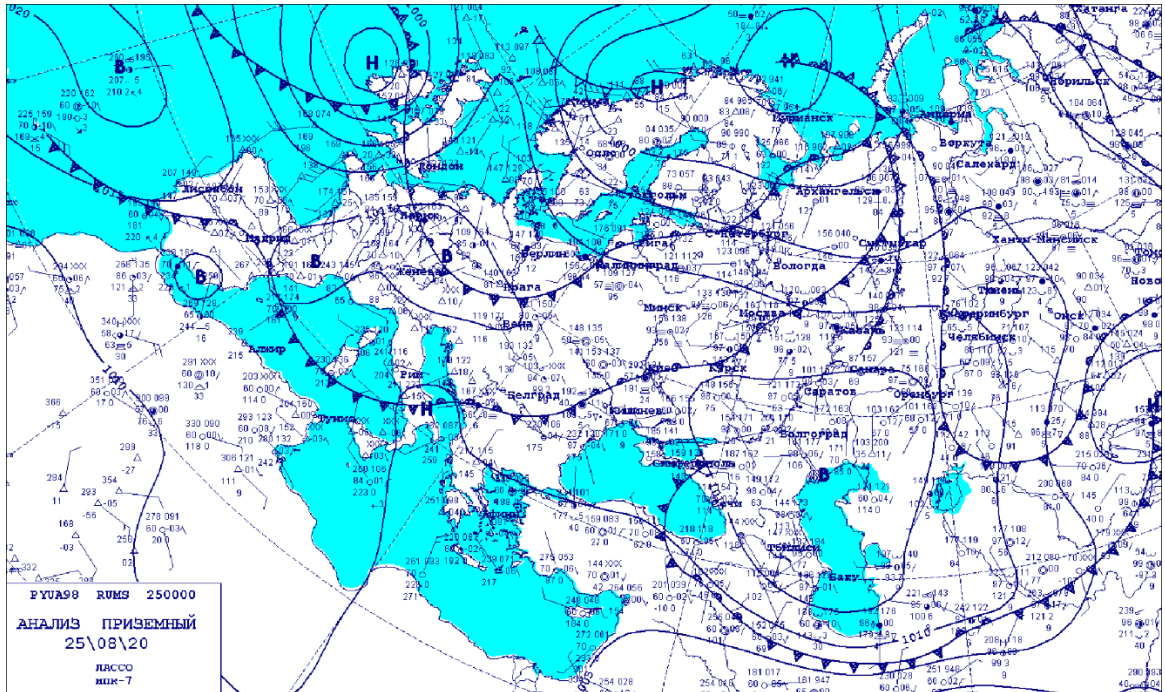


Рисунок В.1. Приземна карта погоди за 25.08.2020 р., 00 UTC

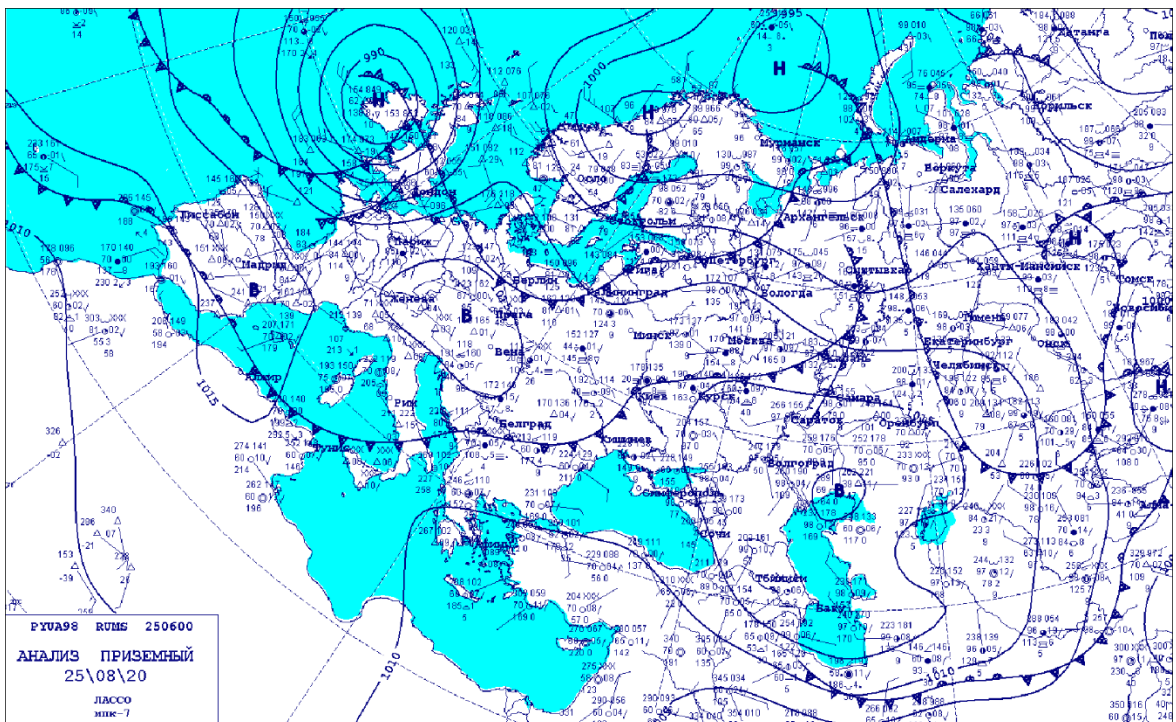


Рисунок В.2. Приземна карта погоди за 25.08.2020 р., 06 UTC

