

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему „Сучасний режим метеорологічних явищ на аеродромі
Старокостянтинів (Хмельницька область)”

Виконав студент 2 курсу групи МНЗ-61-М
спеціальності 103 Науки про Землю
Каражбей Марина Юріївна

Керівник д.геогр.н., професор
Семенова Інна Георгіївна

Рецензент к.т.н., доц.
Перелигін Борис Вікторович

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ магістерської та аспірантської підготовки _____
Кафедра _____ метеорології та кліматології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 _____ Науки про Землю _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Метеорологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Івус Г.П.
« 29 » жовтня 2018 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Каражбей Марині Юріївні _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ „Сучасний режим метеорологічних явищ на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область)”.

керівник роботи _____ Семенова Інна Георгіївна, д.геогр.н., проф. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 05.10.2018 р. № 271-С

2. Строк подання студентом роботи 10.12.2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані щоденних спостережень на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область) – щоденники погоди АВ-6, книжки КН-01 за період 2011-2017 рр., архів синоптичних карт DWD.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Огляд наукової літератури за напрямком дослідження. 2) Аналіз повторюваності явищ погоди на аеродромі по місяцях року. 3) Аналіз повторюваності випадків туману на аеродромі та визначення метеорологічних характеристик під час туману. 4) Аналіз синоптичних ситуацій під час виникнення туману з використанням типових полів тиску для синоптичних процесів над Україною.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29.10.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			У %	За 4-х бальною шкалою
1	Огляд наукової літератури за темою дослідження. Формування теоретичної частини роботи.	29.10-04.11.2018	80	Добре
2	Відбір та аналіз вихідних даних, визначення повторюваності метеорологічних явищ.	05.11-15.11.2018	75	Добре
3	Складання вибірки випадків туману на аеродромі з набором метеорологічних величин.	15.11-19.11.2018	75	Добре
4	Рубіжна атестація	19.11-24.11.2018	77	Добре
5	Аналіз метеорологічних характеристик під час утворення туману на аеродромі.	20.11-25.11.2018	70	Задов.
6	Аналіз синоптичних ситуацій під час виникнення туману на аеродромі. Визначення найбільш типових синоптичних процесів.	26.11-05.12.2018	65	Задов.
8	Складання висновків. Оформлення тексту магістерської роботи.	06.12-09.12.2018	65	Задов.
9	Підготовка доповіді до захисту матеріалів магістерської роботи.	08.12-09.12.2018	65	Задов.
10	Здача магістерської роботи на кафедрі	10.12.2018		
11	Перевірка на плагіат	13.12-14.12.2018		
12	Рецензування магістерської роботи	15.12.2018		
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			72	Задов.

Студент _____ Каражбей М.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Семенова І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Сучасний режим метеорологічних явищ на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область)».

Автор: Каражбей Марина Юріївна.

Актуальність дослідження полягає у встановленні видів метеорологічних явищ та їх повторюваності, які впливають на роботу авіації на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область) в сучасний період.

Мета роботи: оцінка режиму метеорологічних явищ на аеродромі Старокостянтинів протягом 2011-2017 рр.

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

- проаналізовано повторюваність метеорологічних явищ по місяцях за досліджуваний період;

- визначено характеристики метеорологічних величин за умов утворення туманів на аеродромі в різні пори року;

- встановлено типи метеорологічних ситуацій, за яких утворюються тумани на аеродромі в різні пори року.

Об'єкт дослідження: метеорологічні явища.

Предмет дослідження: режим метеорологічних явищ.

Методи дослідження: статистичний аналіз даних.

Наукова новизна отриманих результатів. У роботі використані оперативні дані метеорологічних спостережень на аеродромі за період 2011-2017 рр., для яких визначено статистичні характеристики, які характеризують сучасний режим погоди на аеродромі Старокостянтинів та в Хмельницькій області.

Практичне значення отриманих результатів. Встановлені характеристики метеорологічних величин в різні пори року та типи синоптичних ситуацій, за яких утворюються тумани в районі аеродрому Старокостянтинів, є корисними для уточнення сприятливих умов для роботи авіації.

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 70 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 20 джерел, Додатків, містить 2 рисунка та 25 таблиць в основному тексті.

Ключові слова: метеорологічні явища, авіація, синоптична ситуація

SUMMARY

Theme of master's qualification works is "Modern mode of meteorological phenomena at the Starokonstantinov airfield (Khmelnysky region)".

