

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: «Сучасний режим та умови туманоутворення на станції А Херсон»

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М
Спеціальності 103 - «Науки про Землю»
Погоріла Світлана Вікторівна

Керівник к. геогр. н., доцент
Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна

Рецензент к. геогр. н., доцент
Кирнасівська Наталія Василівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 103 «Науки про Землю»
(шифр і назва)
Освітня програма Метеорологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

26 жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Погорілій Світлані Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Сучасний режим та умови туманоутворення на станції А Херсон
керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна к. геогр. н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом закладу вищої освіти № 124-С від 16 жовтня 2020 р.
2. Строк подання студентом роботи 7 грудня 2020 року
3. Вихідні дані до роботи 1. книжки метеорологічних спостережень КМ-1 за період з 2013 по 2020 рр. за даними станції А Херсон. 2. Результати радіозондування на ст. Одеса-ГМО. 3. Синоптичні карти та радіозонди з архіву АРМСин,
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 повторюваності туманів у 2013-2020 рр. на А Херсон. 3. Визначення статистичних характеристик туманів: річного, місячного розподілу; повторюваності туманів за типами, характеристик видимості та ходу метеовеличин при туманах. 4. Порівняння результатів дослідження з кліматичними показниками 1960-1990 рр. 5. Встановлення циркуляційних умов формування сильних туманів
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) - Рис. 1.1–1.4 – умови формування туманів. Рис. 1.5 – середнє число днів з туманами за рік; Рис. 2.1 – фізична карта Херсонської області. Рис. 2.2-2.3 – річний хід температури повітря та опадів у Херсоні. Рис. 2.4-2.5 – фото агрометеорологічної станції Херсон. Рис. 2.6 – Середня кількість днів з туманами по місяцях на станції А Херсон за різні періоди. Рис. 3.1 – Типізація синоптичних процесів над Україною. Рис. 3.2 – Місячна повторюваність

туманів. Рис. 3.3-3.9 - адвективні траєкторії на початок туману у Херсоні.
Рис. Б.1-Б.3 та Рис.В.1-В.18 – синоптичні карти 8-10.02.2014 р.

6. Консультанти розділів роботи

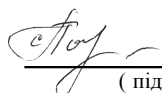
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	<i>Вивчення літературних джерел за темою дослідження</i>	26 жовтня 2020 р.	95	відмінно
2.	<i>Збір та попередня обробка вихідної інформації, складання бази даних до дослідження</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
3.	<i>Визначення сучасного режиму туманів на ст. А Херсон у 2013-2020 рр., порівняння з попереднім кліматичним періодом</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
4.	<i>Температурно-вітровий режим туманоутворення у Херсоні</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
5.	<i>Характеристика циркуляційних умов виникнення туманів на ст. А Херсон</i>	листопад 2020 р.	95	відмінно
	Рубіжна атестація	17.11.2020		
6.	<i>Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
7.	<i>Оформлення магістерської роботи.</i>	грудень 2020 р.	95	відмінно
8.	<i>Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.</i>	грудень 2020	95	відмінно
9.	<i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i>	8-10.12.2020		
10.	<i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i>	грудень 2020		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		95	відмінно

Студент



(підпис)

Погоріла С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи



(підпис)

Семергей-Чумаченко А.Б.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: «Сучасний режим та умови туманоутворення на станції А Херсон»

Автор: Погоріла Світлана Вікторівна

Актуальність дослідження визначається тим, що тумани є одним з небезпечних явищ погоди для різних галузей народного господарства, а особливо для роботи цивільної авіації. Сильний туман значно обмежує вертикальну та горизонтальну видимість, що суттєво ускладнює виконання безпечної посадки та злету повітряних суден. Встановлення сучасного режиму утворення, метеорологічних та циркуляційних умов формування туману у пункті дослідження сприятиме поліпшенню метеорологічного обслуговування польотів цивільної авіації над півднем України.

Метою даної роботи є визначення сучасного режиму туманів, метеорологічних та циркуляційних умов, що сприяли їх виникненню у Херсоні з 2013 по 2020 рр.

Відповідно до поставленої мети були розв'язані наступні **задачі**:

- проведено аналіз місячної, сезонної та річної повторюваності туманів;
- визначено розподіл туманів за типом формування;
- встановлені характеристики видимості і тривалості туманів;
- виділено особливості температурного і вітрового режиму при туманах;
- визначені відмінності сучасного режиму туманоутворення на станції А Херсон у порівнянні з 1961-1990 рр.;
- виявлені циркуляційні умови формування туману на ст. А Херсон у 2013-2020 рр.

Об'єкт дослідження –туман на станції А Херсон.

Предмет дослідження – характеристики режиму, метеорологічних та циркуляційних умов утворення туману на станції А Херсон.

Методи дослідження – просторово-тимчасове узагальнення даних; синоптичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів

В даній роботі *вперше* для станції А Херсон:

- встановлені повторюваність, річний та добовий хід утворення туманів на станції А Херсон в період 2013-2020 рр.;
- визначений температурно-вітровий режим виникнення туманів;
- встановлені сучасні синоптичні умови формування туманів.

Практичне значення отриманих результатів - характеристика сучасних умов утворення туманів буде використана для уточнення прогностичних методик, для покращення якості прогнозів, встановлення умов забруднення нижніх шарів атмосфери.

Магістерська робота в обсязі 65 сторінки складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 19 джерел, три додатки, містить 20 рисунків та 13 таблиць.

Ключові слова: тумани, видимість, повторюваність, тривалість туманів, температурно-вітрові характеристики, синоптична ситуація.

SUMMARY

Thesis Topic: «The modern regime and conditions of fog formation at A Kherson station »

Author: Pohorila Svitlana

The relevance of the study is determined by the fact that fog is one of the dangerous weather phenomena for various sectors of the economy, and especially for the work of civil aviation. Heavy fog significantly limits vertical and horizontal visibility, which significantly complicates the safe landing and take-off of aircraft. Establishment of the modern mode of development, meteorological and circulating conditions of fog formation at the research point will contribute to the improvement of meteorological service of civil aviation flights over the south of Ukraine.

The purpose of the study is to determine the current regime of fogs, meteorological and circulatory conditions that contributed to their occurrence in Kherson from 2013 to 2020.

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

- performed the analysis of monthly, seasonal and annual recurrence of fogs;
- determined the distribution of fogs by type of formation;
- established characteristics of visibility and duration of fogs;
- allocated features of temperature and wind mode at fogs;
- determined differences in the current mode of fog formation at station A Kherson in comparison with 1961-1990;
- detected the circulating conditions of fog formation on A Kherson in 2013-2020.

The object of the study is the fog at station A Kherson.

The subject of research - the characteristics of the regime, meteorological and circulating conditions of fog formation at station A Kherson.

Research methods:

- Spatial-temporal generalization of meteorological information data
- Synoptic analysis

Scientific novelty of results obtained.

In this work for the first time for the A Kherson station:

- established the frequency, annual and daily course of fog formation at station A Kherson in the period 2013-2020;
- determined temperature and wind regime of fog occurrence;
- detected modern synoptic conditions of fog formation.

The practical significance of the obtained results - the characteristics of modern conditions of fog formation will be used to clarify the prognostic methods, to improve the quality of forecasts, to establish the conditions of pollution of the lower atmosphere.

The 65-page master's thesis consists of 3 sections, conclusions, a list of references from 19 sources, two appendices, contains 20 figures and 13 tables.

Keywords: fogs, visibility, recurrence, duration of fogs, temperature-wind characteristics, synoptic situation.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Формування туманів над Україною.....	8
1.1 Загальні відомості про умови утворення туману.....	10
1.2 Циркуляційні умови виникнення туманів.....	11
1.3 Розподіл і тривалість туманів.....	15
2 Характеристика туманоутворення на станції А Херсон з 2013–2020 рр... ..	18
2.1 Кліматичний опис Херсона.....	18
2.2 Повторюваність туманів ст. А Херсон в 2013-2020 рр.....	23
2.3 Розподіл температури та вітру при туманах на станції А Херсон за 2013–2020 рр.....	27
3 Синоптичні умови утворення туману на станції А Херсон.....	30
3.1 Типізація синоптичних процесів при формуванні адвективних туманів над Україною	30
3.2 Аналіз метеорологічних та синоптичних умов формування туману в районі Херсону з 8 по 10 лютого 2014 р.....	36
3.3 Характеристика траєкторій адвекції переносу повітряних мас на початок туману на ст. А Херсон	38
Висновки.....	47
Перелік посилань.....	49
Додаток А.....	51
Додаток Б.....	52
Додаток В.....	55

ВСТУП

Питання вивчення є актуальним для багатьох галузей народного господарства, оскільки тумани при визначених критеріях відносяться до небезпечних явищ погоди. Туман є стихійним метеорологічним явищем при видимості <100 м за інтервал часу ≥ 12 год, і небезпечним явищем при видимості ≤ 500 м і тривалості >3 год.

Туман - це скупчення продуктів конденсації водяної пари, дрібних крапель води, кристалів льоду або їхньої суміші у приземному шарі атмосфери при горизонтальній видимості менше 1 км. Тумани належать до числа найбільш небезпечних явищ погоди. Раптовість їхнього виникнення і значна тривалість є серйозною перешкодою для роботи транспорту взагалі: затримуються і відміняються авіарейси, ускладнюється функціонування залізничного, річково-морського транспорту, зупиняється рух на автострадах.

При туманах ускладнюється функціонування залізничного, річково-морського транспорту, зупиняється рух на автострадах. Характеристики просторово-часового розподілу туманів використовуються при вивченні питань теплового балансу підстильної поверхні, забруднення нижніх шарів атмосфери, будівництва висотних і геліотехнічних споруджень.

У зв'язку з цим актуальною є задача статистичного дослідження туманів. Вирішення цієї задачі сприяє підвищенню якості прогнозу, уточненню прогностичних методик, виявленню найбільш важливих факторів формування і розвитку туманів. Недолік зведень про просторову і часову мінливість параметрів туманів значно ускладнює ефективне прогнозування цього небезпечного явища.

Туман відмічається на всій території України, при цьому місцеві чинники сприяють, як виникненню туману, так і його інтенсивності. На заході країни важливу роль у виникненні туману відіграє орографічний фактор. В Українських Карпатах спостерігається найбільше число днів з туманом, при цьому на підвітряній стороні гір та височин повторюваність туману значно зменшується.

Загалом у Херсоні середньостатистичні показники виділяють найбільшу повторюваність до 90 днів з туманами на рік (середня річна – 57 днів), з

максимумом повторюваності з листопада по січень і мінімумом – з травня по серпень.

Метою роботи є дослідження сучасного режиму туманів та умов, що сприяли їх виникненню у Херсоні з 2013 по 2020 рр.

Перший розділ містить у собі загальну інформацію про утворення туманів, їх просторово-часовий розподіл над Україною та сприятливі метеорологічні умови.

Другий розділ складається з характеристики пункту дослідження та вихідних даних, з аналізу повторюваності туманів та метеорологічних умов їх формування.

У третьому розділі приведений розгляд синоптичних умов туманоутворення в районі Херсона, синоптичних огляд випадку утворення стихійного туману та характеристика траєкторій перенесення повітряних мас на початок уману.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 19 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к.геогр.н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр.) ДР № 0115U006532 та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487.

1 ФОРМУВАННЯ ТУМАНІВ НАД УКРАЇНОЮ

1.1 Загальні відомості про умови утворення туману

Туман – це помутніння повітря в приземному шарі, викликане зваженими в ньому краплями води, крижаними кристалами або їхньою сумішшю, при горизонтальній видимості < 1 км хоча б в одному з напрямків.

Туман може утворюватись тільки після насичення або навіть деякого перенасичення повітря водяною парою, тобто за відносної вологості повітря 100% для водяної пари і менше 100% для льодяного туману. Водність туману залежить від розміру і числа крапель або льодяних кристалів туману в одиниці об'єму. Туман - це безперервний процес конденсації, випаровування та випадіння крапель[7,10].

Відповідно до фізичних причин виникнення розрізняють види туманів:

I.Тумани охолодження:

- радіаційні (поземні, низькі і високі);
- адвективні;
- адвективно-радіаційні;
- орографічні (гірських схилів, адіабатичні).

II.Тумани випаровування:

- випаровування водойм (випаровування арктичних морів, осіннє чи зимове випаровування рік, озер, внутрішніх морів, а також випаровування крапель теплої дощу в холодному приземному шарі);
- змішання (берегові);
- водяний пил (водоспадів, морського прибою і т.п.).

III.Тумани, пов'язані з діяльністю людини:

- міські;
- морозні (селищні пічні, аеродромні);
- штучні.

В залежності від вертикальної протяжності виділяють тумани:

- поземні - висота верхньої границі до 2 м,
- низькі - від 2 до 10 м,
- середні - від 10 до 100 м,
- високі - більше за 100 м.

За погіршенням горизонтальної видимості тумани класифікують як:

- слабкі (500-1000 м),
- помірні (200-500 м),
- сильні (50-100 м),
- дуже сильні (менше 50 м).

Відповідно до синоптичних умов виникнення розділяють тумани внутрішньомасові і фронтальні.

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

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

Радіаційний туман утворюється над сушею при безхмарному небі і слабкому вітрі (або штилі) в результаті охолодження повітря, коли його температура стає нижче температури туманоутворення. Для утворення туману сприятливе слабе збільшення швидкості вітру з висотою. Такі умови сприяють турбулентному переносу продуктів конденсації від земної поверхні вгору і підтримці у зваженому стані в приземному шарі повітря; в процесі перемішування вертикальна потужність туману збільшується. Швидкість вітру при туманах з висотою може посилюватися: на висоті 100 м до $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 300 м - до $7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; 800-1000 м - до $9-10 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Улітку переважають поземні, низькі і середні тумани, а узимку - високі.

Горизонтальна довжина туману прямо пропорційна товщині шару туману. Найменшу горизонтальну довжину мають поземні тумани, а найбільшу - високі тумани, що поширюються на сотні кілометрів.

Адвективний туман виникає під час переносу теплого і вологого повітря на холодну підстильну поверхню. Туман формується над більш холодною підстильною поверхнею на відстані 20-100 км від межі між холодною і теплою морською течією, між сушею і морем, між вологим, не покритим снігом ґрунтом, і сніжним покривом при швидкості вітру на висоті 10 м не більш 12 м/с . Адвективні тумани можуть спостерігатися в будь-який час доби. У чистому виді вони спостерігаються тільки над морем.

Адвективно-радіаційні тумани утворюються над охолодженою сушею в холодну пору року, вночі при слабкій адвекції теплого повітря. Швидкість вітру в приземному шарі повітря складає $1-2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, рідко $3-4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Додаткова конденсація водяного пару відбувається за рахунок радіаційного охолодження теплого повітря у приземному шарі, чому сприяє повне прояснення хоча б на короткий проміжок часу або незначна тонка хмарність [7, 10]

1.2 Циркуляційні умови виникнення туманів

Туман триває до того часу, коли туманоутворювальні чинники переважають над одночасно діючими туманорозсіювальними або перебувають з ними у рівновазі. Найчастіше туман розсіюється внаслідок зміни синоптичного процесу і радіаційного нагрівання.

Туман утворюється у будь-яку годину доби, але найчастіше виникає у нічні та ранкові години, коли посилюється вплив радіаційного фактору. На рівнині добовий хід туману чітко виражений у теплу пору року і більш згладжений зимою. Особливо це простежується для радіаційного туману. Туман виникає вночі, досягаючи найбільшої інтенсивності вранці під час зниження температури повітря до мінімальних значень і підвищення відносної вологості повітря до максимальних значень та розсіюється після сходу Сонця [3, 7, 10].

Утворення фронтальних туманів зумовлене:

- випаровуванням крапель дощу, який випадає з теплої повітряної маси;
- адвективним зниженням температури холодного повітря, що переміщується з південних районів;
- адіабатичним охолодженням повітря при падінні тиску перед фронтом.

Туман перед теплим фронтом, що повільно переміщується, чи теплим фронтом оклюзії, а також за малорухомих холодним фронтом, переважно слід очікувати пізньою осінню і зимою при випадінні слабкого дощу або мряки у клині холодного повітря. Фронтальна поверхня у такому випадку виявляється за даними вертикального зондування у вигляді інверсії.

Фронтальний туман виникає:

1. Попереду малорухомого теплого фронту або фронту оклюзії за типом теплого, в холодному повітрі при наявності приземної або піднесеної інверсії за рахунок випаровування більш теплих краплин дощу чи мряки (рис. 1.1).

2. В зоні фронтів, особливо малорухомих, при опусканні низьких хмар, внаслідок випаровування краплин дощу або над зволоженою дощем поверхнею ґрунту при слабкому турбулентному обміні під шаром хмар.

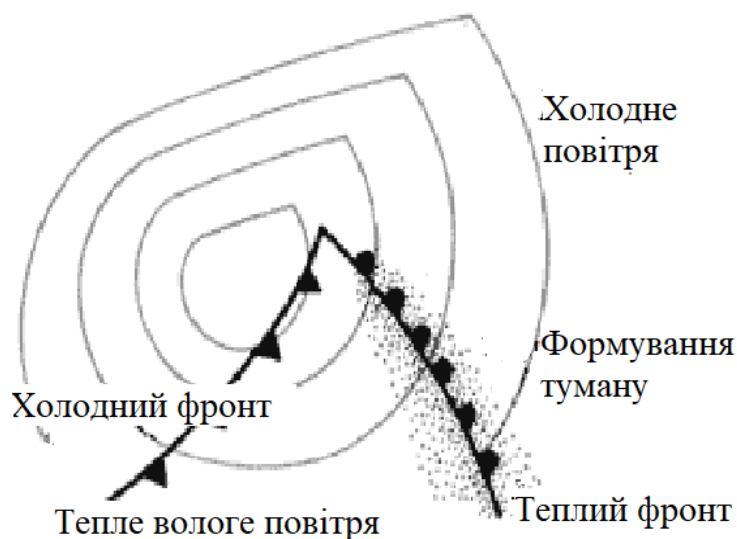


Рис.1.1. Умови формування фронтального туману

3. За холодним фронтом взимку, якщо в клині холодного повітря випадає дощ або відбувається випаровування з більш вологого теплого ґрунту.

4. При зміщенні вологої теплої або холодної маси з великими контрастами температур, що сприяє утворенню туману, як в зоні фронту, так і за фронтом вздовж узбережжя морів, льодовиків, межі снігового покриву.

Сприятливими умовами для формування фронтального туману є:

1) температура теплого повітря на верхній межі фронтальної інверсії $> 0^{\circ}\text{C}$, а різниця між її значенням на цьому рівні і температурою холодного повітря на висоті 2 м поблизу ділянки фронту складає $3 \dots 5^{\circ}\text{C}$;

2) дефіцит точки роси у холодному повітрі поза зоною фронтальних опадів не перевищує 2°C ;

3) швидкість вітру у холодному підфронтальному повітрі не більше 6 м/с.

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. Додатково для оцінки часу розсіювання фронтального туману необхідно враховувати зміну синоптичної ситуації, характер адвекції, турбулентного обміну та місцеві особливості [3, 7, 10].

Радіаційні тумани виникають в антициклонах, гребенях, відрогах, у сідловинах, мало градієнтних баричних полях за таких умов (рис. 1.2):

- вночі спостерігається радіаційне охолодження повітря при ясній погоді або невеликій хмарності;
- швидкість вітру не більше $3-4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$;
- увігнута поверхня рельєфу, що забезпечує накопичення холодного повітря в низині;
- суха поверхня ґрунту;
- інверсійний розподіл температури в шарі від землі до 50-300 м;
- велика відносна вологість увечері ($> 60\%$).

Через 1-2 години після виникнення туману приземна інверсія зазвичай руйнується і переходить у піднесену.

Улітку швидкий прогрів підстильної поверхні забезпечує розсіювання радіаційного туману через 1-2 години після сходу Сонця. Восени туман може зберігатися протягом 3-5 годин після сходу Сонця. Узимку денний прогрів невеликий і туман може зберігатися і протягом усього дня. При зміні синоптичних умов туман може розсіятися у будь-яку годину ночі. Радіаційний туман у 60% випадків розсіюється внаслідок радіаційного нагрівання і в 30% — змін синоптичного процесу.

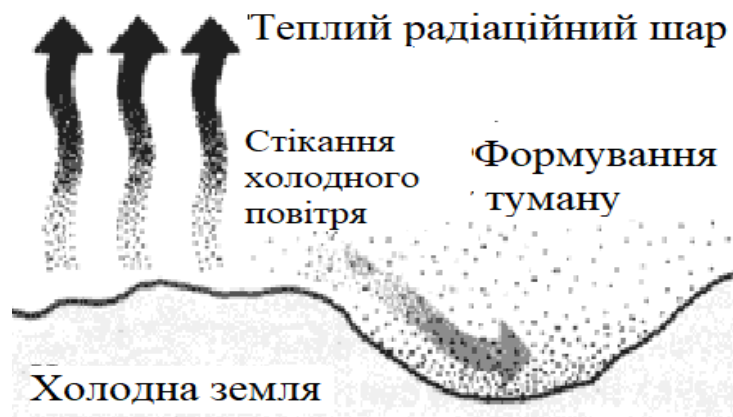


Рис. 1.2. Умови формування радіаційного туману

Адвективний туман спостерігається на західних або північно-західних периферіях антициклонів, на осі гребеня, на східних периферіях циклонів (на теплих фронтах) і частіше в теплих секторах циклонів.

Адвективний туман у холодний період року може формуватися протягом доби у будь-яку годину, а тому має більш згладжений добовий хід. За наявності снігового покриву добовий хід туману виражений нечітко.

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є:

- дефіцит крапки 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.

При цьому існує додаткова умова - послаблене турбулентне перемішування, інакше формується низька хмарність.

Адвективний туман приблизно у 65% випадків піднімається внаслідок зміни циркуляції атмосфери, у 20% — під впливом радіаційного нагрівання.

Розсіювання адвективного туману можна чекати (рис. 1.3):

- при припиненні адвекції теплого і вологого повітря і посиленні вітру, або при зміні на адвекцію сухого і холодного повітря;
- якщо з'являються ознаки зміни напрямку вітру;
- при посиленні турбулентного обміну в зв'язку з посиленням швидкості вітру.
- у результаті зменшення абсолютної вологості повітря;
- при переході повітря з відкритого ґрунту на сніг;
- при переході туману в мряку, або при випаданні дощу з вище розташованих хмар;
- у результаті радіаційного нагрівання ґрунту і приземного шару повітря (після сходу Сонця);
- у результаті радіаційного охолодження верхньої частини хмарності.

Адвективний туман у прибережній смузі виникає при переносі теплого вологого повітря з моря на холодну підстильну поверхню. У відкритому морі туман виникає при переході теплого вологого повітря з теплої поверхні води на холодну, або при переході з теплої течії на холодну. Такий туман може виноситися з акваторії моря на сушу.