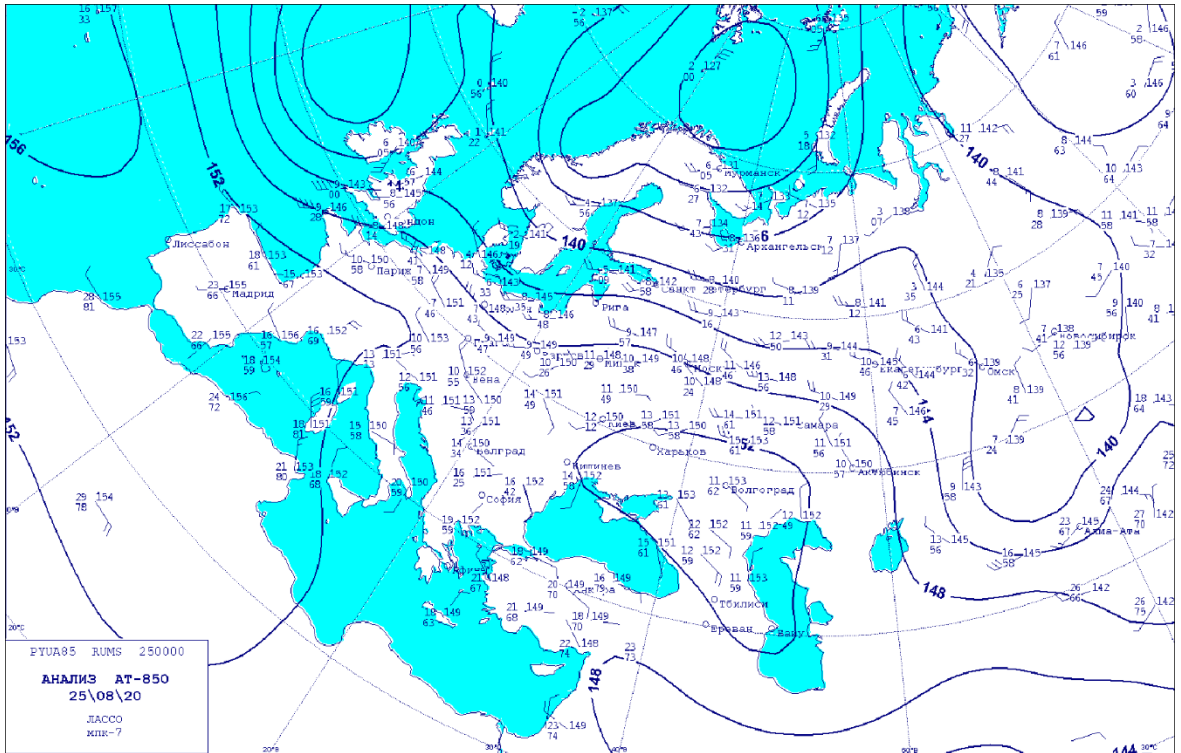


Рис. В.3. Карта АТ-850 за 25.08.2020 р., 00 UTC

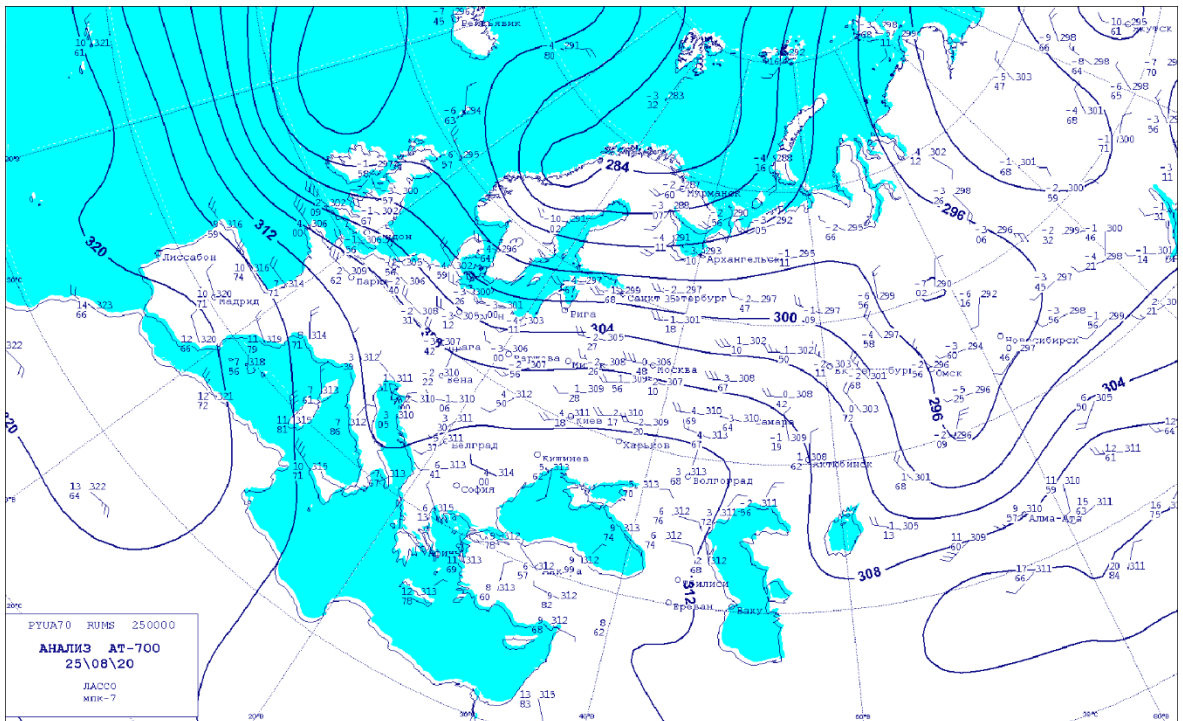


Рис. В.4. Карта АТ-700 за 25.08.2020 р., 00 UTC