Author: Karaghbei Marina Yuriivna.

The **relevance of** the study is to identify the types of meteorological phenomena and their recurrence affected the work of aviation at the Starokonstantinov airfield (Khmelnysky region) in the modern period.

Objective: assessment of the current regime of meteorological phenomena at the Starokonstantinov airfield during 2011-2017.

According to the stated objective the **following tasks** were accomplished:

- the frequency of meteorological phenomena by months over the studied period was analyzed;
- the characteristics of meteorological values are determined under the formation of fogs at the airfield in different seasons;
- the types of synoptic situations in which fogs are appeared at the airfield are established during different seasons.

Object of study: meteorological phenomena.

Subject of research: mode of meteorological phenomena.

Research methods: statistical analysis of data.

The scientific novelty of the obtained results. The operational data of meteorological observations at the airfield were used for period 2011-2017 and the statistical characteristics for present-day weather conditions at the Starokonstantinov airfield and in the Khmelnytsky region were determined.

Practical significance of the obtained results. Established meteorological characteristics in different seasons and types of synoptic situations, in which fogs are formed at the Starokonstantinov airfield, are useful for clarifying the favourable conditions for operation of aviation.

Master's qualification work in volume 70 pages consists of 4 sections, conclusions, References from 20 sources, annexes, contains 2 figures and 25 tables in the main text.

Keywords: meteorological phenomena, aviation, synoptic situation.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1 Хмельницька область	9
1.2 Аеродром Старокостянтинів	16
2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА АЕРОДРОМІ	19
2.1 Види метеорологічної інформації на аеродромі	19
2.2 Термінологія небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ на аеродромі	20
3 ПОВТОРЮВАНІСТЬ ЯВИЩ ПОГОДИ НА АЕРОДРОМІ У ПЕРІОД 2011-2017 РР.	34
4 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ТА СИНОПТИЧНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТУМАНІВ НА АЕРОДРОМІ	35
4.1 Загальні відомості про умови утворення туманів та їх класифікація	35
4.2 Метеорологічні характеристики в умовах утворення туману	38
4.3 Синоптичні процеси в регіоні при утворенні туману.....	42
ВИСНОВКИ	50
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	51
Додаток А	53
Додаток Б	61

ВСТУП

Виробнича, соціальна, громадська діяльність людини пов'язана з використанням природних ресурсів, серед яких неабияке значення мають кліматичні. Кліматологічна інформація необхідна під час проектування та вибору місць розміщення промислових і цивільних підприємств, будівництво аеродромів для визначення навантажень і впливу на об'єкти будівництва і механізми (в тому числі і літальні апарати), для оцінки умов праці на відкритому повітрі; забезпечення мінімального забруднення природного середовища викидами. Для того щоб забезпечити безпеку польотів та перельотів, необхідно знати в яку годину доби протягом року метеорологічні умови найбільш сприятливі для виконання тих чи інших задач учбово-бойовій підготовки авіаційних частин.

Будь-яка погода характеризується дуже складним комплексом метеорологічних елементів і явищ, які тісно пов'язані між собою. Кожен конкретно спостережуваний комплекс метеорологічних елементів і явищ відображає не просто механічну їх сукупність, а певний стан повітряного середовища — випадок погоди, який з часом зазнає тих чи інших змін. Погода є зовнішнім проявом радіаційних і циркуляційних умов, впливом на них підстильної поверхні.

Оскільки зміни погоди за короткі проміжки часу незначні, то спостереження за її характеристиками ведуть не безперервно, а через деякі інтервали часу або ж визначають її як середнє з кількох спостережень за певний проміжок. За найменший проміжок часу в метеорологічній практиці беруть годину. Такі відомості важливі, наприклад, для авіації і не мають значення для сільського господарства. Іноді метеорологічні спостереження за погодою ведуть кожні три години. На всій земній кулі прийнято здійснювати чотириразові обов'язкові спостереження в одні й ті самі години доби — о 3-й, 9-й, 15-й і 24-й. Це не тільки дає можливість порівняти фізичний стан атмосфери в різних районах планети, а й створює необхідні передумови для складання прогнозів погоди.

Мета магістерської роботи – оцінка сучасного режиму метеорологічних явищ на аеродромі Старокостянтинів на протязі 2011-2017 рр. за допомогою даних про метеорологічні явища, що записані у щоденниках погоди.