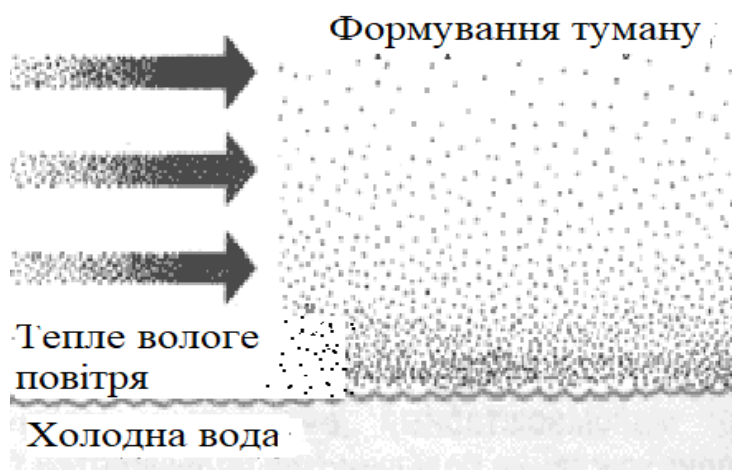


Рис. 1.3. Умови формування адвективного туману

Всі інтенсивні тумани зазвичай переходять у мряку.

Берегові тумани виникають на узбережжях морів при перенесенні теплих і вологих повітряних мас з водної поверхні на сушу. Основним фактором, що визначає виникнення берегових туманів, є контраст температур вода - суша.

Орографічні тумани спостерігаються в умовах, коли повітря піднімається вздовж навітряних схилів гір або високих хребтів і адіабатично охолоджується за умови стійкої стратифікації атмосфери.

Умови формування орографічних туманів:

- рівень конденсації повинний бути нижче вершини височини;
- наявність над вершиною інверсії температури.



Рис. 1.4. Умови формування туману випаровування

Тумани випаровування (рис. 1.4) часто відмічаються над арктичними морями при переході із сильно вихолодженого над льодом або поверхнею ґрунту повітря на відкриту водну поверхню. Виникає випаровування, що підвищує температуру крапки роси. Повітря нагрівається знизу, зверху охолоджується, виникає нестійкість атмосфери. Туман може виникати в тих випадках, коли в повітрі спостерігалася добре виражена інверсія, у нижній частині шару інверсія може розмиватися. Туман виникає при різниці температур повітря і води не менше ніж 10°C [3, 7, 10].

1.3 Розподіл і тривалість туманів над Україною

В Україні туман відмічається досить часто і повсюди. З року в рік їх повторюваність змінюється. Влітку спостерігаються переважно радіаційні тумани, які найгустіше о 4-6-й годині, розсіюються між 6-ю і 10-ю годинами, поновлюються о 18-20-й годині. Взимку частіше бувають адвективні, їх добовий хід більш вирівняний. В Українських Карпатах, Кримських горах, на Донецькій і Приазовській височинах середньорічне число днів з туманами становить 80-100. Велика повторюваність туманів притаманна Передкарпатській, Волинській, Подільській, Придніпровській височинам, де протягом року фіксується 60-90 днів з туманом. Найменше туманів буває на Поліській, Придніпровській, Закарпатській, Причорноморській низовинах: від 30-50 до 60-80 днів щорічно. Число днів з туманом в окремі роки може різко відхилятися від середнього значення. У переважній більшості випадків (50-70 %) відхилення від середнього значення становить 9 днів, а в 2-3% — понад 30 днів. На території України у середньому буває 240 днів за рік, коли спостерігається туман принаймні на одній станції.

Повторюваність туману має чіткий річний хід. На більшій частині території максимум туману (80-85 %) припадає на зимові місяці (грудень-січень), а в окремих районах — другий максимум у квітні-травні. У високогірних районах Українських Карпат найчастіше туман спостерігається у грудні-січні, на Донецькій і Приазовській височинах — листопаді-березні, Волинській, Подільській і Придніпровській височинах — листопаді-січні. Плавний річний хід туману відмічається у північних та західних районах, де

частота його збільшується з жовтня - листопада і досягає максимуму у грудні-січні. Влітку повторюваність туману мінімальна.

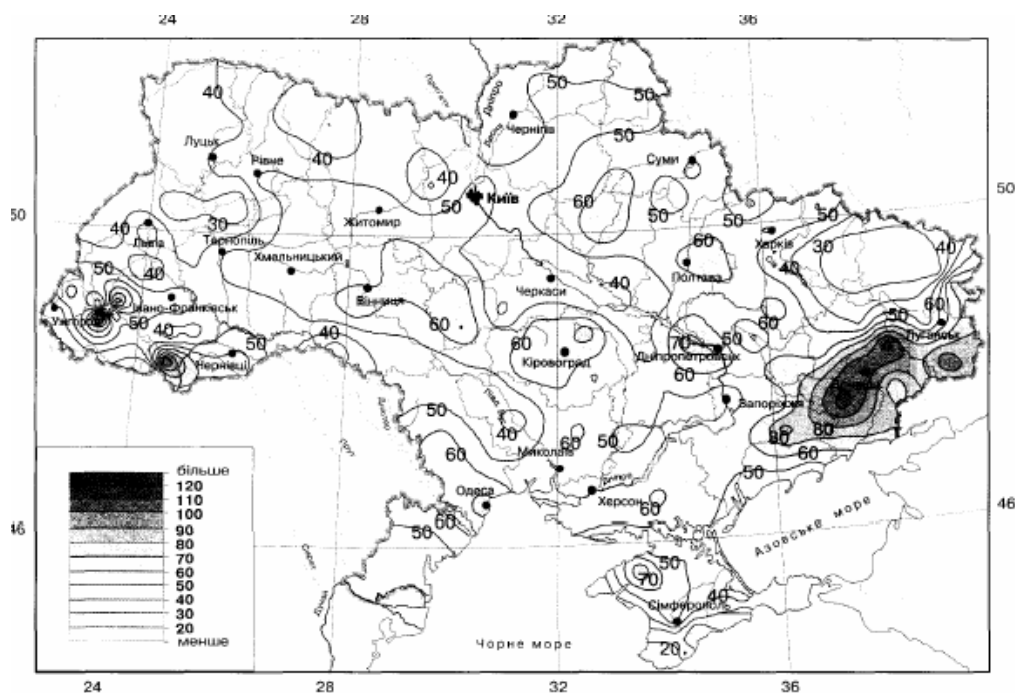


Рис. 1.5. Середнє число днів з туманами за рік [3]

Полісся, прибережні території великих водойм та підвітряні схили гір і височин мають аналогічний річний хід. На Південному березі Криму найчастіше туман буває у квітні-травні, листопаді-грудні, найрідше — у серпні, січні та лютому.

Найбільша сумарна тривалість туману за рік відмічається у тих районах, де туман виникає найчастіше. У Кримських горах та Українських Карпатах середня тривалість туману становить 2000 - 3000 год, на височинах — 500-600, на рівнинах — 300 - 400 год. Менше 200 год тривалість туману буває на північному сході та Закарпатській низовині, а на Південному березі Криму — менше 70 год за рік.

Найтриваліші тумани спостерігаються в Українських Карпатах у листопаді-грудні (375-438 год.), Криму у грудні-січні (281-300 год.), на Придніпровській височині у листопаді — грудні (107-133 год.), Придніпровській низовині у грудні — січні (97-93 год.). Кожний район має свої особливості (циркуляційні, орографічні, територіальні тощо) як у розподілі числа днів з туманом, так і в їх тривалості.

Середня тривалість туману в день з туманом на всій території становить близько 7 год і, як і число днів з туманом, характеризується значною мінливістю — від 5 до 15 год.

Найтриваліші тумани бувають в горах, у середньому за день — від 9 до 15 год. У теплий період року, крім високогірних районів, переважають короткочасні тумани тривалістю до 5 год, а в холодний — від 5 до 9 год.

Тривалість радіаційного туману в день з туманом коливається у межах від 1 год і менше до 6 год, адвективного — від 4 до 12 год, в окремих випадках — понад добу. Найтриваліший адвективний туман на території країни спостерігався 16-20 листопада 1994 р. Він охопив всю східну частину, яка перебувала під впливом західної периферії стаціонарного антициклону з центром над Поволжям. Внаслідок адвекції теплого вологого повітря з Чорного моря та радіаційного вихолодження у нічний час на Донецькому кряжі (Дебальцеве) туман з видимістю 100 м і менше зберігався протягом 89,3 год. Тривалість туману залежить у першу чергу від його інтенсивності (дальність видимості). Туман, за якого мінімальна видимість 100 м і менше, тривалістю 12 год вважається стихійним явищем, а з видимістю менше 500 м та тривалістю понад 3 год — небезпечним.

На станції тривалість туману різноманітна і коливається від менше 1 години до більше доби. Протягом року найчастіше спостерігалися тумани тривалістю від 2 до 6 годин. У холодний період року тумани триваліші. У теплий період року переважали тумани із середньою тривалістю менше 4 годин. Найменш тривалі тумани в теплу пору року, менше 5 годин.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТУМАНОУТВОРЕННЯ НА СТАНЦІЇ А ХЕРСОН З 2013 ПО 2020 рр.

2.1 Кліматичний опис Херсона

Херсонська область розташована в континентальній області кліматичної зони (поясу) помірних широт і характеризується помірно-континентальним кліматом з м'якою малосніжною зимою і жарким посушливим літом. Основні риси такого клімату формуються під впливом загальних і місцевих кліматоутворюючих факторів, головними з яких є: а) величина сонячної радіації, б) атмосферна циркуляція; в) характер підстильної поверхні.



Рис.2.1. Фізична карта Херсонської області

Величина сумарної сонячної радіації залежить в основному від географічної широти місцевості. Область знаходиться в межах помірного поясу освітленості приблизно між 46° і 47° пн. ш. Цим визначається величина кута падіння сонячних променів на земну поверхню: приблизно від 22° в період зимового сонцестояння до 44° в дні рівнодення і до 67° під час літнього сонцестояння.

У межах області сумарна сонячна радіація становить 4700-4900 мДж/м² і змінюється по сезонах і з півночі на південь. Річна сума радіаційного балансу становить 2000 мДж/м² [3].

Зі складових загальної циркуляції атмосфери на формування клімату Херсонщини найбільший вплив роблять: розташування області в поясі низького тиску помірних широт - на шляху західного переносу повітря; переважання помірних (морських і континентальних) повітряних мас і окремі вторгнення арктичного або тропічного повітря; діяльність циклонів Атлантики, Середземного і Чорного морів, вплив сибірського і азорського антициклонів і фронтів, пов'язаних з цими вихровими утвореннями.

Взимку високий атмосферний тиск, обумовлений впливом азійського антициклону, часто змінюється низьким, пов'язаним з термічною депресією над Чорним морем. Влітку баричне поле формується під впливом Азорського антициклону. Середні величини атмосферного тиску в межах Херсонської області становлять: у січні - 1021 гПа, в квітні - 1015 гПа, в липні - 1013 гПа, в жовтні – 1022 гПа [6].

Найнижча температура повітря в області спостерігається в січні (табл. 2.1). Середньомісячна температура січня становить -3,0° С. Мінімальна температура повітря зафіксована в межах -26,3° С (табл. 2.2). Початок весни відзначається стійким переходом добової температури повітря через 0° С. Починаючи з березня, температура повітря на фоні частих знижень починає рости, спочатку поступово, потім більш інтенсивно, особливо в квітні. Влітку значну роль відіграє трансформація повітря в областях підвищеного тиску. При таких процесах довго утримується суха погода з високою температурою повітря. Найбільш теплий місяць - липень. Температура повітря в липні від 21,9° С. Максимальна температура 40,7° С (табл. 2.2). Восени спостерігається поступовий спад температури повітря (рис.2.1). Амплітуда абсолютних температур становить 67° С.

Таблиця 2.1 – Середня температура повітря, °С

Місяці												Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
-3,0	-1,8	2,3	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4	9,8	4,4	0,1	9,8

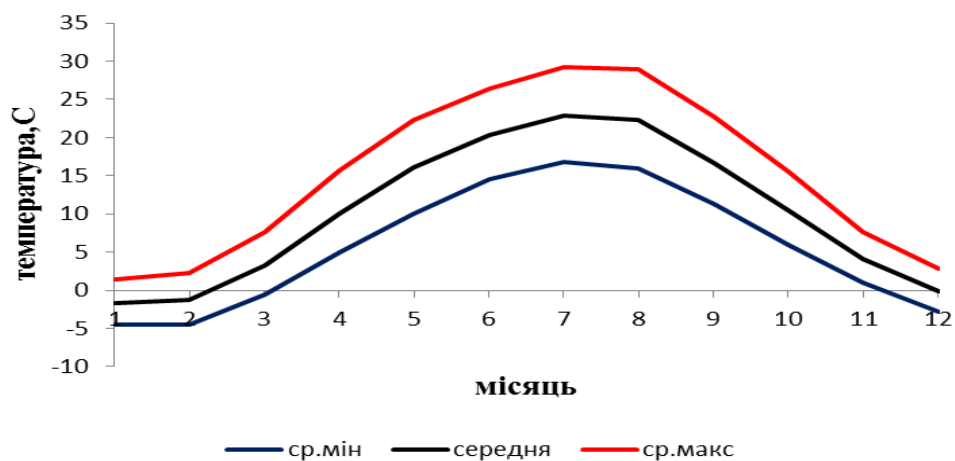


Рис. 2.2. Річний хід температури повітря

Таблиця 2.2 – Данні екстремальних температур повітря м. Херсон [11]

Місяць	Абсолют. мінімум	Абсолют. максимум
січень	-26,3 (2006)	15,0 (1971)
лютий	-24,4 (1985)	18,6 (1989)
березень	-20,2 (1987)	22,1 (2004)
квітень	-7,9 (2004)	32,0 (2012)
травень	-1,5 (2000)	37,7 (2007)
червень	5,8 (2001)	39,5 (2009)
липень	9,2 (1993)	40,5 (2002)
серпень	6,6 (1984)	40,7 (2010)
вересень	-5,0 (1977)	33,3 (2008)
жовтень	-7,6 (2003)	32,0 (1999)
листопад	-16,2 (1993)	21,8 (2010)
грудень	-22,2 (1969)	16,5 (2008)
рік	-26,3 (2006)	40,7 (2010)

Навесні і восени часто спостерігаються заморозки. Весняні заморозки, по багаторічними спостереженнями, відзначаються в середині квітня, осінні - в кінці першої декади жовтня. Тривалість без морозного періоду в Херсоні складає в середньому 170-180 днів, в окремі роки досягає 200 днів. Весна

найчастіше коротка (1-1,5 місяця). Літо найчастіше жарке, посушливе, триває близько 5 місяців.

Опади в Херсоні утворюються в результаті проходження атмосферних фронтів, рідше - внаслідок процесів, які відбуваються всередині повітряних мас. Річна кількість опадів незначна - 380-430 мм [11].

Херсон відноситься до територій з континентальним типом річного ходу опадів, при якому сума опадів теплого періоду переважає над сумою опадів холодного періоду (табл. 2.3). При середньорічній кількості опадів 380-430 мм і випаровуваності 1000-1050 мм коефіцієнт зволоження становить 0,7, що характеризує посушливість клімату [11].

Таблиця 2.3 – Середня місячна кількість опадів, мм[11]

Місяці												Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
33	31	26	33	42	45	49	38	40	28	36	40	441

Річний хід опадів має свої особливості (рис. 2.3). Відрізняється за значеннями максимуму та мінімуму, за амплітудою коливання та мінливістю у межах року.

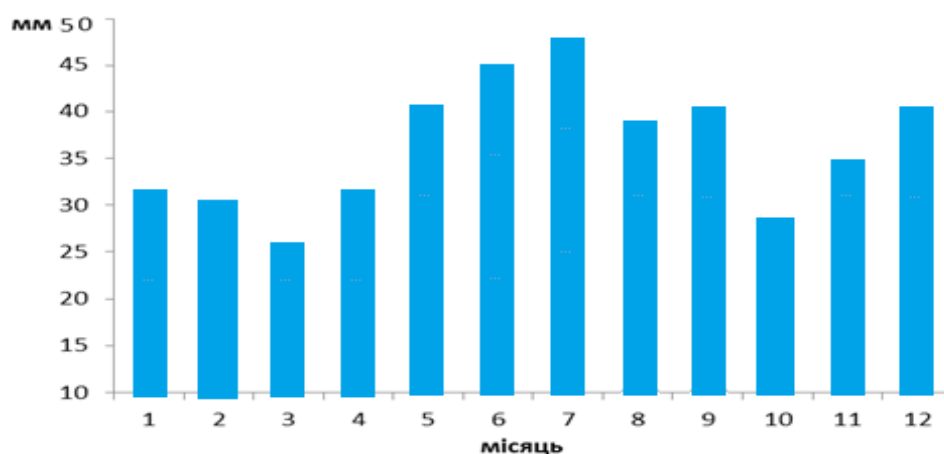


Рис. 2.3. Річний хід кількості опадів (мм)

У лютому та березні випадає найменша кількість опадів. Починаючи з квітня кількість опадів поступово збільшується майже до червня. У червні - липні випадає максимальна за рік кількість опадів. На липень припадає річний

максимум опадів (49 мм). У серпні також випадає значна кількість опадів. Вересень — найсухіший місяць теплого періоду. У жовтні, листопаді та грудні кількість опадів збільшується порівняно з вереснем. В окремі роки найбільша і найменша кількість опадів може зміщуватися на інші місяці.

Взимку східне і північно-східний напрямок вітру визначається наявністю над Україною смуги високого тиску, яка пролягає північніше Херсона. Навесні із зменшенням циклонічної діяльності більший вплив знаходять місцеві умови. Переважають вітри східного напрямку. Влітку на формування вітрового режиму впливають баричні формування та фронти, які переміщаються із заходу. Через це влітку переважають західні, південно-західні і північно-західні вітри. Восени через ослаблення західного та посилення східного антициклону переважають південно-східні вітри (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Багаторічна середня ймовірність (%) вітру різних напрямків [11]

Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
16	18	16	11	9	12	8	10

Важливою характеристикою вітрового режиму є швидкість вітру, яка визначається баричним градієнтом та умовами циркуляції атмосфери. Протягом року чітко виражені послідовні зміни швидкості вітру (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Середньомісячні та середньорічна швидкість (м/с) вітру
А Херсон [11]

Місяці												Рік
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
4,8	5,0	5,0	4,4	4,1	3,6	3,4	3,4	3,0	3,7	4,4	4,7	4,1

В Херсоні небосхил закритий хмарами у середньому до 55 - 57 %. Найбільше хмар спостерігається зимою 70 - 75 %. Весною хмарність зменшується до 58 - 60 %. Літом хмар ще менше просторовий розподіл їх більш неоднорідний, ніж зимою та весною на 35 - 45%. Восени небосхил вкривається хмарами більш рівномірно на 47 - 53 %. У зимовий сезон

відмінності у кількості загальної хмарності невеликі. вона становить близько 7,5 балів. Весною кількість хмар зменшується у середньому за місяць на 0,7 бала. У літні місяці кількість хмар теж зменшується — 0,6 - 0,7 бала у червні, липні і 0,4 бала — у серпні. Восени повсюди починається збільшення хмарності, однак у вересні воно незначне (0,4 бала), проте у наступні місяці значно підвищується (у жовтні приблизно на 0,9 бала, листопаді на 2 бала). Амплітуда річного ходу загальної хмарності — 4,2.

Туман відмічається досить часто. Число днів з туманом в окремі роки може різко відхилятися від середнього значення (табл. 2.6). У переважній більшості випадків (50 - 70 %) відхилення від середнього значення становить 9 днів, а в 2 - 3% — понад 30 днів.

Таблиця 2.6 - Число днів з туманом на рік на А Херсон [6]

Найменше	рік	середнє	Середнє квадратичне ввідхилення	коефіцієнт варіації	найбільше	рік
32	1963	57	13,3	0,23	85	1985

Максимальна повторюваність туману на значній території спостерігається тоді, коли видимість менша або дорівнює 200 м (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 - Повторюваність (%) туману за різної видимості[6]

Градації видимості										
<50	51- 100	101- 200	201- 300	301- 400	401- 500	501- 600	601- 700	701- 800	801- 900	901- 1000
1,2	19,8	21,9	15,6	6,5	18,9	4,3	4,8	0,2	6,0	0,8

2.2 Повторюваність туманів на станції А Херсон з 2013 – 2020 рр.

Туман є одним з найбільш небезпечних явищ, що часто повторюються. Для дослідження туманоутворення використані дані книжки КН–01 на станції А Херсон за 2013 по 2020 рр. (табл. 2.8 та 2.9). Таким чином, проаналізовано

17744 строків спостережень та виявлено 342 випадки туманів на станції А Херсон (рис. 2.4 та 2.5)



Рис. 2.4. Агromетeоролoгiчна станцiя Херсон, листопад 2017



Рис. 2.5. Агromетeоролoгiчна станцiя Херсон, сiчень 2019

Таблиця 2.8 – Число днів з туманами та їх повторюваність (Р, к.в. і %) на станції А Херсон за багаторічними даними [11]

Р	Місяці												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
к.в.	7	6	5	4	3	2	1	1	3	5	7	8	52
%	13,5	11,5	9,6	7,7	5,8	3,8	1,9	1,9	5,8	9,6	13,5	15,4	100

В середньому днів з туманом 43,8 на станції А Херсон, що менше за багаторічні дані – 52 дні (табл. 2.8). Число днів з туманом із року в рік коливається. На станції А Херсон найбільше днів з туманами досягало 57, що спостерігалось у 2019 р.; найменше – 23 – у 2020 р.

З табл. 2.9 видно, що максимальна кількість днів з туманами спостерігалась з листопада по лютий, мінімальна кількість днів – з червня по серпень. Число днів з туманом характеризується значною мінливістю протягом всього року і особливо в літні місяці. Проаналізувавши дані станції А Херсон кількість днів з туманами і кількість туманів за однаковий період відрізняються. Це обумовлено розташуванням, рельєфом місцевості і висотою над рівнем моря станцій.