Методика дослідження включає в себе аналіз сучасного режиму метеорологічних явищ для досліджуваного періоду. Для порівняльного аналізу метеорологічних явищ проаналізована інформація із щоденників погоди та виконаний аналіз для встановлення зв'язку між синоптичною ситуацією та метеорологічними умовами.

Магістерська робота складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатку. В першому та другому розділах міститься огляд літературних джерел із загальних питань визначення, типів небезпечних метеорологічних явищ, В третьому розділі представлені результати аналізу метеорологічних даних в таблицях за досліджуваний період. В четвертому розділі представлено оцінку метеорологічних та синоптичних умов при виникненні туманів на аеродромі Старокостянтинів. Перелік посилань містить 19 літературних джерел.

Магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології під науковим керівництвом д.геогр.н., професора Семенової І.Г.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ ТА КЛІМАТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Хмельницька область

Хмельницька область за площею території (20,6 тис. км² або 3,4% від площі країни) належить до невеликих областей України і посідає серед них 19 місце [8].

Сучасна територія області знаходиться між 48°26'56" і 50°35'28" північної широти та 26°08'05" і 27°54'05" східної довготи. Протяжність області з півночі на південь — 220 км, із заходу на схід — 120 км (обчислено по меридіану і паралелі обласного центру). Географічний центр області майже збігається з місцезонашуванням міста Хмельницького, що є дуже вигідним чинником соціально-економічного розвитку території.

Територія області має помірно-континентальний клімат з теплим літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Він сформувався під впливом різноманітних чинників.

Головним з них є географічна широта, з якою пов'язана висота Сонця над горизонтом і величина сонячної радіації. Висота Сонця над горизонтом на території області в червні в полудень досягає 63-65°, в грудні – 16-18°, а в рівнодення - 39,5-41,5°. Тривалість дня змінюється від 8 до 16,5 годин. Неоднакові показники висоти Сонця над горизонтом та зміни хмарності протягом року впливають на зміну сонячної радіації від 130 кал/см² в грудні до 530 кал/см² в червні, досягаючи за рік 101 ккал/см².

Хмельниччина розташована вглибині материка на південному заході Східноєвропейської рівнини в зонах лісостепу і мішаних лісів (Полісся) і тому на її клімат мають вплив континентальні повітряні маси, які приносять суху погоду. Взимку сюди доходить повітря Сибірського антициклону, яке приносить холодну погоду, а влітку має вплив Азорський максимум. Навесні і на початку осені на територію області проникає арктичне повітря, яке приносить різке похолодання.

На території Хмельницької області функціонує більше 10-ти гідрологічних постів на річках Збруч, Жванчик, Смотрич, Мукша, Студениця, Ущиця, Калюс, Батіг, Південний Буг, Горинь і п'ять метеостанцій в містах

Хмельницький, Кам'янець-Подільський, Шепетівка та смт. Нова Ушиця і Ямпіль.

На протязі року над розглянутим районом переважає західний перенос повітряних мас з Атлантики. Літом район розміщення аеродрому знаходиться під впливом Азорського антициклону і улоговин циклонів, зв'язаних з полярним фронтом над Скандинавією і Прибалтикою, завдяки чому найбільша повторюваність має вологе помірне повітря Атлантики.

Взимку вплив Азорського антициклону та Ісландської депресії декілька слабшає та посилює вплив Сибірського антициклону, Середземноморської депресії, що обумовлює збільшення повтореності південно-західних, південних та південно-східних потоків повітря.

Середня річна температура становить $+7.8^{\circ}\text{C}$, максимальна температура повітря $+34.9^{\circ}\text{C}$ у вересні місяці 2015 року, а мінімальна -31.3°C в лютому 2012 року. Середня дата перших заморозків 3.10., останніх - 3.05. Тривалість без морозного періоду складає 171 доба. Самі холодні місяці – грудень, січень та лютий, коли середньо місячна температура складає -4.2°C , -5.2°C , -2.7°C (згідно місяців). Самі теплі – червень, липень, серпень, коли середньо – місячна температура складає відповідно місяців - $+17.7^{\circ}\text{C}$, $+19.8^{\circ}\text{C}$, $+18.7^{\circ}\text{C}$.

Середня річна температура повітря (табл. 1.1) в річному ході по Хмельницькій області становить 7°C [8].

Таблиця 1.1 - Середня річна температура повітря по станціях Хмельницької області

Станція	Середня річна температура повітря, $^{\circ}\text{C}$
Шепетівка	6.8
Хмельницька, АМСГ	7.0
Нова Ушиця	7.4

Річна амплітуда повітря в Хмельницькій області становить 24.9°C .

Екстремальна температура повітря - це важлива характеристика температурного режиму і найбільш змінна в часі та в просторі чим середня.

У зв'язку з тим, що за останні роки - кінець ХХ століття (1991-2000рр.) та початок ХХІ століття (2001-2005 рр.), відбуваються глобальні зміни клімату, виникла необхідність виявити зміни екстремальної температури повітря. З цією метою було проведено порівняння максимальної температури повітря за 1991-2005 рр. з кліматологічними стандартами (1961-1990 рр.). Встановлено, що за 1991-2005 рр. підвищення і зниження середнього максимуму температури повітря в окремі місяці в різних регіонах України неоднакові. Найбільше підвищення відбулося в січні місяці на північно-східному регіоні до 2.5°C, а на значній території до 2.0°C і тільки на півдні до 1.0°C. Деяко менше максимальна температура повітря підвищилася в лютому, березні, серпні (на 2.0°C), в липні – на 1.5°C. В вересні-грудні відбулося незначне її зниження, в травні та червні – тільки на північному сході, а на заході та півдні – підвищення. За рік середній максимум підвищився на 0.3-0.8°C. В січні середній максимум температури повітря за вказаний період на значній території підвищився на 1.0°C, на північному сході проходить ізотерма -3.0°C замість -4.0°C, на півдні країни ізотерми середнього максимуму не змінили своє положення.

Абсолютний мінімум та абсолютний максимум температури повітря, що зареєстровані на станціях Хмельницької області, представлені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Абсолютний мінімум та абсолютний максимум температури повітря [8]

Станції	Абсолютний мінімум, °С, рік		Абсолютний максимум, °С, рік	
	січень	липень	січень	Липень
Шепетівка	-34.0 - 1050	+6.0 - 1979	+10 - 1925	+36.0 - 1936
Хмельницька АМСГ	-32.0 - 1940	+5.0 - 1960	+9.0 - 1935	+37.0 - 1036
Нова Ушиця	-31.0 - 1931	+6.0 – 1977	+10.0 - 1948	+35.0- 11959

В табл. 1.3 представлені відомості по екстремальних температурах по середніх місяцях сезонів року.

Таблиця 1.3 - Мінімальна та максимальна температура повітря в Хмельницькій області [9]

Місяць	Максимальна температура повітря, °С	Мінімальна температура повітря, °С
Січень	-2.7	-8.8
Квітень	+12.7	+3.1
Липень	+24.3	+13.2
Жовтень	+19.1	+3.6

Абсолютний мінімум температури повітря в січні можна очікувати на станції щорічно -32.0°C . Найнижча температура повітря в липні щорічно можлива $+5.0^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури повітря можливий на станції щорічно $+32.0^{\circ}\text{C}$. Найвищу температуру повітря можна очікувати на станціях Хмельницької області в січні $+5.0^{\circ}\text{C}$, в липні $+31.0^{\circ}\text{C}$.

Річний хід опадів залежить як від загальної циркуляції атмосфери, так і від місцевої фізико-географічної обстановки. Середнє число днів в році з опадами – 157. В середньому за цей період випадає 632мм. опадів. Найбільш потужні опади спостерігаються в червні і липні – за ці два місяці випадає 152мм. Найбільша кількість днів з опадами (18) в грудні і січні, найменше (10) - в липні, серпні (табл. 1.4-1.5).

Велика частина атмосферних опадів випадає з квітня по жовтень - 450 мм, максимум їх припадає на липень – 107 мм, а мінімум - на березень, коли місячна норма опадів становить 32 мм. У період з листопада по березень відповідно випадає трохи 180 мм опадів.