Таблиця 2.9 – Кількість днів з туманами (к.в.) та їх повторюваність (Р, %) на станції А Херсон за 2013-2020 рр. [7]

Роки	Місяці												Всього	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	к.в	%
2013	8	4	5	1	1	0	0	1	3	8	10	5	46	12,6
2014	4	9	7	1	5	0	0	1	0	2	10	8	47	12,8
2015	11	6	2	0	1	0	0	0	3	5	7	7	42	11,5
2016	4	7	4	4	5	1	0	0	2	7	0	5	39	10,6
2017	4	5	7	4	2	1	2	0	7	5	8	9	54	14,8
2018	6	6	8	0	0	0	0	0	0	3	3	8	34	9,3
2019	7	8	4	5	3	0	0	0	1	10	10	9	57	15,6
2020	4	4	0	0	0	1	0	0	3	7	4		23	6,3
Сума	48	49	37	15	17	3	2	2	19	47	52	51	342	
середня	6,0	6,1	4,6	1,9	2,1	0,4	0,3	0,3	2,4	5,9	6,5	7,3	43,8	
Р, %	14,0	14,3	10,8	4,4	5,0	0,9	0,6	0,6	5,6	13,7	15,2	14,9		100

Аналізуючи спостереження з туманом за 8 років, у пункті дослідження, слід відмітити чіткий річний хід туманоутворення (рис. 2.4), який є характерним для всієї України [3]. Тобто, в більшості випадків, туман формувався в холодне півріччя з жовтня по квітень. Найбільша повторюваність припадала на листопад, а найменша на червень-серпень. Вони обумовлені в цей час частим виносом з півдня вологого і теплого повітря морського походження. В літні місяці тумани відмічаються не щорічно (в середньому біля одного дня в місяць).

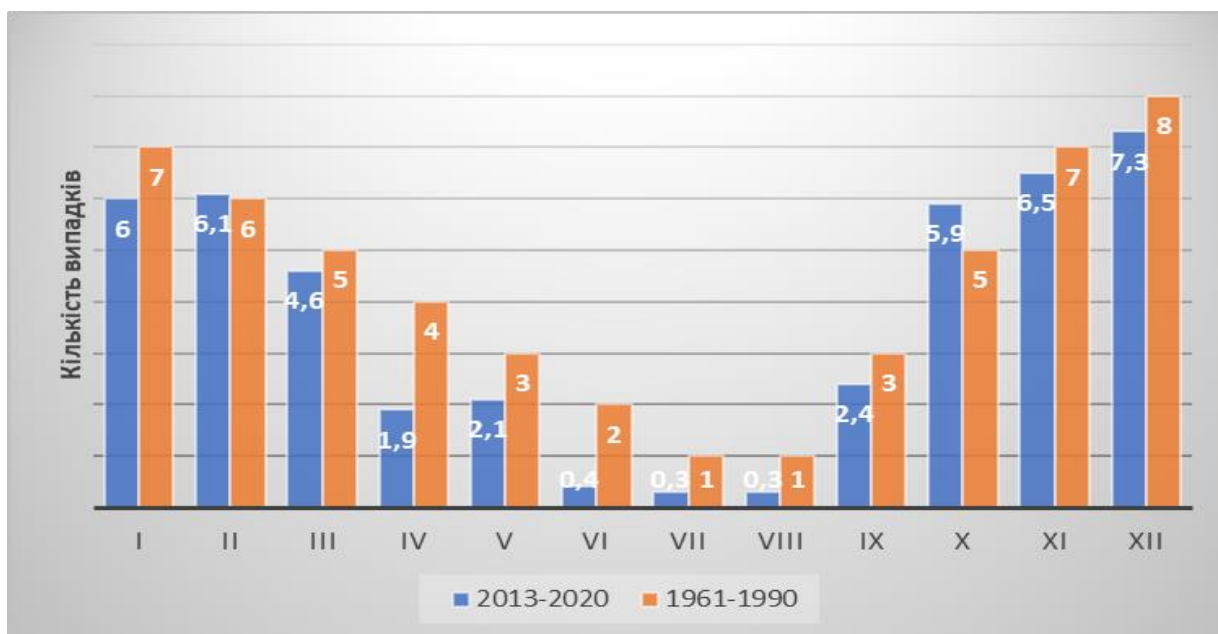


Рис. 2.6. Середня кількість днів з туманами по місяцях на станції А Херсон за періоди 1961-1990 та 2013-2020 рр. [7,10]

Табл. 2.10 – Туман за критеріями НМЯІ, СМЯІІ на станції А Херсон за 2013-2020 рр.[15]

Рік	НМЯ І (жовтий)	СМЯ ІІ (помаранчевий)
2013	4	-
2014	4	1
2015	4	-
2016	3	-
2017	5	-
2018	3	-
2019	5	-
2020	2	-

Тривалість туману різноманітна і коливається від менше 1 години до більше доби. Протягом року найчастіше спостерігалися тумани тривалістю 2-3 і 4-6 годин. У холодний період року тумани триваліші. У теплий період року переважали тумани з середньою тривалістю менше 4 годин. Якщо оцінювати туман за критеріями рівнів небезпеки, то майже всі випадки досягли критеріїв НМЯІ і тільки один випадок за 7 років – СМЯІІ.

2.3 Розподіл температури та вітру при туманах на станції А Херсон за 2013–2020 рр.

Тумани над ст. А Херсон з 2013 по 2020 рр. дуже рідко спостерігались при від'ємній температурі з грудня по березень (табл. 2.11) [7]. Найнижча середньомісячна температура при наявності туману припадала на січень 0,3 - 1,0°C. Решта місяці (з квітня по листопад) температурний фон за наявності туману додатний, та найвищих значень середня температура досягала у серпні та становила 26,7°C (табл. 2.11). Максимальна середня температура утворення туману спостерігалася у серпні та досягала 26,7°C. З осені до весни кількість випадків утворення туману збільшувалася.

Таблиця 2.11 - Розподіл середньої температури повітря при туманах на
А Херсон за період 2013-2020 рр. [4,15]

Місяць	Рік								Середня температура повітря при тумані	Сер.темпер повітря за період 2013-2020
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
I	-1,9	4,4	1,3	0,1	3,2	0,4	1,6	1,8	1,4	-1,3
II	0,0	10,2	0,1	3,6	1,7	3,2	2,1	4,2	3,1	1,3
III	4,7	6,1	0,9	5,8	6,3	2,9	6,8	-	4,8	5,5
IV	8,5	6,4	-	9,6	9,6	-	11,3	-	9,1	11,1
V	14,5	11,9	20,3	14,6	14,8	-	17,7	-	15,6	17,6
VI	-	-	-	18,7	19,7	-	-	23,1	20,5	22,3
VII	-	-	-	-	20,3	-	-	-	20,3	23,9
VIII	17,7	26,7	-	-	-	-	-	-	22,2	24,4
IX	15,4	-	19,4	17,1	16,5	-	15,2	20,8	17,4	18,7
X	7,5	11,3	10,6	12,0	12,6	13,2	10,1	15,4	11,6	11,0
XI	5,8	6,5	4,9	-	5,8	5,8	10,9	4,8	6,4	5,3
XII	-0,5	0,2	1,2	-3,4	1,7	0,2	3,2		0,4	1,6

У січні тумани утворювались за температури 0,1-4,4°C, лише у 2013 – 1,9 °C морозу. Взагалом у січні середня температура при тумані становила 1,4 °C, що на 2,7 °C вище за середні показники за весь період. У лютому

середня температура становила 0,0-4,2 °С, за винятком 2014 року – 10,2 °С, середні показники за весь період майже на 2,0 °С менше, ніж при туманоутворенні.



Рис. 2.7. Середні значення температури при тумані та середні значення температури повітря за період 2013-2020 рр.

Березень характеризувався додатніми температурами при утворенні туману (0,9-6,8 °С), у 2020 році туману не було взагалі. У квітні та травні тумани утворювались не кожний місяць (6,4-20,3 °С), а середні показники за весь період були вищі на 2 °С, ніж при тумані. У червні тумани спостерігались лише у 2016, 2017 та 2020 рр. за температури 18,7-23,1 °С, що на 1,8 °С менше за середні показники за 8 років. У липні зафіксовано лише 2 тумани у 2017 при температурі 20,3 °С. У серпні після 2014 року туманів не було взагалі, а середні показники за весь період були вищі за температуру при тумані більш ніж на 2,0 °С. У вересні тумани утворювались майже кожен рік (окрім 2014,2018 рр.) за температури 15,2-20,8 °С. За весь період спостережень тумани у жовтні спостерігались кожен рік за температури 7,5-15,4 °С. У листопаді туманів не було лише у 2016 році, а взагалом середня температура при туманах становила 6,4 °С, що на 1,1 °С вище за середні показники. Грудень характеризувався додатніми температурами при утворенні туманів, а саме 0,2-3,2 °С, за винятком 2013 та 2016 рр. – 0,5-3,4 °С морозу.

Цікаві залежності отримані між інтенсивністю туману та швидкістю вітру. Вітер є важливою умовою виникнення та існування туману. Слабке турбулентне перемішування зазвичай сприяє туману, а значний турбулентний обмін спричиняє його розсіювання. Для повторюваності туманів, в

залежності від швидкості та напрямку вітру, сприятливі малі швидкості вітру – до 95% випадків приходить на швидкість менше 3 м/с (табл. 2.12) [3].

Таблиця 2.12 – Розподіл середньої швидкості вітру ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$) при туманах на А Херсон за період 2013-2020 рр.[4,15]

Місяць	Рік								Середня швидкість вітру
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
I	1,1	2,1	3,1	2,2	1,0	2,0	0	2,0	1,7
II	2,3	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1	2,0	4,1	2,4
III	2,1	3,0	1,1	3,0	2,0	3,1	2,1	-	2,1
IV	4,1	1,2	-	2,1	1,1	-	3,0	-	1,4
V	1,4	1,0	2,2	2,1	1,0	-	2,0	-	1,2
VI	-	-	-	1,0	1,0	-	-	2,1	0,5
VII	-	-	-	-	1,2	-	-	-	0,2
VIII	1,1	1,1	-	-	-	-	-	-	0,3
IX	1,2	-	2,1	1,1	0	-	3,1	3,0	1,3
X	0	2,1	0	1,1	0	2,0	2,1	2,1	1,2
XI	2,1	3,2	3,1	-	0	2,0	2,2	3,1	2,0
XII	1,2	2,2	2,2	3,1	0	3,1	2,0		1,7
Середня швидкість вітру	1,4	1,5	1,3	1,5	0,8	1,2	1,5	1,4	1,4

У листопаді-березні середні показники швидкості вітру при туманах складають $\sim 2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. З квітня до червня та вересень-жовтень тумани формувалися при малих середніх швидкостях вітру, близько $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, але у цей період тумани відмічалися не щорічно. Виокремлюється також літні місяці при середніх слабких вітрах. Загалом, середня швидкість вітру при туманах на А Херсон склала $1,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ з варіацією посезонно від $2,0 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ взимку до $1,3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ навесні. Середня максимальна швидкість вітру становила $4,1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ у 2013 році. На станції тумани найчастіше спостерігалися при нестійкому вітрі і при вітрі південно-східного, південного та південно-західного напрямку. Менше всього спостерігався туман при північно-східному, північному, північно-західному напрямі.

3 СИНОПТИЧНІ УМОВИ УТВОРЕННЯ ТУМАНУ НА СТАНЦІЇ А ХЕРСОН

3.1 Типізація синоптичних процесів при формуванні адвективних туманів над Україною[6]

При аналізі випадків адвективного туману над територією Західної Європи, вдалось встановити, що найчастіше вони спостерігаються при наступних типах синоптичного положення :

Тип I - квазістаціонарне положення антициклону на півдні Західної Європи в районі над Кавказом, досліджуваний район знаходиться на периферії масивного гребеня цього антициклону. Спостерігається значна адвекція тепла з півдня.

Тип II - баричне поле, подібне першому, але гребінь антициклону зміщений на схід, а над Балканами розміщена сідловина. Напрямок переносу при такому положенні визначити важко.

Тип III – активна циклонічна діяльність в районах Балтійського та Білого морів. Через північ Західної Європи проходять теплі меридіональні орієнтовані фронти. Тумани спостерігаються в теплих секторах циклонів.

Тип IV – повільне зміщення холодного антициклону з півночі, який витісняє витягнуту по широті улоговину з фронтальними хвилями. Адвективні тумани спостерігаються в теплом повітрі і часто зливаються з фронтальними туманами.

Тип V – затухаючий західний перенос після значної адвекції тепла та вологи, іноді в ньому розвиваються слабкі гребені та улоговини. Тумани охоплюють великі території, тривалість туману коливається в широких межах.

Тип I. Квазістаціонарне положення антициклону на південному сході Західної Європи. Цей тип має найбільшу повторюваність, особливо в першу половину холодної пори року, листопад – грудень. Баричне поле цього типу залишається часто протягом декількох днів без суттєвих змін, а погода змінюється від ясної до низької хмарності і туману. Особливістю цього типу є те, що в ньому довгий час спостерігається низька хмарність, і тільки в окремих випадках вона переходить в туман.

Тип II. Сідловина над Східною Європою при наявності гребеня над Кавказом. При здійсненні цього типу частіше тумани спостерігаються над Україною. Адвективні зміни температури і точки роси в цьому випадку дуже малі, а головне складно визначити напрям переносу.

Слід відмітити, що як в типі II так і в типі I, нерідко є випадки, коли адвективний туман зливається з радіаційним. На фоні ясної погоди місцями спостерігаються прояснення, які на синоптичних картах важко помітити. В таких випадках утворюються або радіаційні тумани, або при натіканні низької хмарності створюються малі адвективні градієнти температури, і нижня межа хмар доходить до поверхні землі.

В утворенні туманів в типі II важливу роль відіграють опади, що випали напередодні, а також радіаційний фактор. Тому ці тумани мають складну структуру, ніж звичайні адвективні. Їх можна назвати адвективно-радіаційні.

Тип III. Зміщення меридіональних фронтів по північних районах Західної Європи при розвитку активної циклонічної діяльності над Балтійським і Білим морями. Для цього типу характерні такі особливості.

1. Тумани спостерігаються в теплом секторі циклонів, якщо в останньому відбулось суттєве розрідження ізобар і ослаблення вітру. Вітер повинен бути не менше 5–7 м/с.

2. Зона туману в теплом секторі зміщується разом з теплим сектором циклону.

Зазвичай тумани при вказаній синоптичній ситуації супроводжуються значною адвекцією тепла і вологи. Однак тумани починають утворюватися при послабленій адвекції, за виключенням тих випадків, коли адвективний туман змішується з туманом теплового фронту.

Тип IV. Повільне переміщення антициклону з заходу вслід за витягнутою по широті улоговині з фронтальними хвилями. Зміщення антициклону та улоговини на південь відбувається дуже повільно, тому туман досягає великої тривалості – 8–10 год., а іноді і більше. Тумани часто супроводжуються мрякою і майже не мають добового ходу, тому що в просторій улоговині часто спостерігається багат шарова хмарність.

Північний антициклон як правило є холодним баричним утворенням, завдяки чому у фронтальній зоні в нижньому шарі атмосфери складаються великі контрасти температур. Повторюваність невелика, але майже кожен

випадок відбувається при температурі в нижньому шарі повітря в градації від 0 до -10°C . Тому крім туману спостерігається також інтенсивне обледеніння.

Тип V. Затухаючий західний перенос після значної адвекції тепла та вологи. Особливістю цього процесу є перехід від потужної адвекції до стабілізації вологого теплого повітря, коли після значних адвективних змін температури і вологості починає переважати процес трансформації, при якому відбувається конденсація вологи і поступове зниження температури в нижньому шарі атмосфери.

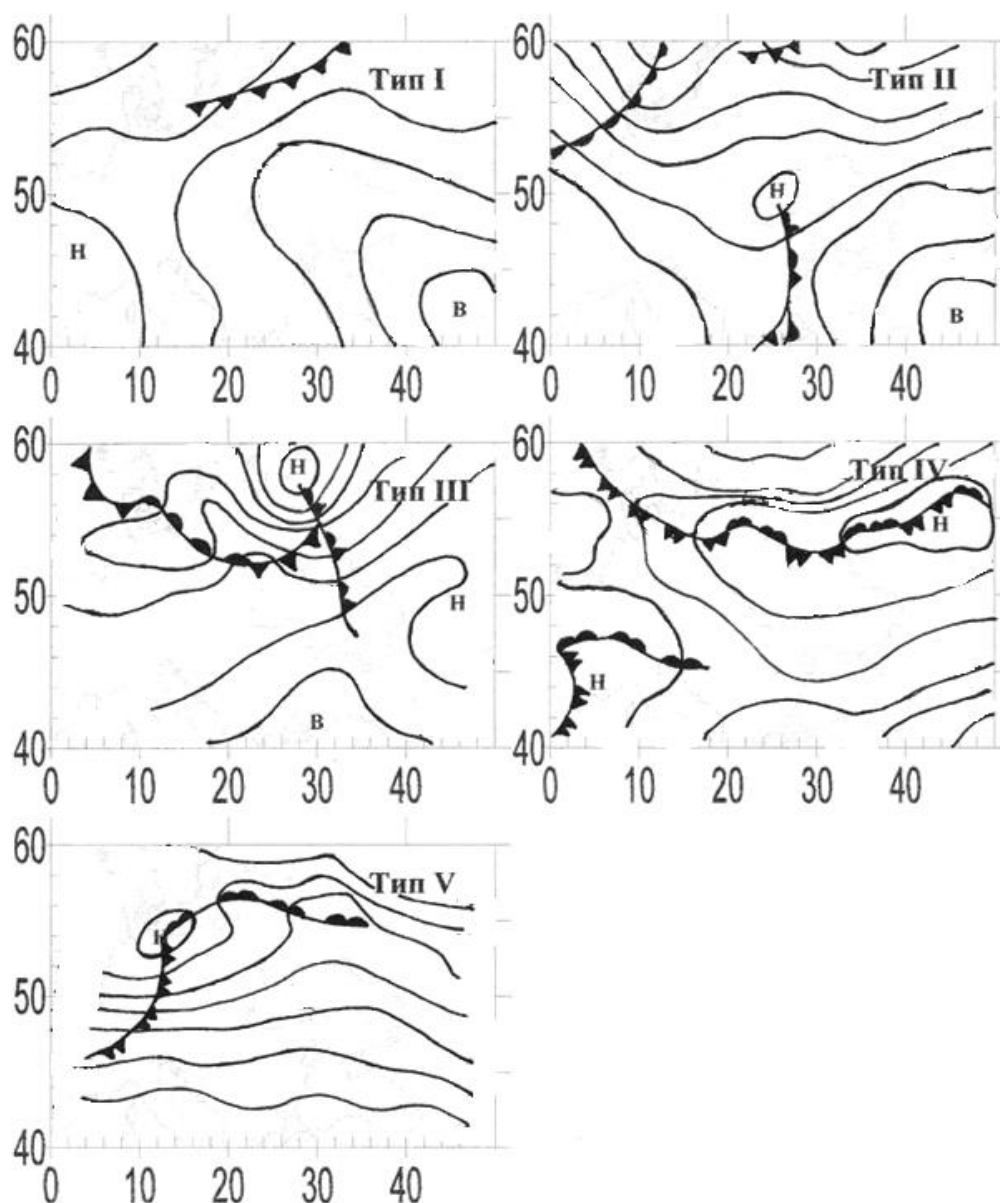


Рис. 3.1. Типізація синоптичних процесів над Україною при виникненні адвективних туманів [6]

Адвекція тепла і вологи в цьому процесі створює попередні сприятливі умови для туманів, що спричиняє значні позитивні відхилення температури. Після потужної адвекції тепла як правило відбувається в середній тропосфері вирівнювання горизонтальних контрастів температури і вологості. Тому, незважаючи на наявність горизонтальних потоків, адвективні зміни температури практично нульові, а при послабленні потоків зменшується також і турбулентне змішування. Чим більша потужна адвекція тепла і вологи і чим до більшого позитивного відхилення температури від рівноваги вона приводить, тим більш стійким буде туман і тим менше в ньому видимість. Оскільки тумани в цьому типі утворюються при затухаючому переносі, то розміщення осередків росту і падіння тиску при складанні прогнозу відіграє досить важливу роль.

Отже, на території України тумани найчастіше утворюються в холодну пору року після значних похолодань, коли починається значний перенос тепла з півдня на попередньо охолоджену поверхню. Основною причиною, що приводить до росту відносної вологості і утворенню туманів в цих випадках, є індивідуальне пониження температури від поверхності ґрунту. Важливе значення при цьому має пониження температури в результаті радіаційного випромінювання ґрунту і забрудненого аерозолями приземного шару повітря.

Радіаційні тумани над територією Європи найчастіше формуються в антициклонах і розмитих баричних полях. Визначення типу туману відбувалось у відповідності з класифікацією туманів. Радіаційний туман формується над сушею при безхмарній погоді, слабкому вітрі в результаті нічного зниження температури повітря перед сходом Сонця, коли мінімальна температура повітря стає нижчою за точку роси у вечірній строк за рахунок радіаційного охолодження підстильної поверхні. Формування радіаційного туману відбувається в антициклонах, гребенях, баричних сідловинах, іноді, переважно влітку, у мало градієнтному полі зниженого тиску. В більшості випадків туман виникає при малохмарній погоді та швидкості вітру біля поверхні землі до 2-3 м/с. При повному штилі перенос вологи обумовлюється тільки молекулярними процесами, і хоча на поверхню ґрунту може випасти роса, туман не виникає через відсутність перемішування. Чим ближче повітря до стану насичення, тобто, чим менший дефіцит точки роси у вечірні години і відносна вологість більше 60%, тим більш сприятливі умови для виникнення туману. Чим більша точка роси і її зниження протягом ночі, тим густіший

повинен бути радіаційний туман. Чим нижча температура повітря і менша швидкість вітру, тим більше повинно бути зниження точки роси в умовах радіаційного охолодження. Інверсійний розподіл температури при малому дефіциті точки роси у шарі 50-300 м від поверхні землі сприятливий для виникнення радіаційного туману. Радіаційний туман, як правило, утворюється ввечері або вночі і розсіюється через деякий час після сходу Сонця, приблизно через 2 год. над ґрунтом і через 2-4 год. над сніговим покривом. Стан поверхні ґрунту (її вологість) грає суттєву роль у виникненні туману.

Виникненню туману сприяє також увігнутий рельєф місцевості (долина, улоговина), куди вночі стікає повітря з більш високих місць, застоюється і додатково охолоджується.

Адвективні тумани найчастіше спостерігаються в циклонах та улоговинах, а також на західній периферії антициклонів. Відомо, що адвективні тумани спостерігаються не при будь-яких синоптичних положеннях, тому доцільно виділити синоптичні положення і встановити деякі прогностичні ознаки здійснення кожного з них.

У Херсонській області тумани спостерігалися у 2013-2020 рр. переважно при стаціонуванні антициклону та в теплому секторі циклону. Найчастіше тумани спостерігалися вночі і зранку. Максимальна їх повторюваність зафіксована в період з 02 до 08 годин ранку, а мінімальна - в період з 12 до 15 годин.

На наступному етапі роботи проведено дослідження повторюваності туманів за умовами виникнення: адвективні, радіаційні, адвективно-радіаційні.

Як видно з табл. 3.1 та рис. 3.2, адвективні тумани в основному відмічаються з вересня по квітень, з найвищими показниками у грудні, січні та лютому (28, 26 і 27% відповідно); у квітні та вересні такі тумани зустрічаються рідко; відзначається деяке збільшення повторюваності адвективних туманів у березні і жовтні (15 і 6% відповідно), а з травня по серпень цей тип туманів в Херсоні взагалі не спостерігався.

Радіаційні тумани на станції спостерігаються щомісячно, з максимумом повторюваності у жовтні – 17% і мінімальною часткою у літні місяці (1-2%).

Адвективно-радіаційні тумани реєструються найчастіше з жовтня по грудень, з рівнозначною високою повторюваністю у березні (13-20%), максимум припадає на листопад (16%).

Таблиця 3.1 – Розподіл туманів на станції А Херсон по типах за 2013–2020 рр.[4, 15]

Місяць	Тип туману					
	адвективний		адвективно-радіаційний		радіаційний	
	к.в.	%	к.в.	%	к.в.	%
I	26	22	5	6	10	7
II	27	23	5	6	19	13
III	15	13	10	13	13	9
IV	1	1	7	9	20	14
V	0	0	6	8	10	7
VI	0	0	0	0	3	2
VII	0	0	0	0	2	1
VIII	0	0	0	0	2	1
IX	1	1	8	10	10	7
X	6	5	10	13	24	17
XI	16	13	16	20	17	12
XII	28	23	13	16	12	8
рік	120	35	80	23	142	42

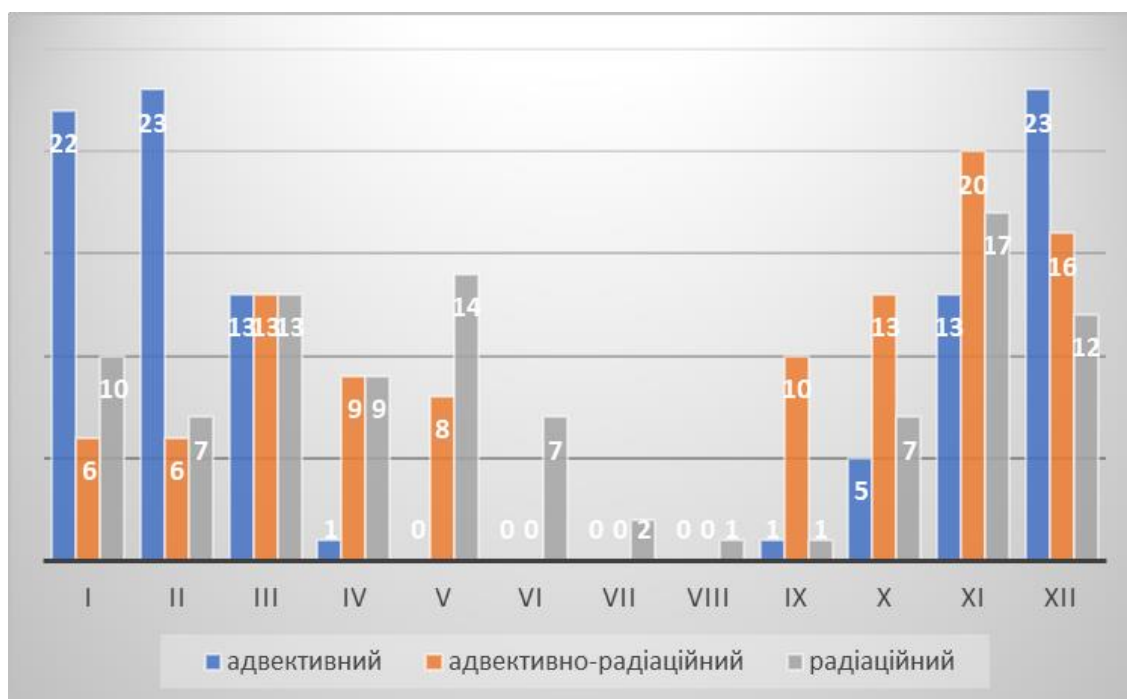


Рис.3.2. Місячна повторюваність туманів за умовами виникнення на А Херсон за період 2013-2020 рр., (%)

Влітку червні-серпні адвективно-радіаційні тумани не спостерігаються, зазначимо також рівнозначну низьку повторюваність таких туманів в січні-лютому (6%).

Отже відносно частіше видимість погіршують на ст. А Херсон радіаційні тумани, менш за все – адвективно- радіаційні. Максимальної інтенсивності туманоутворення у пункті дослідження досягало взимку за рахунок адвективних туманів, мінімальної – у липні та серпні, тобто у найсухіші та найспекотніші місяці літа.

3.2 Аналіз метеорологічних та синоптичних умов формування туману в районі Херсону з 8 по 10 лютого 2014 р.

Впродовж періоду дослідження лише одного разу спостерігався туман, що відповідав критеріям СГЯ, тобто безперервно зберігався більше 12 годин, а саме 60 годин (з 00 UTC 8 лютого по 09 UTC 10 лютого 2014 р.). Внаслідок чого, станом на ранок 9 лютого, через вплив сильного туману з обмеженнями працювали морські порти: Миколаївський, Херсонський, Іллічівський, Одеський, Южний, Скадовський і Октябрьськ. Закрилися для руху суден Херсонський і Бузько-Дніпровсько-Лиманський морські канали. Інші об'єкти транспортного комплексу та поштового зв'язку функціонували у звичайному режимі. Також, аеропорти Одеса та Херсон у зв'язку з туманами і обмеженою видимістю з 8 по 10 лютого не прийняли рейси з Москви, Києва та Стамбула, не відправили літаки в Стамбул та Київ. Інші рейси затримуються.

Погода м. Херсона та Херсонської області в період з 8 по 10 лютого 2014 р. визначалась південно-східною периферією глибокого циклону з центром над островами Великобританії. Мінімальний тиск в його центрі 950 гПа був зафіксований 9.02.14р. в 00 UTC. В наступні дві доби циклонічний вихор втрачав свою активність і поступово заповнювався, станом на 00 UTC 10.02.14р. 966 гПа. Циклон маючи квазівертикальну вісь (висотні центри на картах АТ-850 гПа, АТ-700 гПа та АТ-500 гПа) майже співпадають практично був малорухомих.

На південній периферії циклону, з помірних широт Атлантики через Середземне море в нижній та середній тропосфері на територію України

переміщувались теплі повітряні маси, які сприяли утворенню стійких глибоких інверсій. Малоактивні атмосферні теплі фронти та фронти оклюзії повільно, зі швидкістю 10-15 км/год. переміщувались із заходу на схід. В приземному шарі повітря спостерігався вітер південної чверті і відбувалась на територію Херсонської області адвекція теплого вологого повітря, яке додатково насичувалось вологою завдяки таненню снігового покриву.

Погодні умови над Атлантико-Європейським сектором 8 лютого формувалися під впливом дуже глибокого циклону з центром над Ірландією, де атмосферних тиск становив 960 гПа. Це баричне утворення охоплювало весь Європейський континент до Уралу та північ Атлантичного океану (рис. В.1, В.2), характеризувалося термічною неоднорідністю та простежувалося до рівня 300 гПа з квазівертикальною віссю (рис. В.3-В.6), та у ньому оклюдує полярний фронт. Отже вказаний циклон знаходився на стадії максимального розвитку.

Територія півдня України 8 лютого 2014 р. знаходилася у теплому секторі, та спостерігався винос теплого і вологого повітря з південного заходу (рис. В.1). Протягом наступної доби продовжувалося заглиблення циклону, та тиск у його центрі знизився до 953,9 гПа, а саме центр пересунувся на 300 км на схід та розташувався над північними районами Великої Британії (рис. В.6, В.7). Тому спостерігалось зміщення ВФЗ і фронтальних систем також у східному напрямку (рис. В.8-10). Внаслідок цих змін атмосферних процесів територія України опинилася повністю у термічному гребені (рис. В.8), тому що конфігурація арктичного фронту утворила подвійний теплий гребінь (тип III), а на полярному фронті утворилася оклюзія над Румунією та заходом України. Вказаний гребінь пересувався над Україною у квазізональних потоках над охолодженою підстильною поверхнею, що сприяло туманоутворенню.

У наступну добу центр циклону над Великобританією продовжив переміщення на північний схід, але тиск почав зростати та становив 966,3 гПа, тобто за добу він збільшився на 12,4 гПа, що свідчить про поступове заповнення цього циклону (рис. В.11, В.12). Він набув більшої термічної однорідності, але зберіг вертикальну вісь та розповсюдження до 500 гПа (рис. В.13-15).

Погодні умови над територією України 10 лютого визначалися баричної улоговиною циклону з центром над Великобританією та проходженням

гребеня теплого повітря на висотах. Впродовж доби над півднем пройшов фронт оклюзії, що забезпечив опади у вигляді облогового дощу у 09-12 UTC, які припинили безперервне збереження туману. Але ввечері 10 лютого знову в районі Херсону спостерігався туман через відсутність змін макроциркуляційного поля.

Аналіз аерологічної структури повітряних мас над південним заходом України за допомогою радіозонду над Одесою 8-10 лютого 2014 р. (рис. В.16-18) у 00 UTC, то виявив формування та збереження на три доби приземних інверсій, які розповсюджувалися до висоти 800-1500 м. Найбільш могутня інверсія (1500 м) спостерігалася 9 лютого (рис. В.17), а найінтенсивніша – 10 лютого (9,2 °C при потужності 500 м).

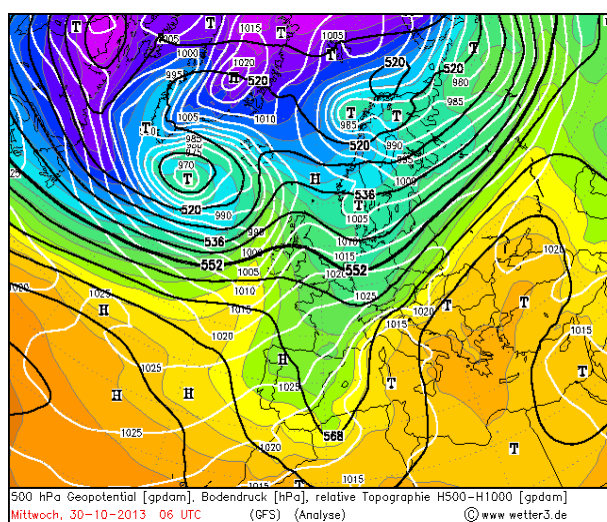
3.3 Характеристика траєкторій адвекції переносу повітряних мас на початок туману на ст. А Херсон

Зворотня траєкторія переміщення повітряних мас від пункту дослідження відображає шлях елементарної повітряної частинки в моменти часу, що передують її приходу в задану географічну точку. Іншими словами, це траєкторія повітряної маси в залежності від зворотного відліку часу. Використовують траєкторії, що приходять в пункт моніторингу на висоті 500, 1000 та 5000 м [19].

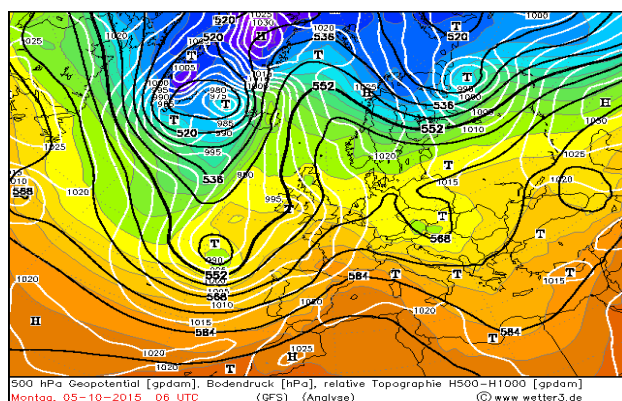
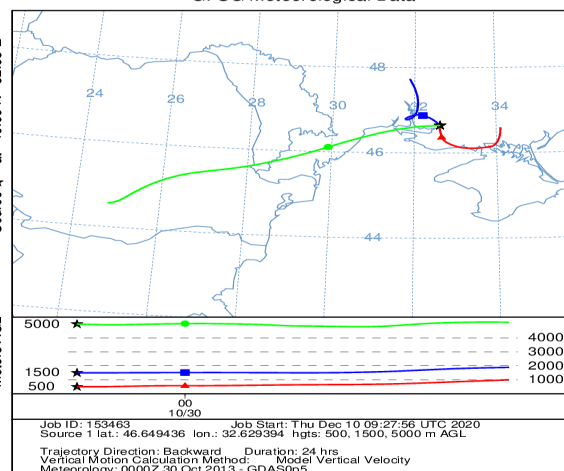
В рамках дослідження були побудовані для виявлення точного місця походження повітряної масі на початок туману з видимістю менш ніж 200 м зворотні адвективні траєкторії на 12 години з використанням модельного розрахунку трьохвимірних траєкторій HYSPLIT [19].

Пунктами для відліку траєкторії були координати ст. А Херсон, та як видно з рис. 3.3-3.9 переважно туманоутворюючий потік був спрямований з південного заходу, але по місяцях розташування вихідних точок траєкторії переносу відрізняється.

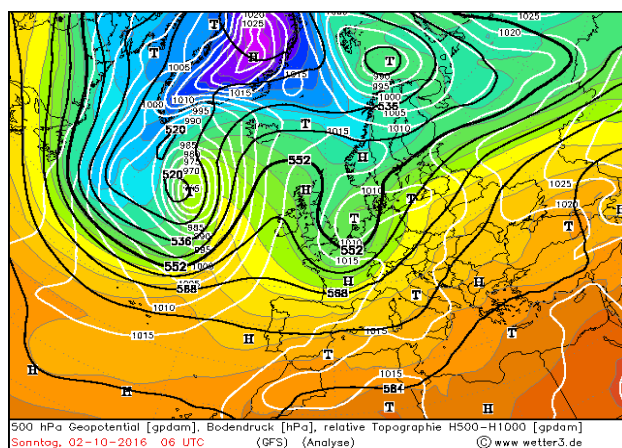
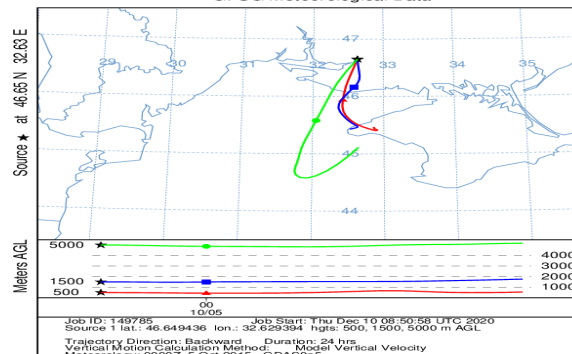
У жовтні адвективні тумани з видимістю менше 200 м (рис. 3.3) спостерігалися по одному разу у 2013 та 2015, та двічі у 2016 р. Всі чотири випадка утворилися у малоградієнтному полі зниженого тиску біля землі при збереженні зонального переносу повітряних мас на рівні 500 гПа. Через невелики значення баричних градієнтів біля землі траєкторія переносу на рівні 500 та 150 м не перевищують 500 км/12 год., та лише на висоті 5000 м повітря



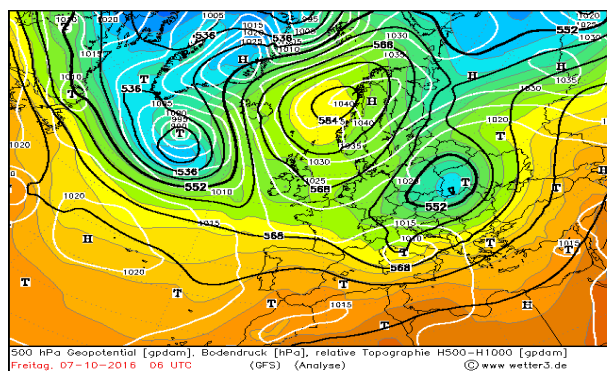
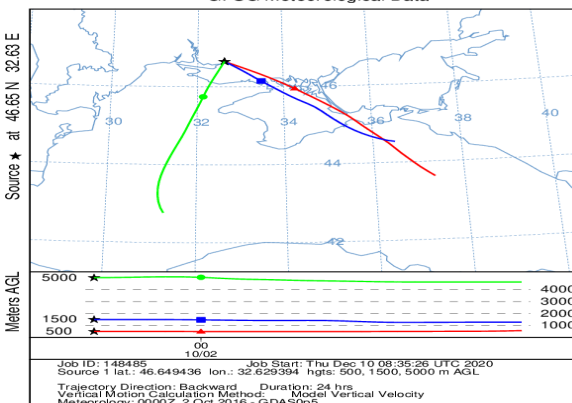
NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 30 Oct 13
GFSG Meteorological Data



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 05 Oct 15
GFSG Meteorological Data



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 02 Oct 16
GFSG Meteorological Data



NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 0600 UTC 07 Oct 16
GFSG Meteorological Data

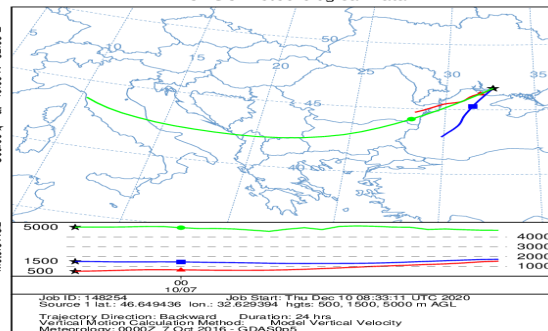


Рис. 3.3. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у жовтні

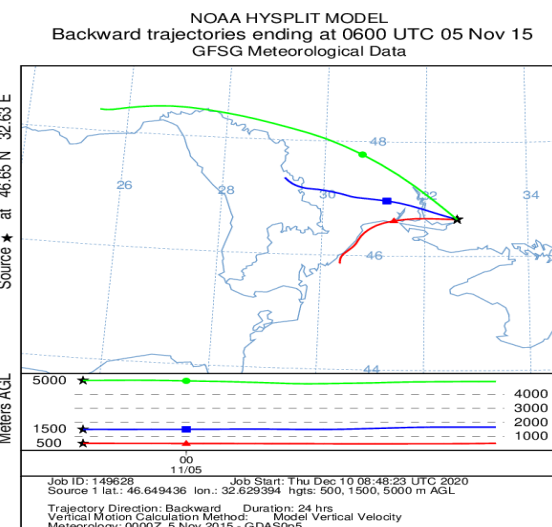
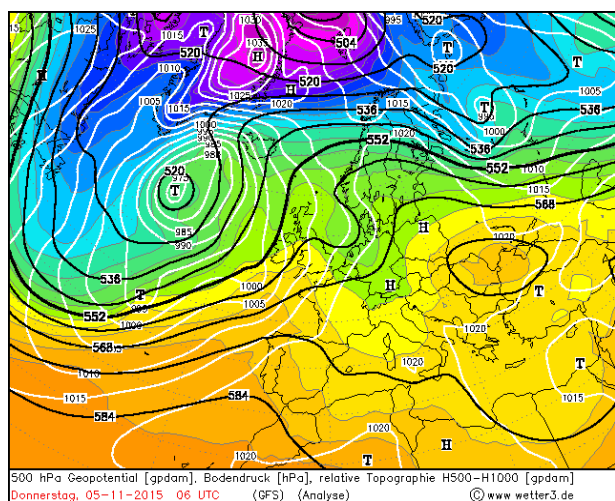
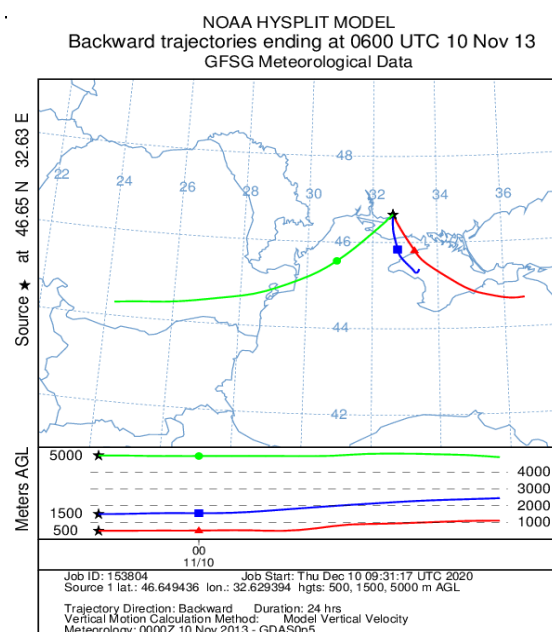
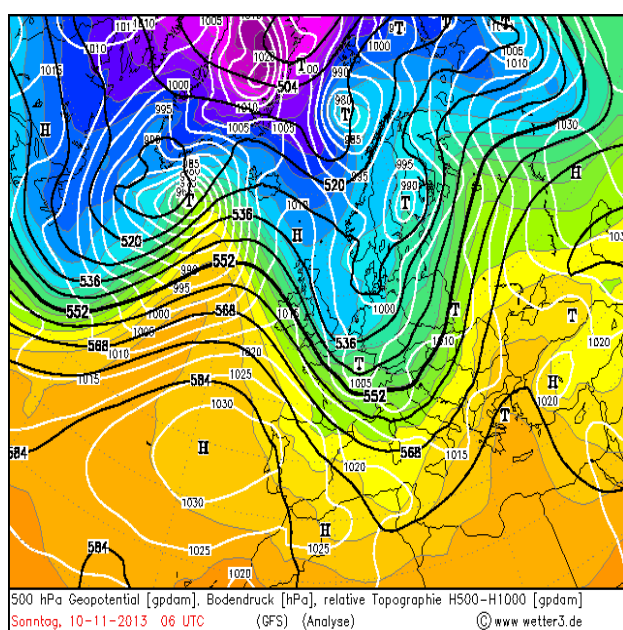
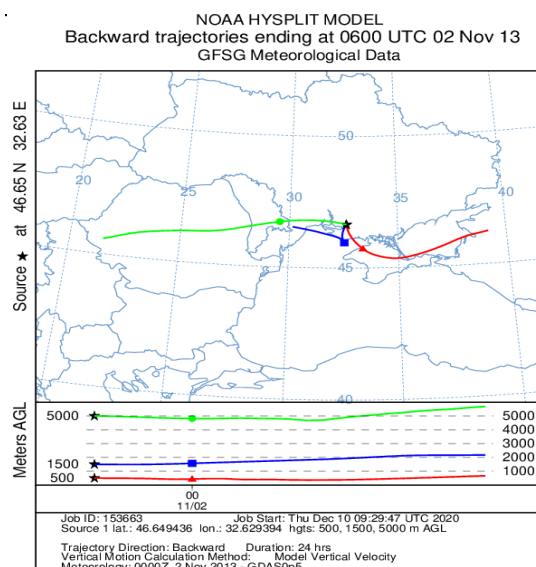
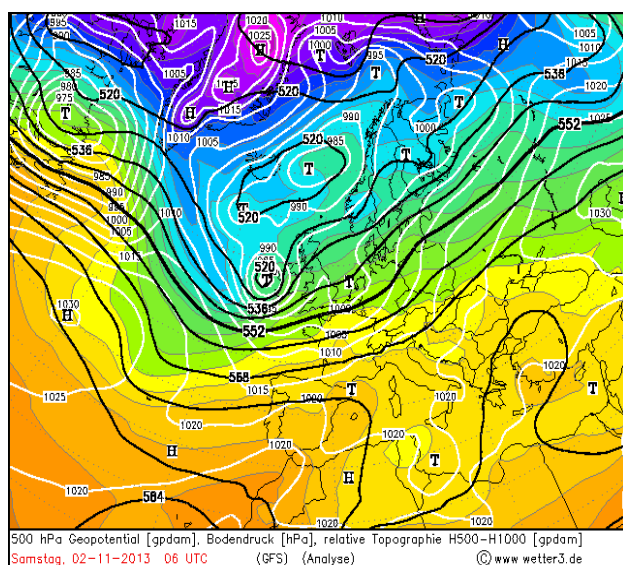


Рис. 3.4. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у листопаді

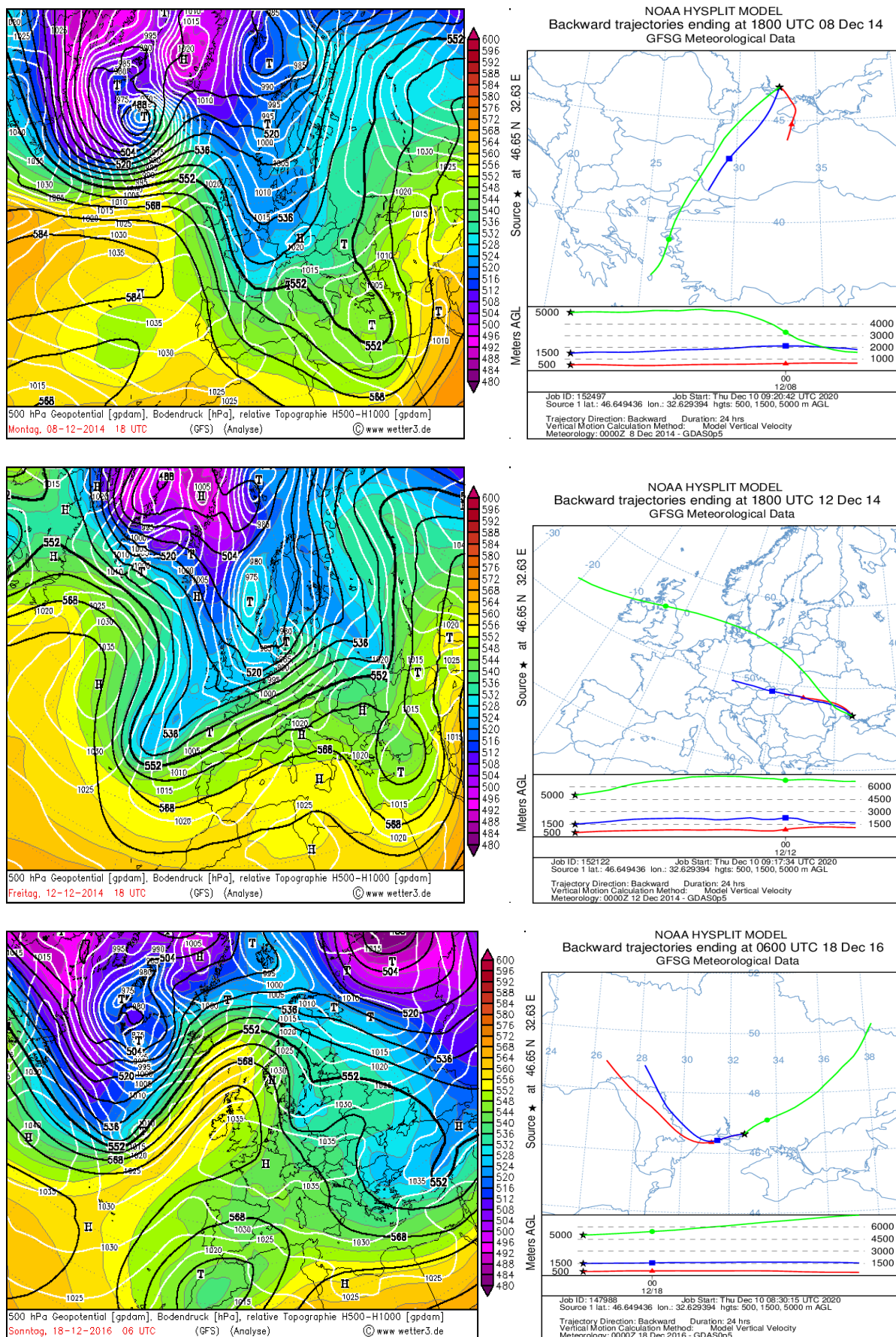


Рис. 3.5. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у грудні

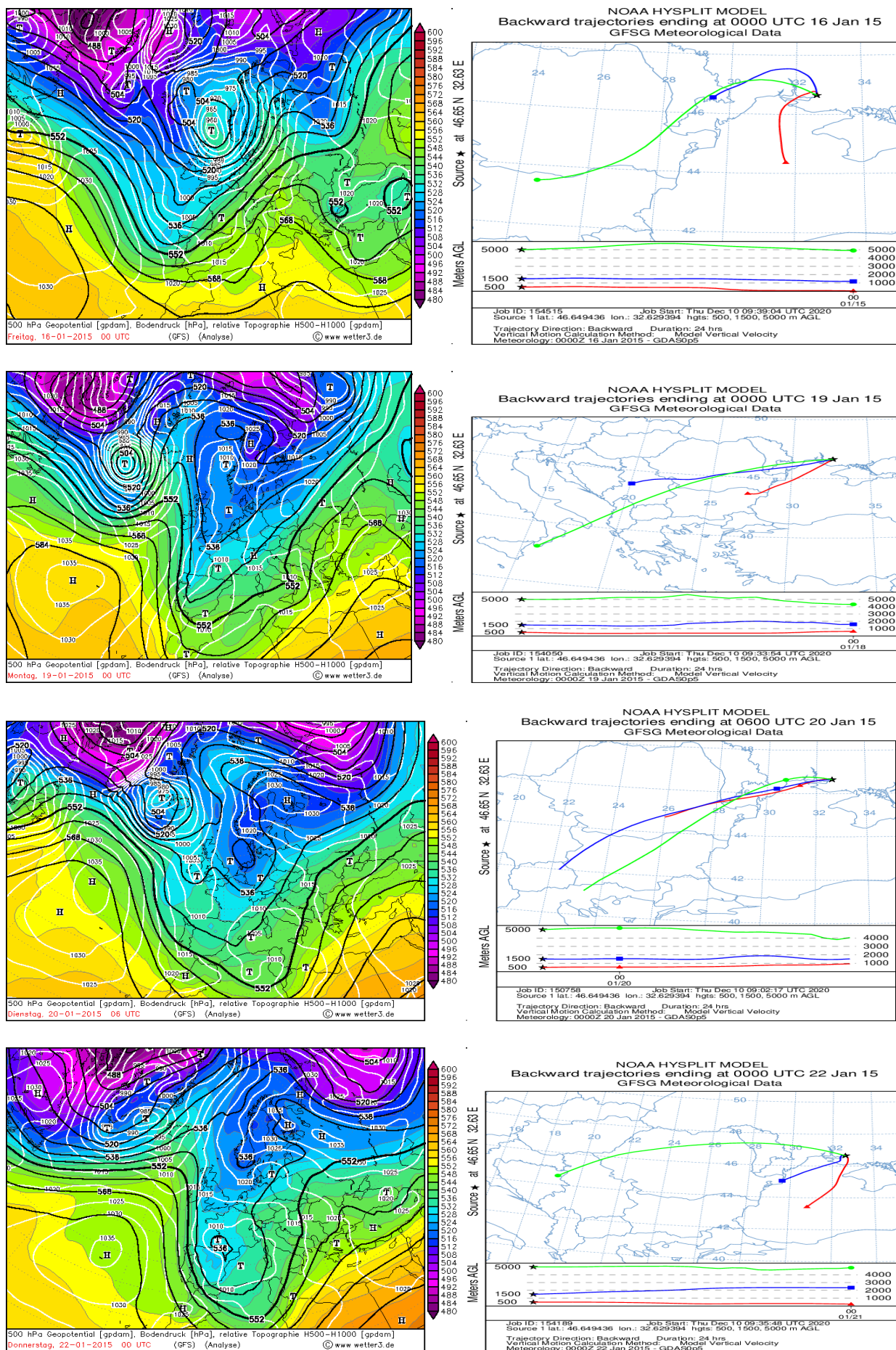


Рис. 3.6. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у січні

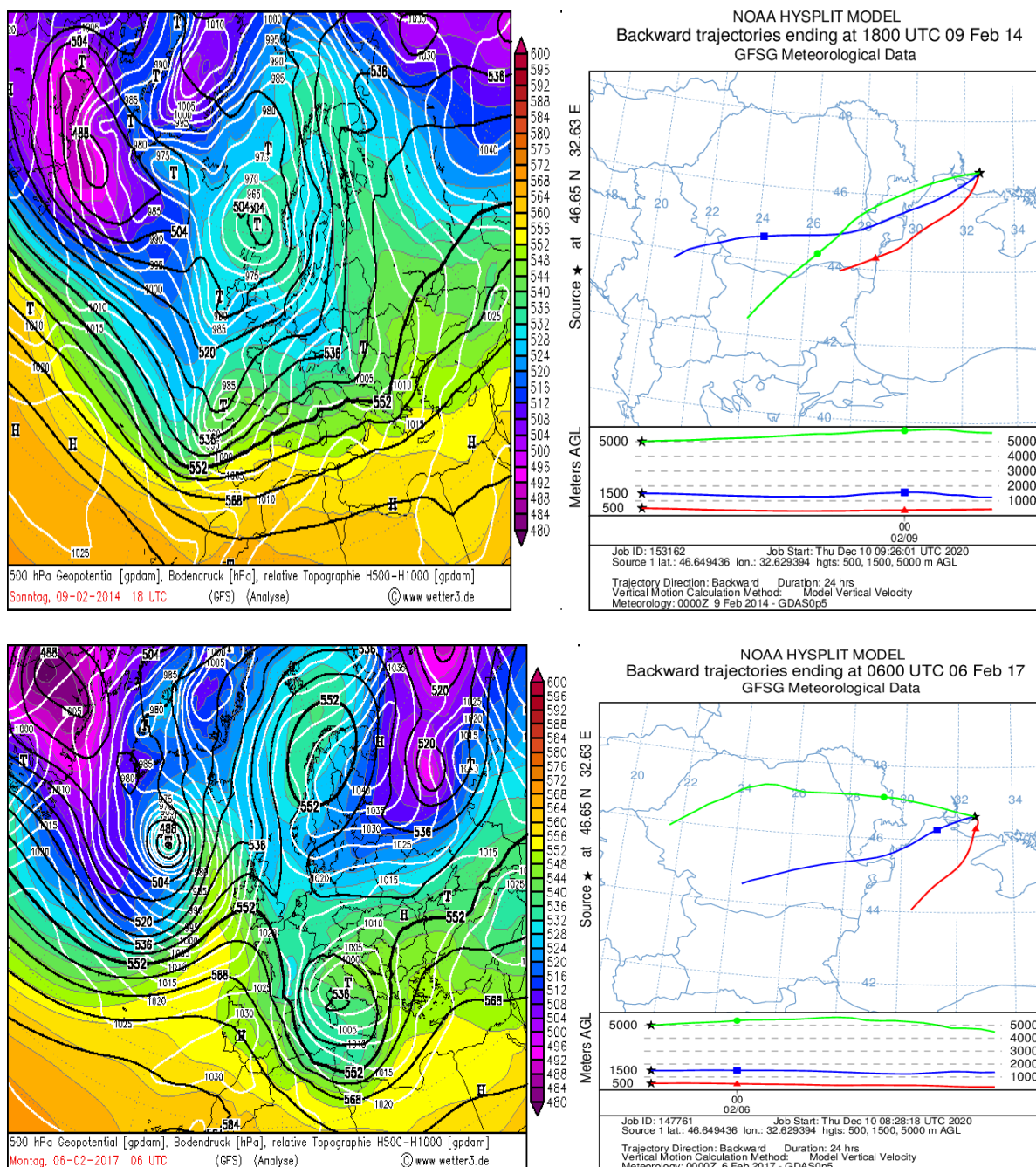


Рис. 3.7. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у лютому надходило з півдня Румунії, півночі Італії та центральних районів Чорного моря, отже спостерігався південний або західний перенос у середньої тропосфери.

У листопаді сильний туман (рис. 3.4) фіксувалася лише трічі, але всі три траекторії переносу відрізнялися відносно невеликою довжиною на висоті 500 м та різним напрямом переносу на висоті 5000 м відносно нижніх рівнів. Характер атмосферної циркуляції над Східною Європою 2 листопаду 2013 р. суттєво не відрізнявся від процесів туманоутворення у жовтні – малоградієнтно приземне поле тиску та західний перенос на висоті 5 км.

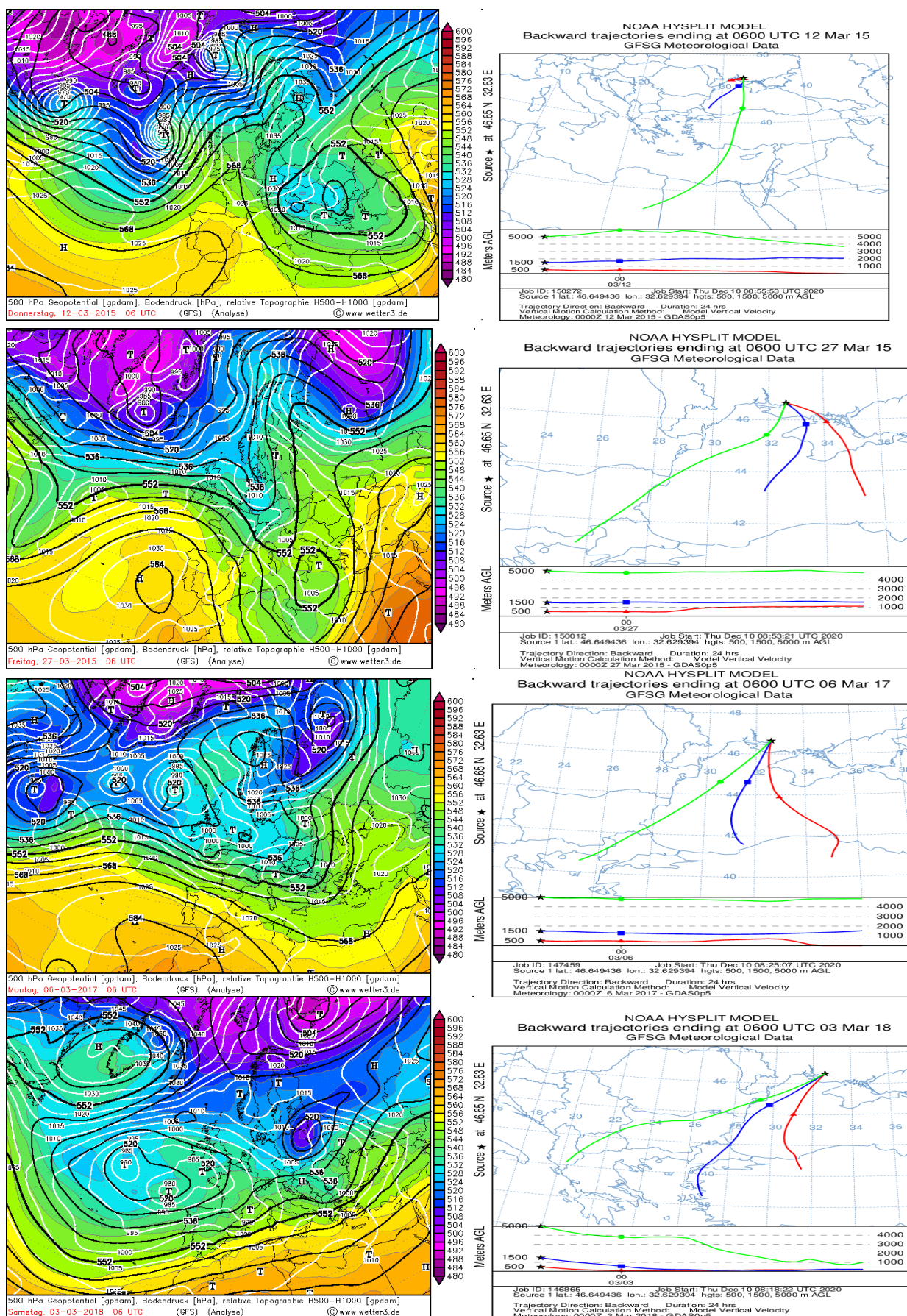


Рис. 3.8. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у березні

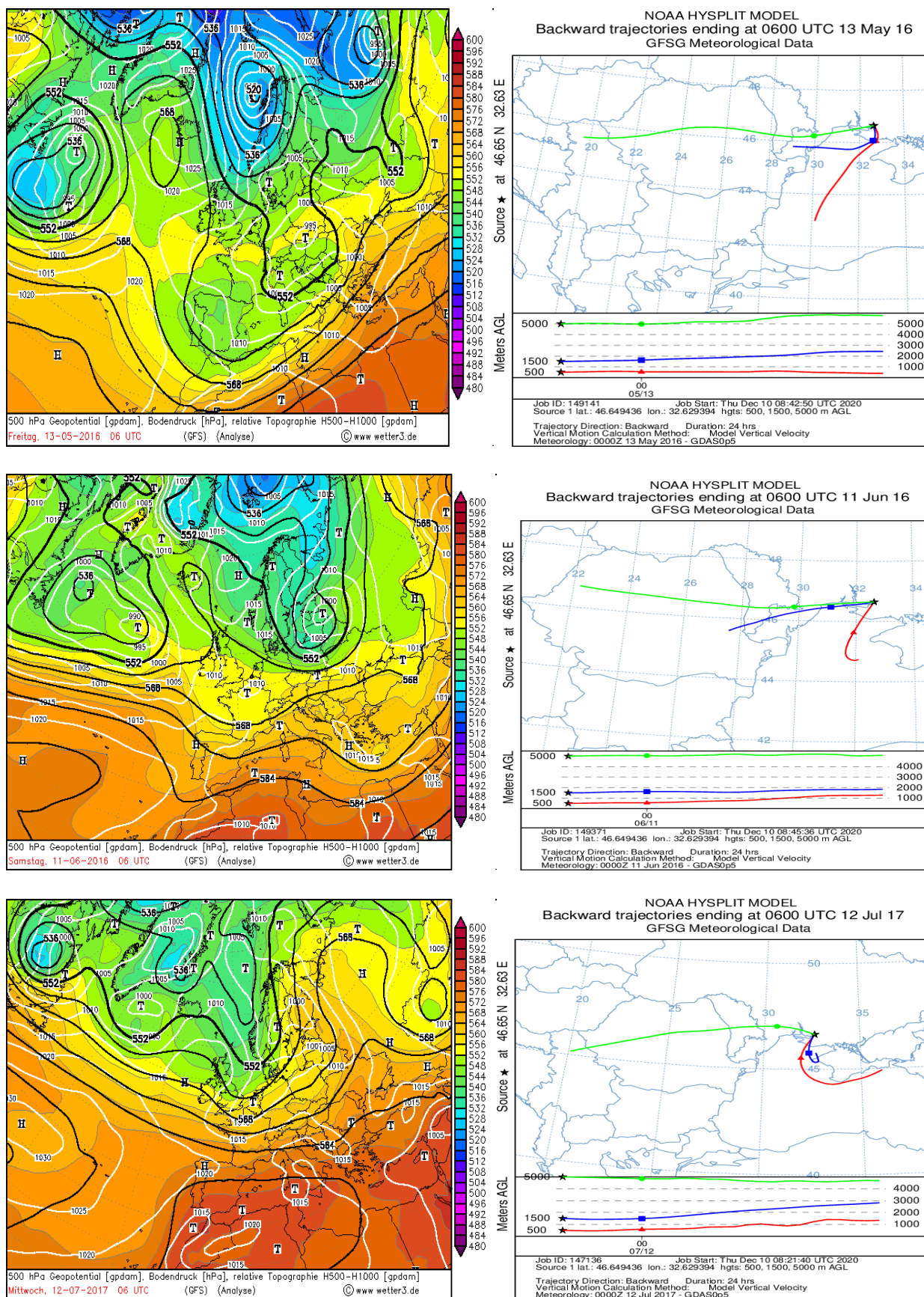


Рис. 3.9. Траекторії адвекції на початок туману на ст. А Херсон у травні, червні, липні

Наступний випадок утворився під впливом улоговини, а третій – майже на вісі гребеня, причому характер баричного рельєфу на рівні 500 гПа практично співпадав з приземним, тому перенос повітря на 500 гПа відбувався з півдня Румунії та півночі Молдови.

У грудні сильний туман (рис. 3.5) утворювався за наявності витягнутої висотної улоговини від Скандинавії до Середземного моря, а залежно від розташування вісі цієї улоговини траєкторія адвекції на висоті 5 км спрямована з південного заходу, північного заходу та північного сходу, але на висотах 500 та 1500 м – спостерігається перенос з північного або південного заходу.

Січневі тумани посилювалися (рис. 3.6) лише при західному або південно-західному перепосі повітряних мас, та знову на нижніх висотах траєкторії адвекції значно менше, ніж на висоті 5000 м, тому що формуванню туману сприяє послаблення приземного вітру.

У лютому та березні циркуляційні умови виникнення сильного туману (рис. 3.7 та рис. 3.8) практично не відрізняється від січня.

Сильні адвективні тумани теплого півріччя (рис. 3.9) утворювалися під впливом значного західного переносу, коли за 12 год. повітря на висоті 5 км пересувалося з північного-заходу Румунії до району Херсона. Нижче спостерігався менш інтенсивний південний потік повітря.

Отже, туман на ст. А Херсон утворювався за умов:

- а) переважного переносу з південного заходу або заходу на рівні 5000 м.
- б) менш інтенсивного переносу з південного заходу або півдня на висоті 500 та 1500 м.
- г) наявність баричної улоговини або малоградієнтного поля атмосферного тиску біля землі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи отримані наступні висновки:

1. В середньому за рік на станції А Херсон у 2013-2020 рр., спостерігалось 43,8 днів з туманом, що менше ніж у 1961-1990 рр. – 52 дні [10]. Виявилось зниження активності туманоутворення навесні та влітку 2013-2020 рр. у порівнянні з багаторічними даними..

2. У пункті дослідження відмічається чіткий річний хід туманоутворення у 2013-2020 рр. з максимумом, який припадав на листопад-лютий.

3. Найчастіше тумани формувалися вночі і зранку, тобто максимум повторюваності зафіксована з 02 до 08 год., а мінімальна - з 12 до 15 год.

4. Тривалість туману коливалася від менше 1 години до більше доби. Найчастіше спостерігалися тумани тривалістю 2-3 і 4-6 годин, а у холодний період року тумани були триваліші.

5. В пункті спостереження тумани найчастіше спостерігалися при нестійкому вітрі та при вітрі південно-східного напрямку. Менше за все формувався туман при північно-східному, північному, північно-західному напрямі приземного вітру. Начастіше тумани утворювалися при штилі і при швидкості 1-2 м/с. Туман при швидкості вітру більше 5 м/с в Херсоні не спостерігався взагалі за 2013-2020 рр.

7. У холодне півріччя більш 60 % туманів в районі Херсону були адвективного походження, а радіаційні тумани формувалися частіше влітку та у травні (30-35 %), коли виникало 1-3 випадки.

8. В Херсонській області тумани спостерігалися переважно при стаціонуванні антициклону та в теплому секторі. Третина адвективних туманів формувалася при III типі, тобто при пересуванні меридіональних фронтів північними районами Західної Європи, коли південь України знаходиться у теплому секторі та у південно-західних потоках.

9. Переважно туман у Херсоні утворювався при південно-західному та південно-східному переносі повітряних мас.

10. Туман, що безперервно зберігався 56 годин з 8 по 10 лютого 2014 р., формувався під впливом адвекції теплого вологого повітря на південно-східній периферії глибокого циклону з центром над островами Великобританії

з мінімальним тиском 953,9 гПа., яке додатково насичувалось вологою завдяки таненню снігового покриву. Склались класичні умови для утворення адвективного туману з видимістю 100-500 м, в окремих пунктах на кілька годин видимість погіршувалась до 50 м, при цьому температура повітря була $4,3^{\circ}$, а швидкість вітру 0 м/с.

11. Сильні адвективні тумани з відимістю менше 200 м утворювалися при переважанні переносу з південного заходу або заходу на рівні 5000 м, менш інтенсивного переносу з південного заходу або півдня на висоті 500 та 1500 м та наявності баричної улоговини або малоградієнтного поля атмосферного тиску біля землі.



ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 230 с.
2. Гойса Н.И. Некоторые закономерности суточного и годового хода радиационного баланса подстилающей поверхности и его составляющих // Труды УкрНИГМИ. 1962. Вып. 31. С. 60–81.
3. Клімат України. За редакцією В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко / Видавництво Раєвського. Київ, 2003. 343 с.
4. Книжки КМ-01 на станції А Херсон з 2013 по 2020 рр.
5. Кошеленко И.В. Некоторые радиационные характеристики при тумане // Труды УкрНИГМИ. 1965. Вып. 47. С. 22 – 29.
6. Кошеленко И.В. Синоптические условия образования адвективного тумана // Труды УкрНИГМИ, 1956. Вып. 5. С. 170-178.
7. Практикум з синоптичної метеорології: Навчальний посібник / Під ред. Г.П. Івус, С.М. Іванової. Одеса: Вид-во «ТЕС», 2004. 419 с.
8. Школьный Є.П. Фізика атмосфери // К.: Міносвіти України, 1997. 698 с.
9. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційна метеорологія. Конспект лекцій. Дніпропетровськ: Економіка, 2006. 140 с.
10. Кошеленко И.В. Туманы // Труды Укр НИГМИ. 1976. Вып. 225. 215 с.
11. Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс] / Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна геофізична обсерваторія. Київ, 2006. 2296 с.
12. Логвинов К.Т., Бабиченко В.Н., Кулаковская М.Ю. Опасные явления погоды на Украине // Труды УкрНИГМИ, 1972. Вып. 110. С. 178-189.
13. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, частина 1: Метеорологічні спостереження на станціях / Державна гідрометеорологічна служба. К.: Ніка-Центр. 2011. 279 с.
14. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. Керівний документ УкрГМЦ. КД52.4.1.01-06. 2019, 37 с.
15. [https://rp5.ua/Архив_погоды_в_Херсоне_\(метеостанция\)](https://rp5.ua/Архив_погоды_в_Херсоне_(метеостанция)) (дата звернення 11.11.2020 р.).

16. https://meteo.gov.ua/ua/33902/climate/climate_stations/158/24/ (дата звернення 2.12.2020 р.).
17. <https://meteo.gov.ua/files/content/docs> (дата звернення 1.12.2020 р.).
18. http://www1.wetter3.de/archiv_gfs_dt.html (дата звернення 6.12.2020 р.).
19. https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php (дата звернення 5.12.2020 р.).

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
на магістерську роботу студентки ІІ курсу заочного факультету гр. МНЗ–2
гідрометеорологічного інституту ОДЕКУ

Погорілій Світлани Вікторівни

Тема магістерської кваліфікаційної роботи:
«Сучасний режим та умови туманоутворення на станції А Херсон»

Кваліфікаційна магістерська робота виконана в рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532) та «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (2020-2024 рр.) ДР № 0120U100487).

Завідуючий кафедрою
метеорології та кліматології

доц. Прокоф'єв О.М.

Додаток Б

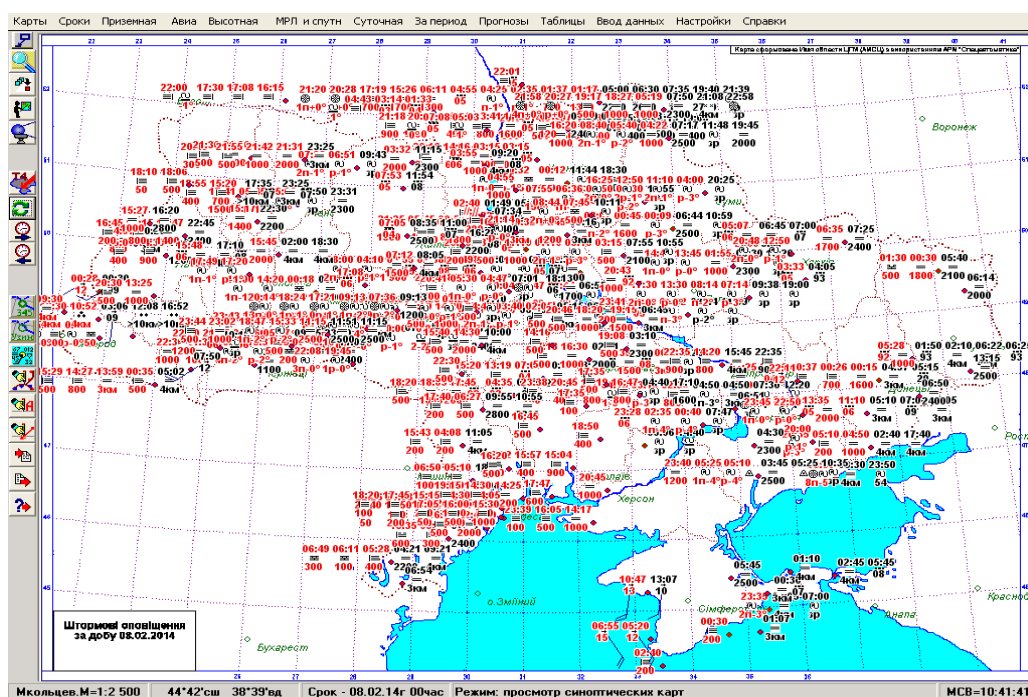


Рис. Б.1 Карти карти штормових оповішень за 08 лютого 2014 р.

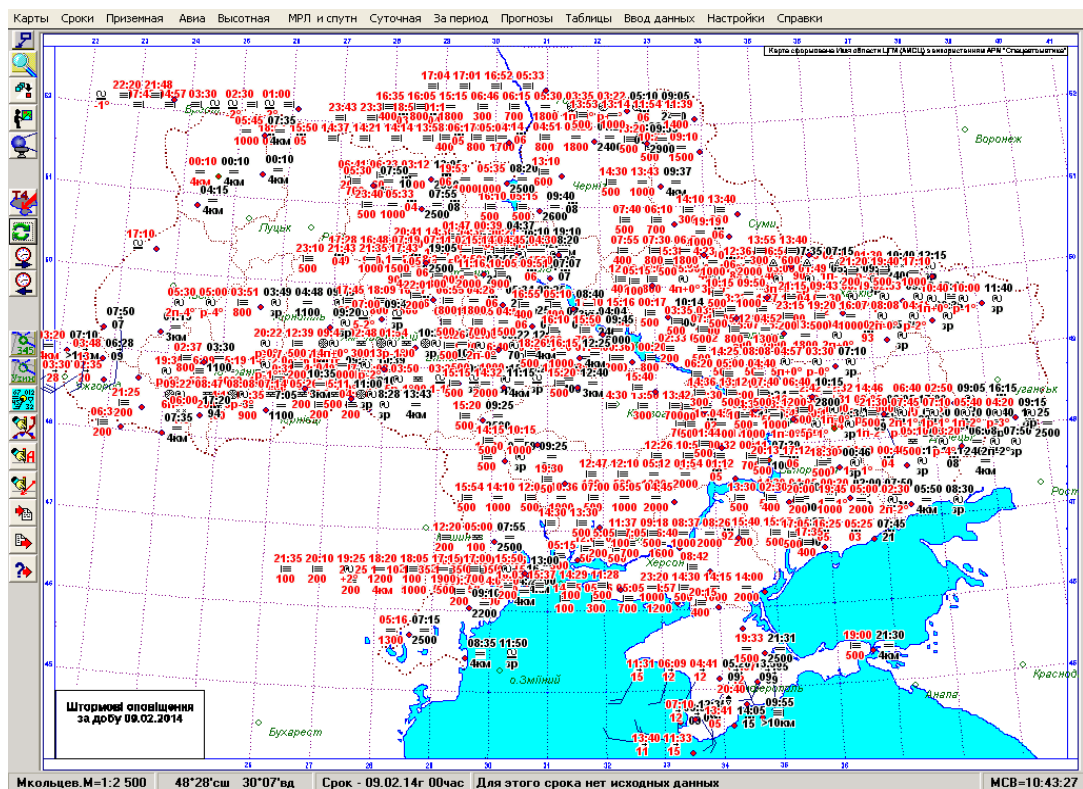
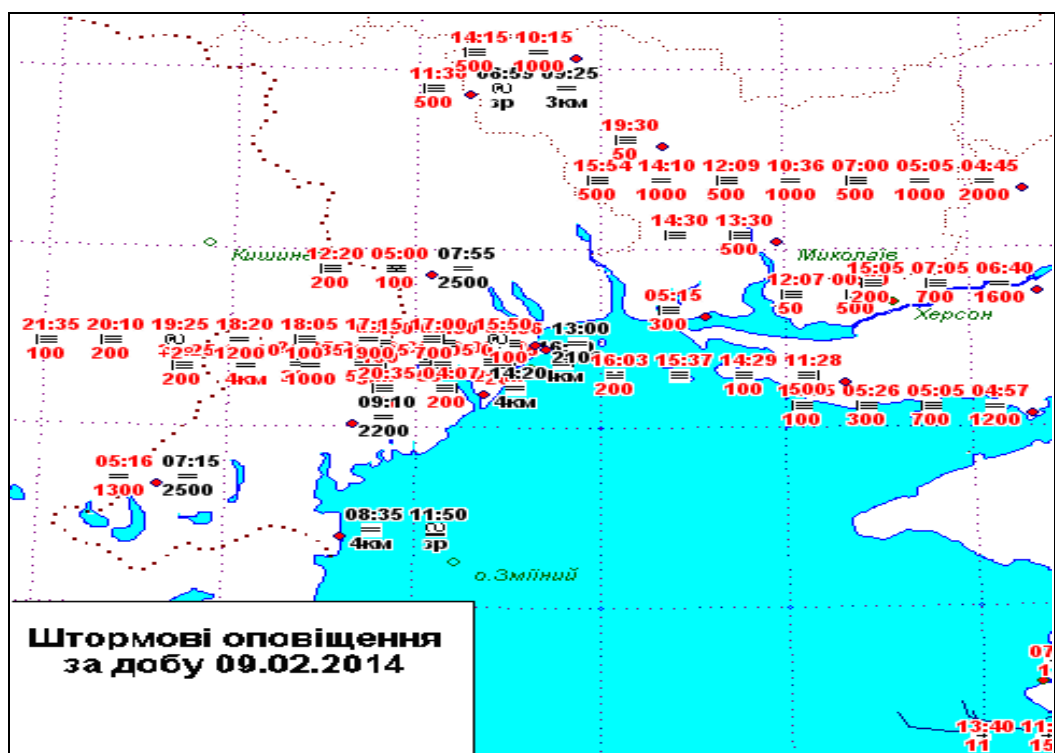


Рис. Б.2 Карты карти штормових оповіщень за 09 лютого 2014 р.

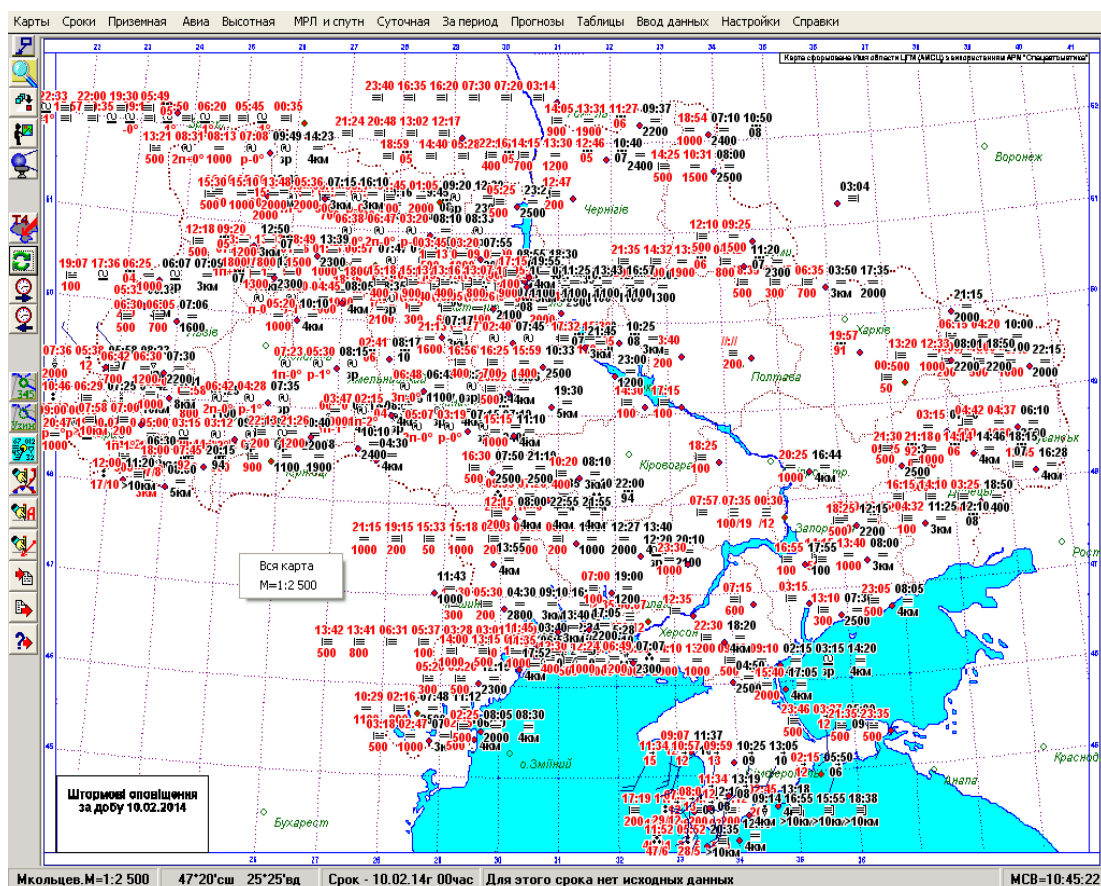
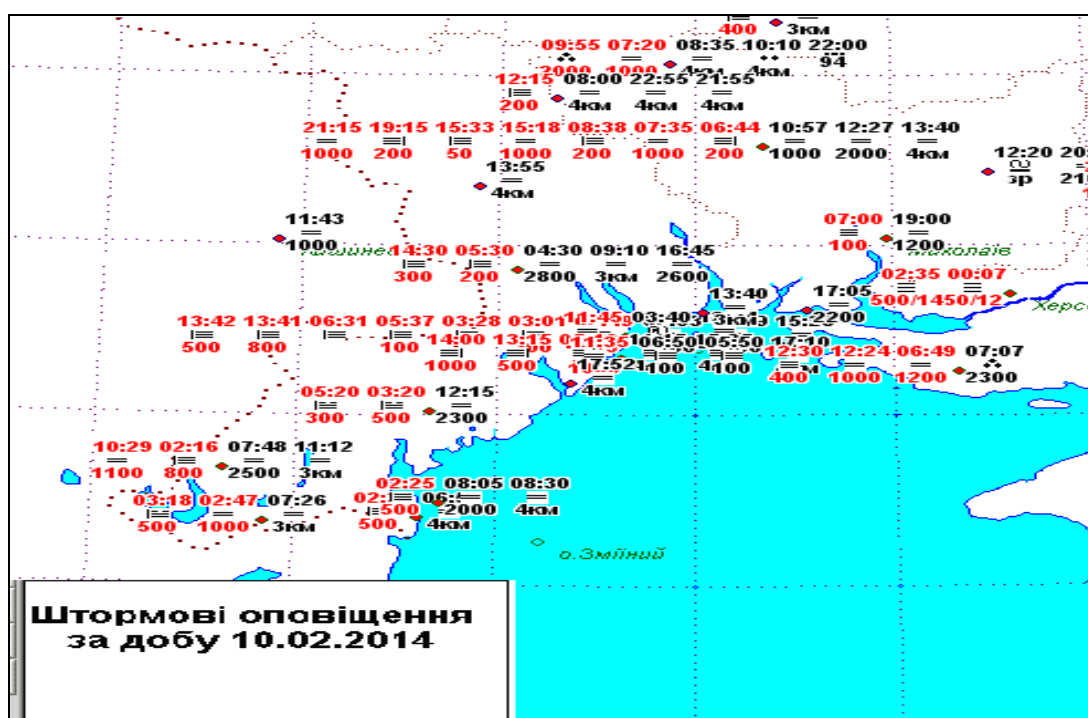


Рис Б.3 Карти карти штормових оповіщень за 10 лютого 2014 р.

ДОДАТОК В

Синоптичні карти погоди 8-10 лютого 2014 р.

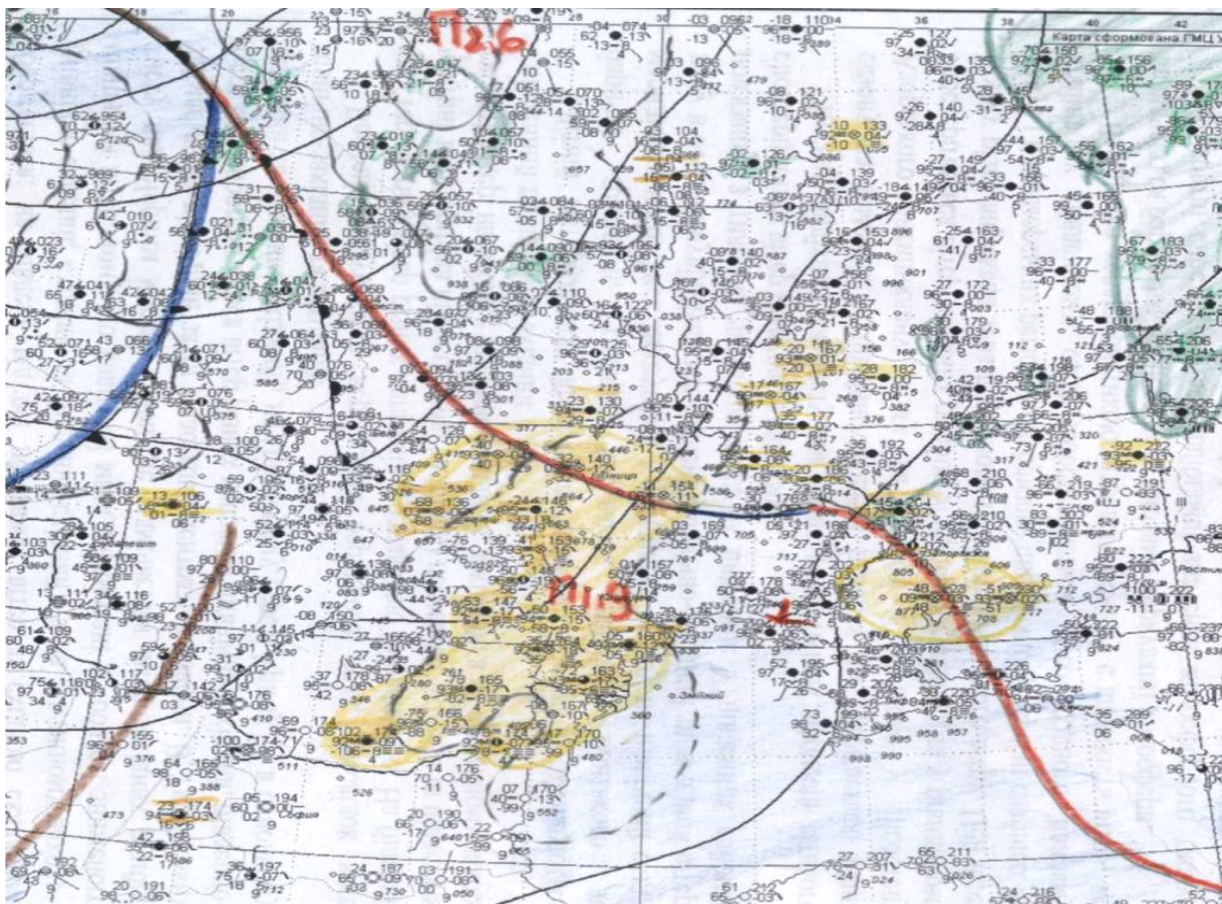


Рис. В.1 Кільцева карта погоди за 00 UTC 08.02.2014

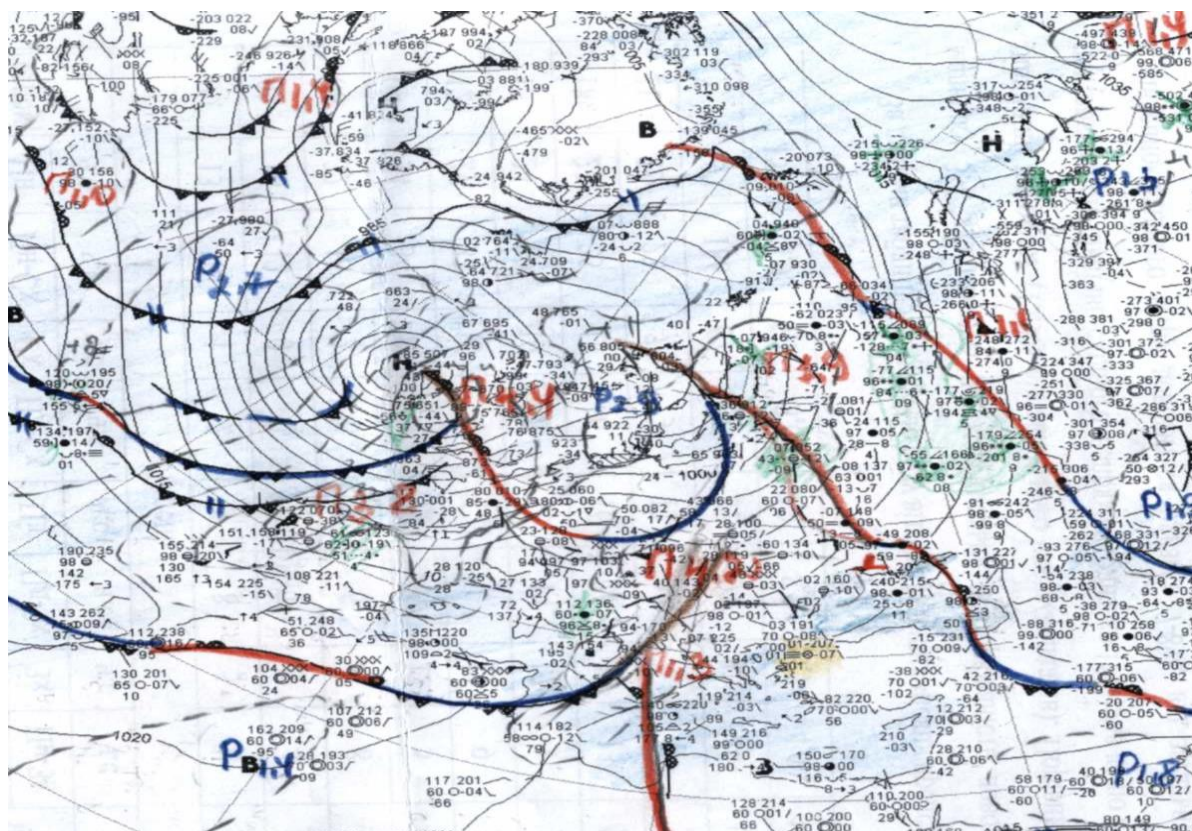


Рис. В.2. Приземна карта погоди за 00 UTC 08.02.2014 р.

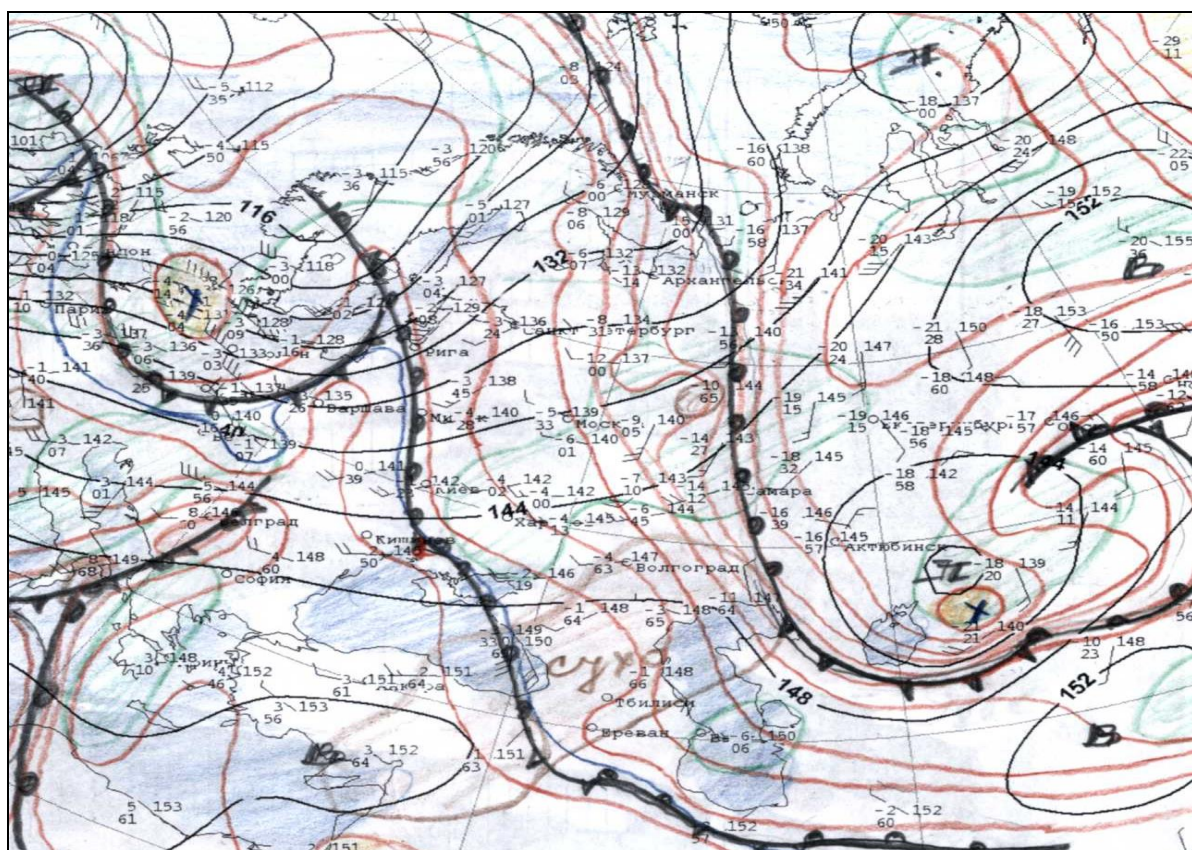


Рис. В.3. Карта АТ-850 за 00 UTC 08.02.2014 р.

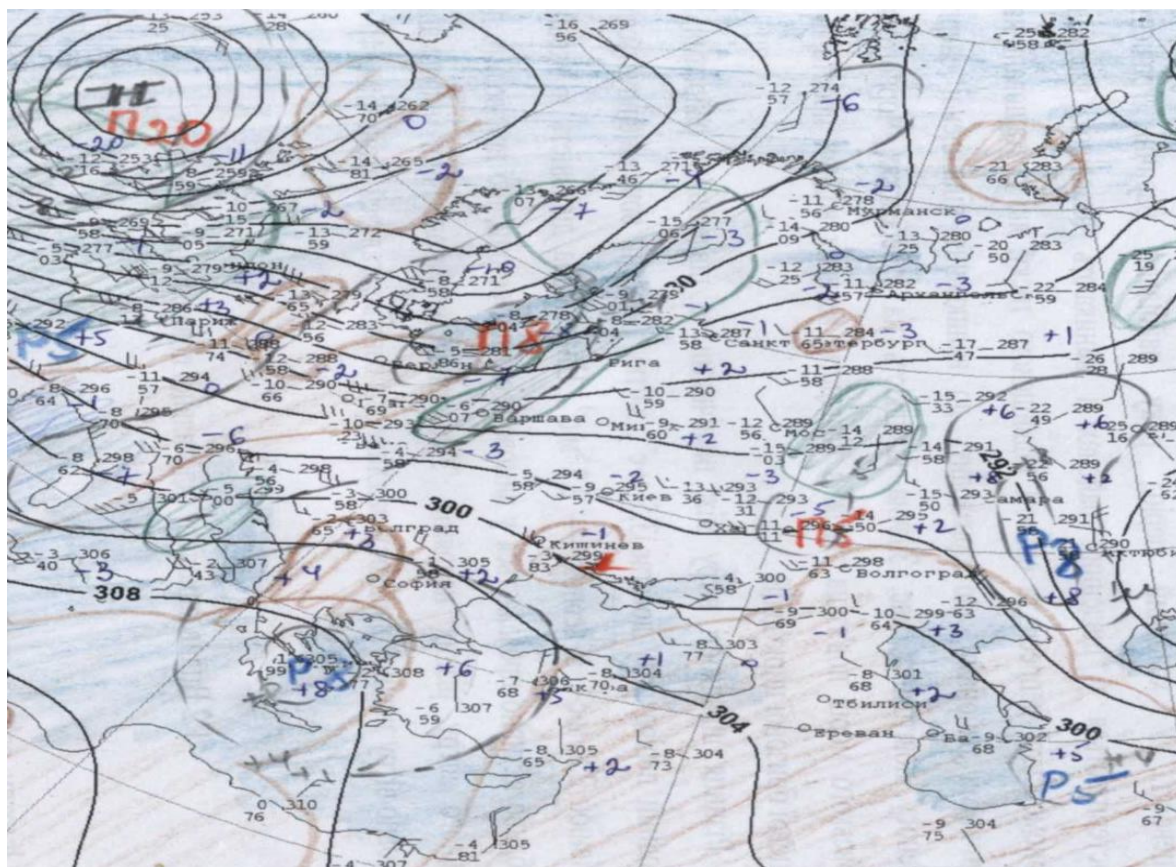


Рис. В.4. Карта АТ–700 за 00 UTC 08.02.2014 р.

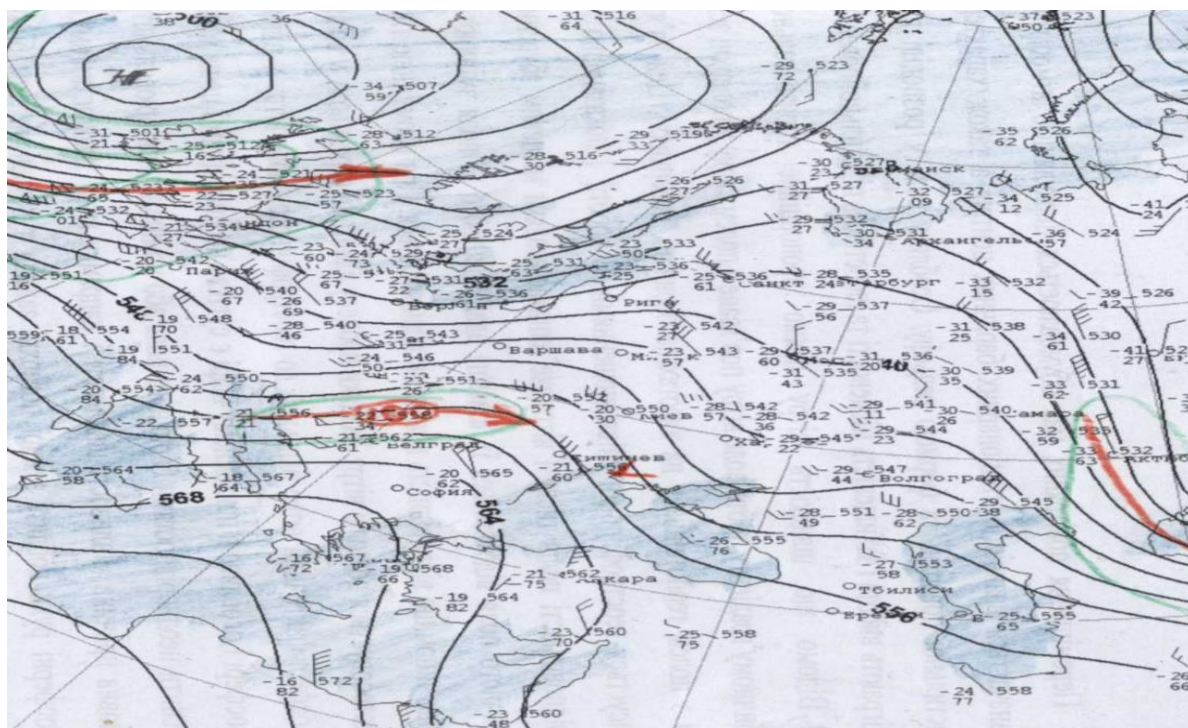


Рис. В.5. Карта АТ–500 за 00 UTC 08.02.2014 р.

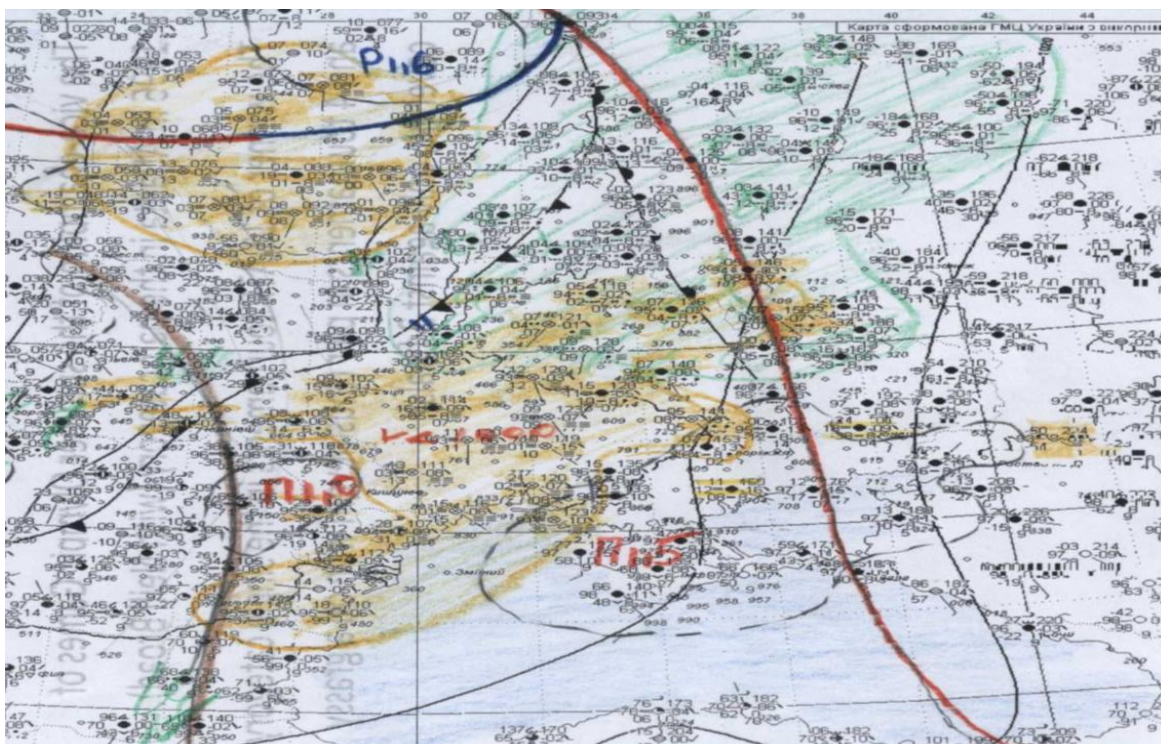


Рис. В.6. Кільцева карта погоди за 00 UTC 09.02.2014 р.

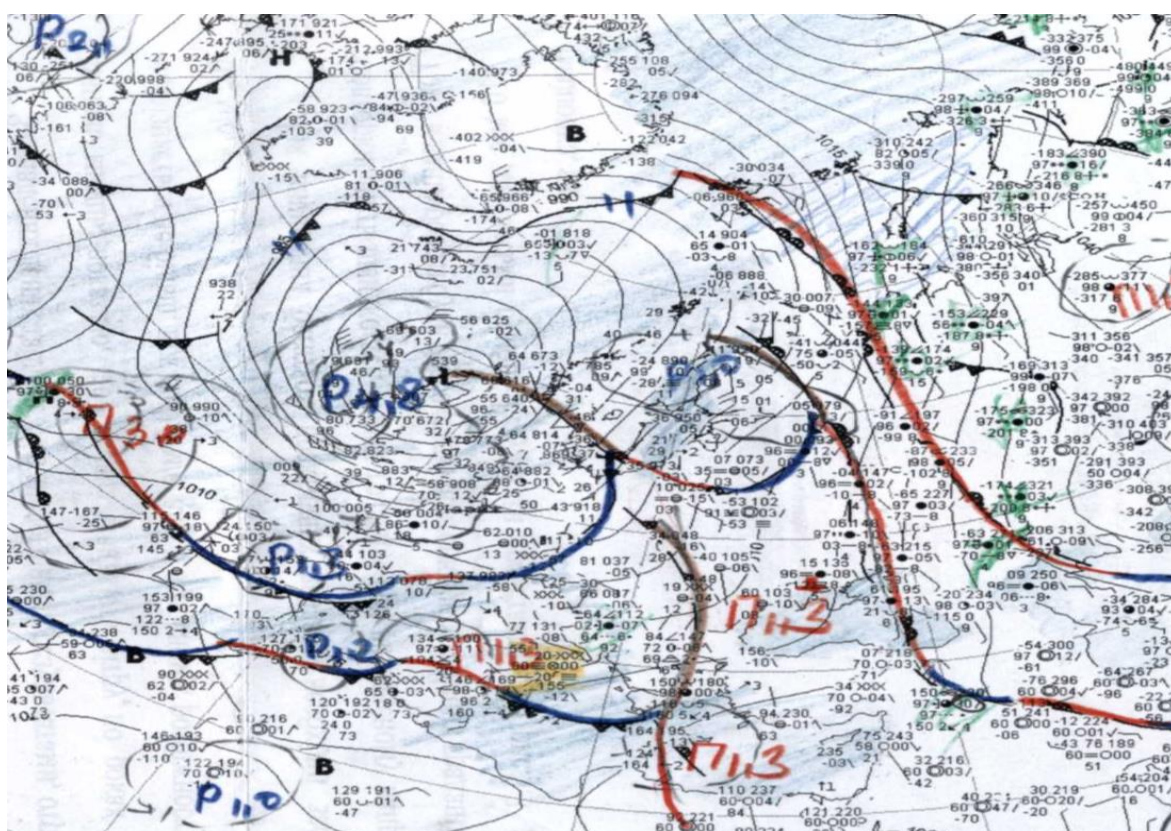


Рис. В.7. Приземна карта погоди за 00 UTC 09.02.2014 р.

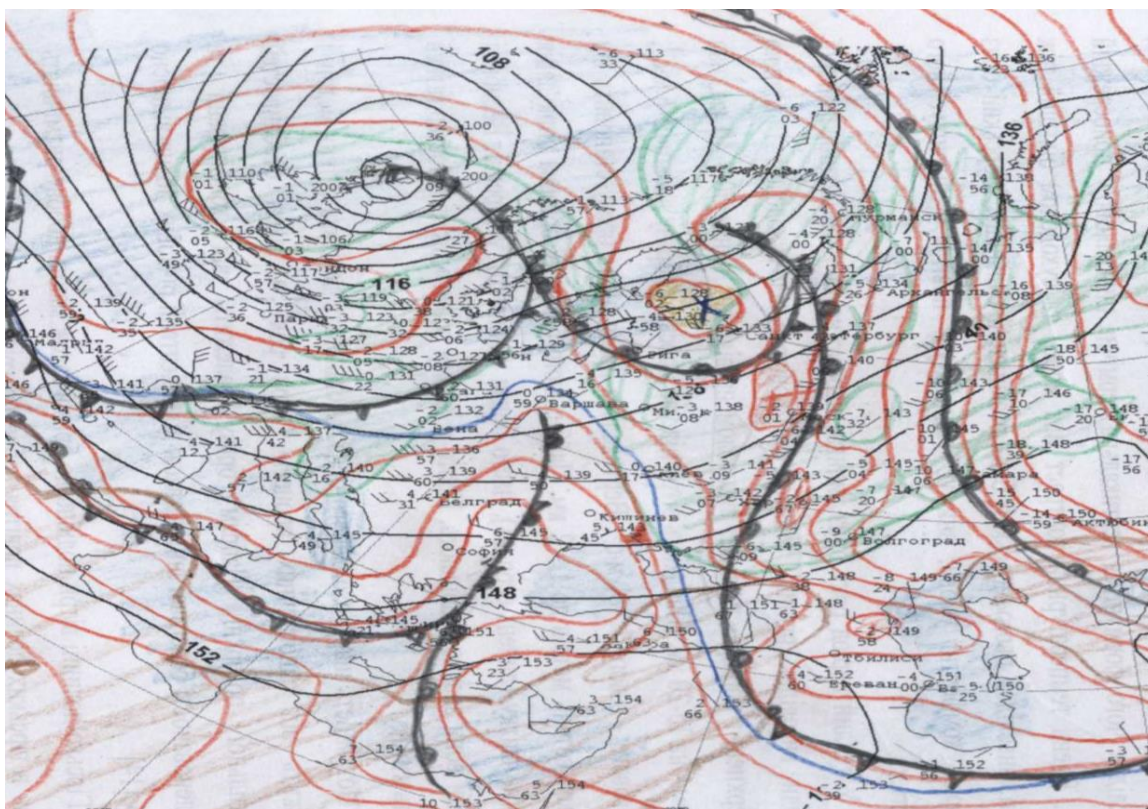


Рис. В.8. Карта АТ–850 за 00 UTC 09.02.2014 р.

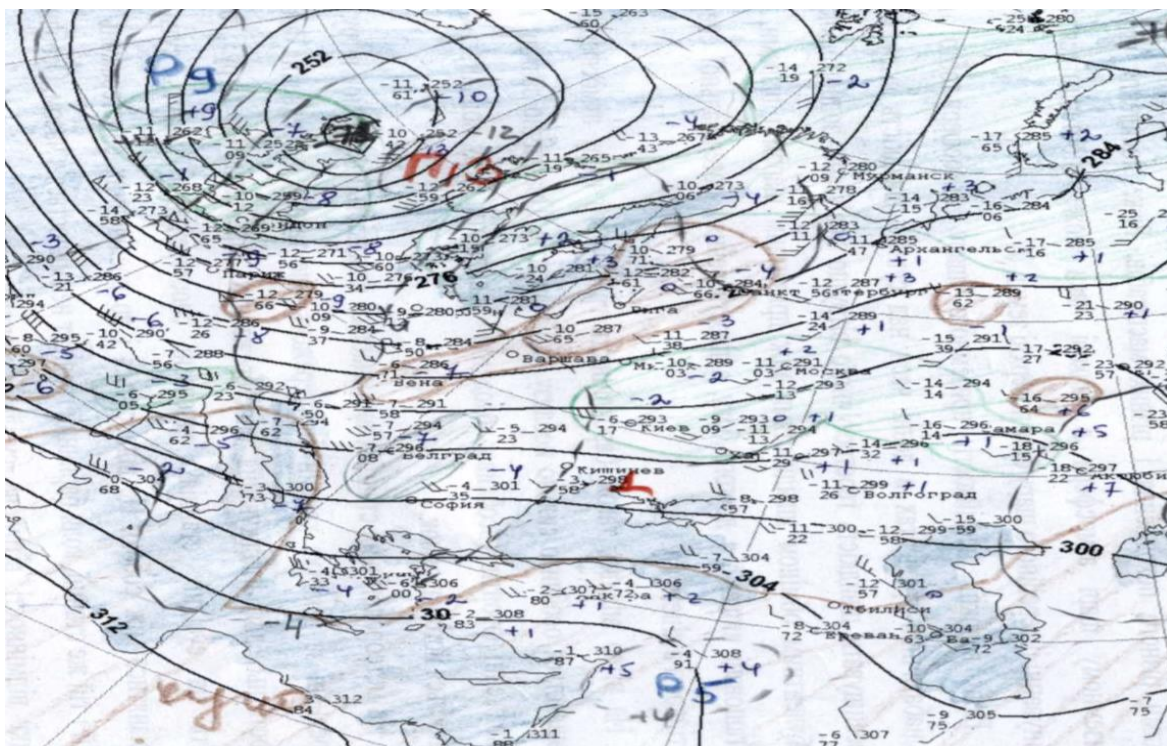


Рис. В.9. Карта АТ–700 за 00 UTC 09.02.2014 р.

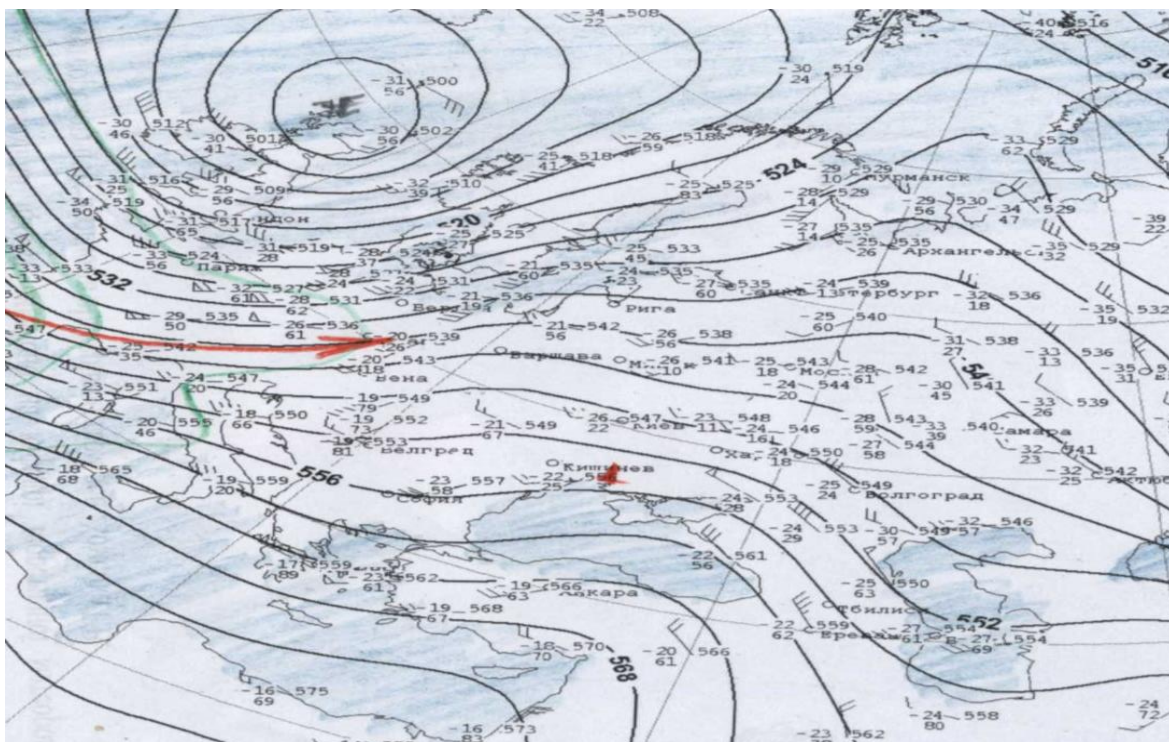


Рис. В.10. Карта АТ–500 за 00 UTC 09.02.2014 р.

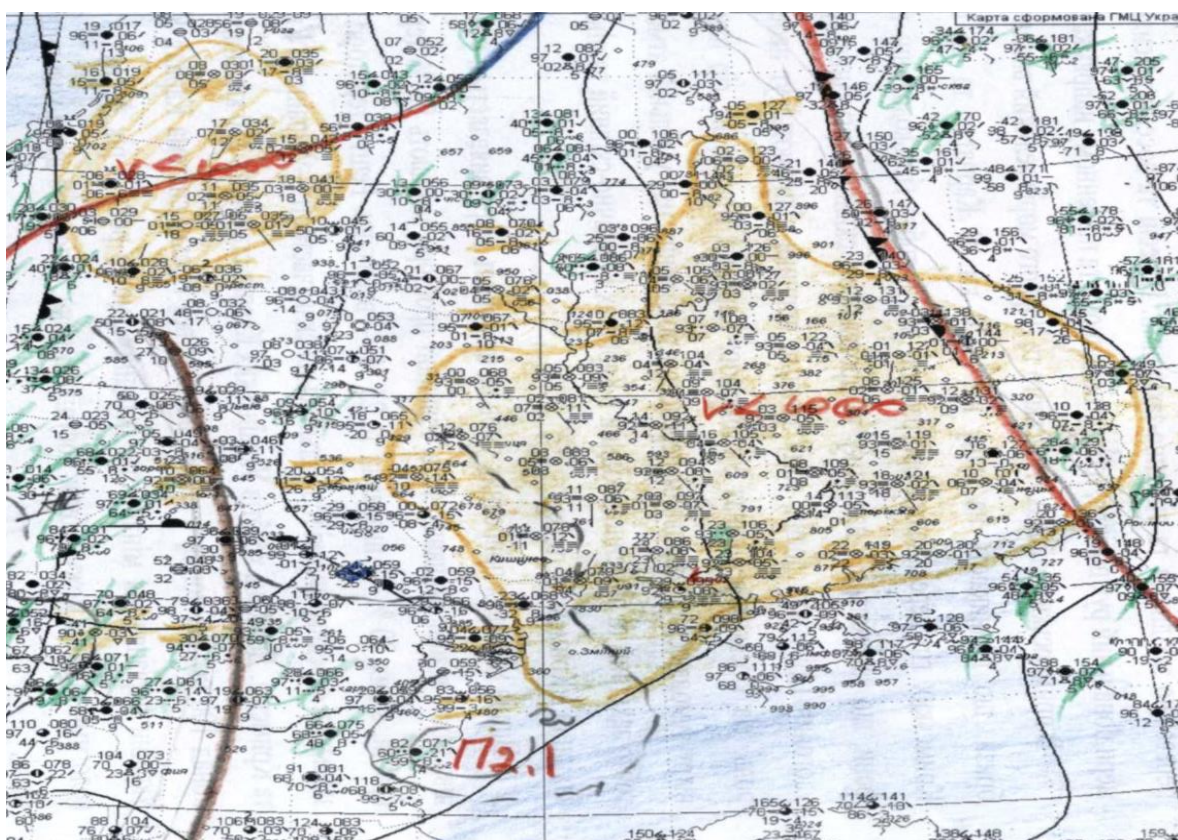


Рис. В.11. Кільцева карта погоди за 00 UTC 10.02.2014 р.

This is a complex meteorological map of Eastern Europe and Western Russia. It features several key elements:

- Pressure Systems:** High-pressure areas are marked with values like 104, 116, 128, and 148. Low-pressure areas are indicated by values like 100, 102, and 104.
- Fronts:** Various types of fronts are shown with different line styles and colors (red, blue, green, black). These include cold fronts, warm fronts, and occluded fronts.
- Isobars:** Contour lines representing constant pressure values are drawn across the map, with labels such as 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 142, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200.
- Geographical Labels:** Major cities and regions are labeled in Cyrillic, including Moscow (Москва), Leningrad (Ленинград), Kiev (Киев), and others.
- Handwritten Annotations:** The map is heavily annotated with handwritten numbers and letters in blue and red ink. These include '104', '116', '128', '148', '100', '102', '104', '106', '108', '110', '112', '114', '116', '118', '120', '122', '124', '126', '128', '130', '132', '134', '136', '138', '140', '142', '144', '146', '148', '150', '152', '154', '156', '158', '160', '162', '164', '166', '168', '170', '172', '174', '176', '178', '180', '182', '184', '186', '188', '190', '192', '194', '196', '198', '200'.

Рис. В.13. Карта АТ–850 за 00 UTC 10.02.2014 р.

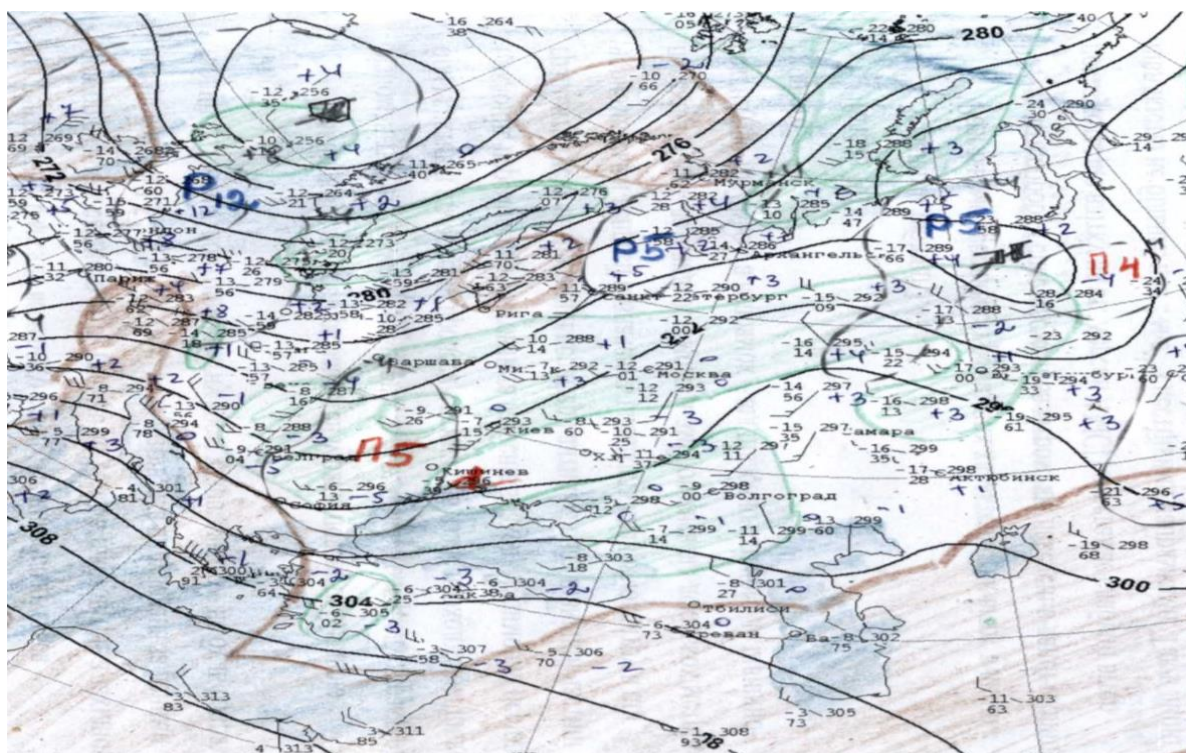


Рис. В.14. Карта АТ–700 за 00 UTC 10.02.2014 р.

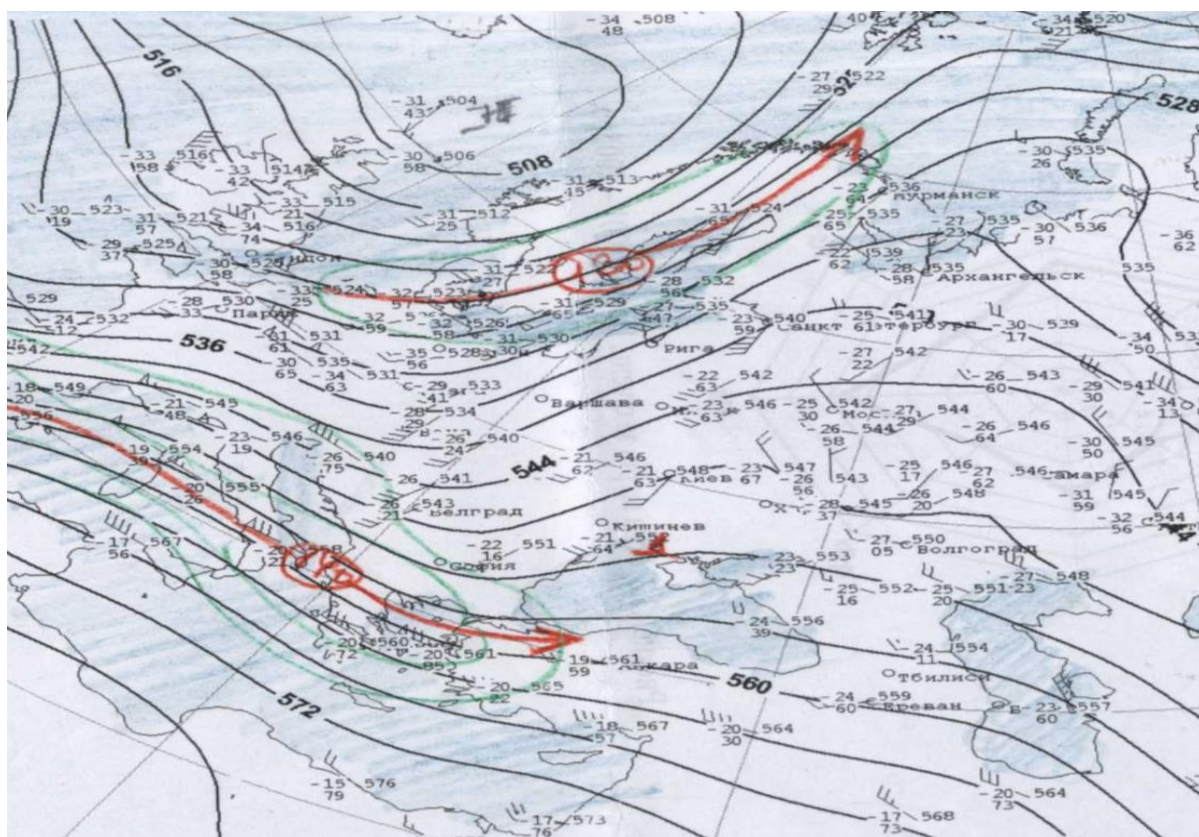


Рис. В.15. Карта АТ–500 за 00 UTC 10.02.2014 р.

Иск.телегр: 08001 33837 99013 02219 18001 00145 02623 19503 92773 00026 20511 85454 01650 25011 70994 03383 28512 50556 21160 30514 40716 33559 30017 30911
 475// 31021 25028 567// 31529 20166 607// 31536 15344 587// 31034 10593 637// 29537 88205 613// 31536 77115 30544 40908=
 Уточнення: 08003 33837 00013 02219 11992 02826 22932 00924 33895 03637 44712 215930 55765 03158 66734 02768 77692 03384 88612 89959 99588 11759 11428 29360
 22378 36357 33243 583// 44205 613// 55170 577// 66144 571// 77115 643// 88110 619// 21212 00043 18001 11972 21508 22932 19511 33861 25012 44756
 23510 55720 28512 66665 28010 77539 31013 88326 31049 99221 31085 11166 31037 22137 30534 33115 30544 33113 01503 82330 41414 848//

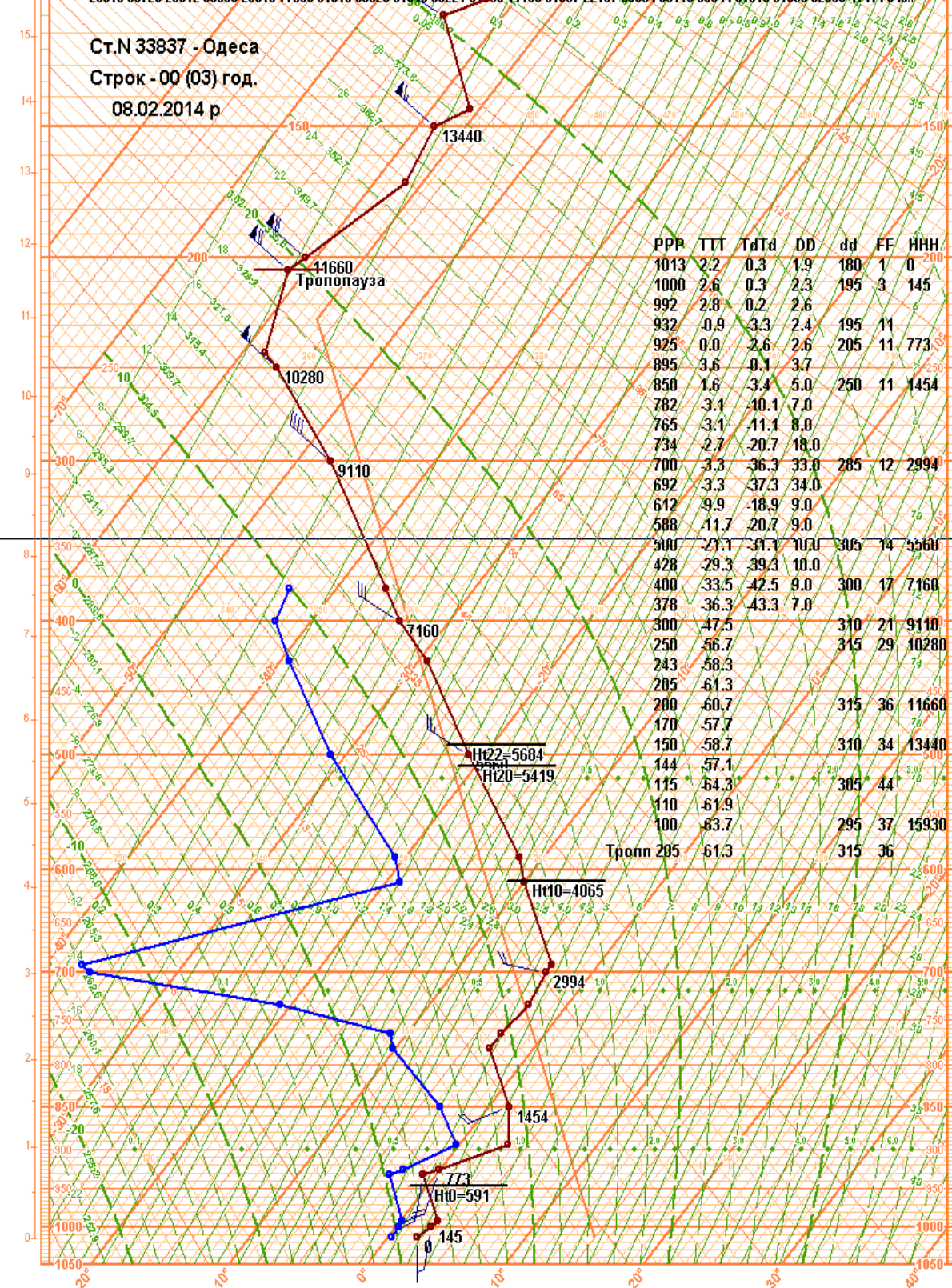


Рис.В.16. Аерологічна діаграма Одеса в строк 00 UTC за 08.02.2014р.

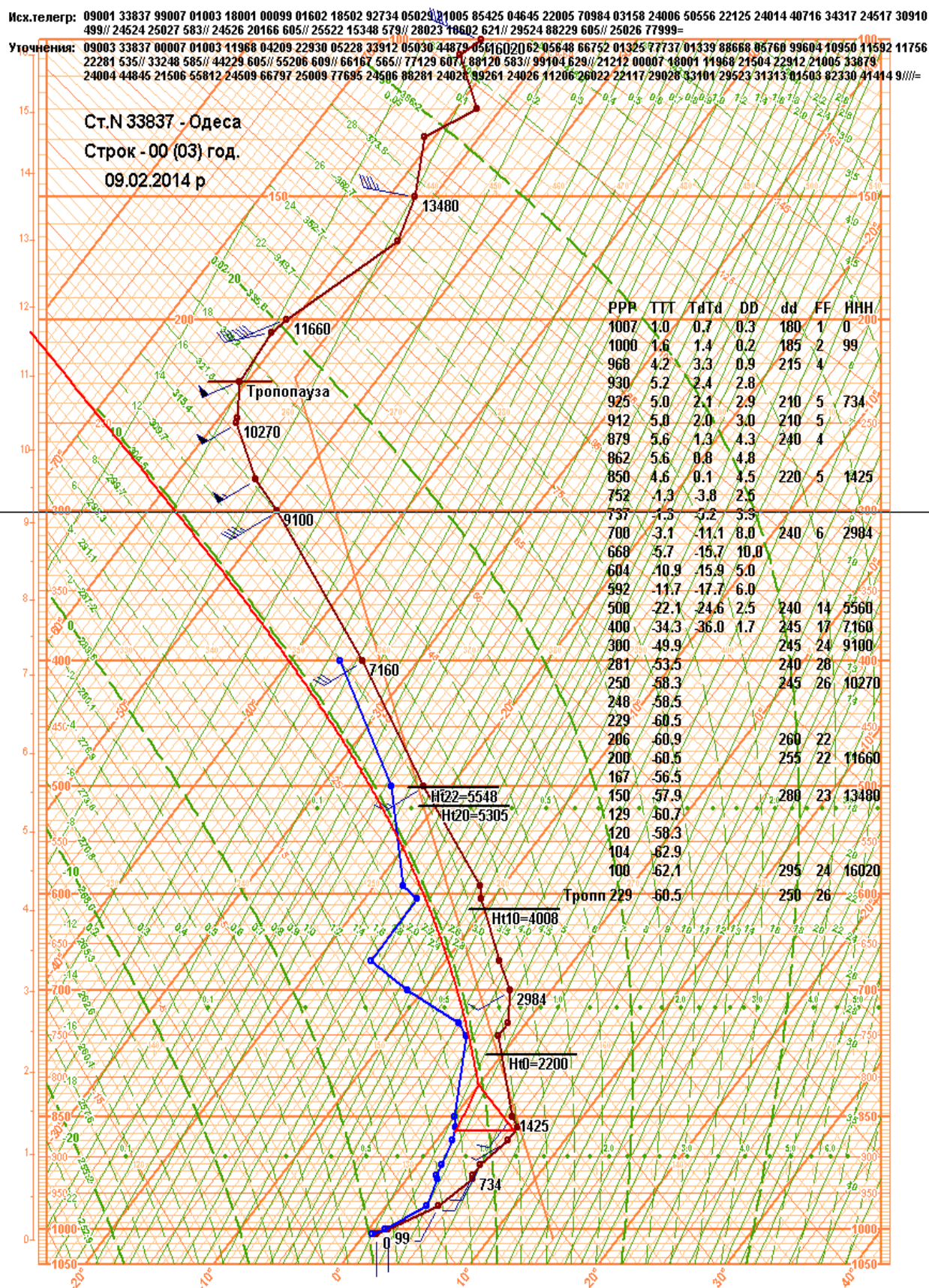


Рис В.17. Аерологічна діаграма Одеса в строк 00 UTC за 09.02.2014 р.