Таблиця 1.4 - Місячна і річна кількість опадів (мм) з поправкою на змочування в Хмельницькій області

Станція	Період (XI-III), мм	Період (IV-X), мм	Рік
Шепетівка	185	464	649
Хмельницький, АМСГ	179	463	642
Нова Ушиця	179	426	605

Таблиця 1.5 - Максимальна за рік річна кількість опадів (мм) різної забезпеченості по Хмельницькій області

Станція	Забезпеченість					Спостережений максимум			
	20	10	5	2	1	мм	числ о	Міся ць	рік
Шепетівка	51	62	75	95	116	112	13	VII	1969
Нова Ушиця	55	66	78	96	110	96	2	VII	1973

Добовий хід повторюваності опадів над сушею збігається з добовим ходом кількості опадів. Інтенсивність опадів на суші найменша до полудня, найбільша після полудня і ввечері. Взимку різниця набагато менше. У середніх широтах максимальна інтенсивність опадів припадає на 14-16 годину, мінімум - на 4-6 годину.

Середня максимальна добова кількість опадів по Хмельницькій області становить в січні - 8мм, в липні 27мм. Добовий максимум опадів, який можна очікувати на станції в січні становить 5,6мм, в липні – 19мм [1,10].

Середня тривалість опадів за місяць в Хмельницькій області становить в січні – 138 годин, в липні 54 години. Максимальна тривалість опадів в годинах в січні становить 279, в липні – 124. За рік середня тривалість – 1153 години, максимально - 1367 годин.

На протязі року чітко виражена зміна пануючого вітру та зміна швидкості. Пануючий напрямок вітру на станції в січні – південно-східний, в липні – північно-західний. Повторюваність штилів на станції у січні – 4.2%, в липні – 6,9% [9,10] (табл. 1.6).

За швидкістю вітри діляться на помірні – зі швидкістю 5-8 м/с, сильні – зі швидкістю 14 м/с, штормові – зі швидкістю 20-25 м/с і на ураганні – зі швидкістю понад 30 м/с. За напрямом вітри бувають північні, південні, східні, західні, північно-східні та південно-східні, північно-західні та південно-західні. Для визначення напрямку вітру використовують флюгера, які встановлюють вертикально на відкритому та піднесеному місці, наприклад на вежі, на даху будівлі або високому стовпі тощо.

Середня швидкість вітру за рік становить – 3.5 м/с, в січні – 4.0 м/с, в квітні – 3.7 м/с, в липні – 2.7 м/с, в жовтні – 3.3 м/с (табл. 1.7).

Середня швидкість вітру в різні строки в січні – 3.7 м/с, в липні – 2.6 м/с. Взимку швидкість вітру майже не змінюється за часом, влітку максимальна швидкість досягає о 13.00 годині, вночі майже завжди штильовий вітер за винятком проходження фронтів [11].

Таблиця 1.6 - Повторюваність напрямку вітру і штилю (%) в Хмельницькій області

Станція	Місяць	північний	північно-східний	східний	південно-східний	південний	південно-західний	західний	північно-західний	штиль
Шепетівка	I	6	5	8	14	17	15	18	17	6
	II	5	5	7	16	15	15	18	19	3
	III	7	7	10	18	14	13	12	19	6
	IV	8	7	10	20	17	10	12	16	7
	V	11	11	11	16	11	9	13	18	8
	VI	12	8	8	12	12	9	14	25	10
	VII	10	5	5	9	11	10	22	28	11
	VIII	10	9	10	11	10	9	18	23	11
	IX	7	4	6	13	17	14	21	18	12
	X	5	6	9	19	18	13	16	14	7
	XI	5	4	9	27	17	13	13	12	5
	XII	6	4	8	19	18	17	16	12	6
Рік	8	6	8	16	15	12	16	19	8	
Хмельницька АМСГ	I	5	5	7	21	14	10	18	20	13
	II	5	7	9	20	10	9	19	21	13
	III	6	10	14	19	9	6	14	22	13
	IV	8	9	14	24	10	5	13	17	15
	V	10	13	11	17	7	6	14	22	18
	VI	11	10	8	13	6	6	16	30	19
	VII	8	6	6	10	6	9	23	32	26
	VIII	5	7	10	11	8	7	23	29	27
	IX	6	4	9	18	10	9	21	23	30
	X	4	4	9	27	10	7	19	20	28
	XI	5	4	12	33	11	8	13	14	14
	XII	3	4	8	28	14	13	18	12	14
Рік	6	7	10	21	10	8	17	21	19	

Таблиця 1.7 - Середня місячна та річна швидкість вітру (м/с) в Хмельницькій області [9,10]

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Шепетівка	3.8	4.5	4.2	3.6	3.0	2.9	2.6	2.8	3.0	3.6	4.0	4.2	3.5
Хмельницька АМСГ	4.6	4.8	4.5	3.9	3.7	3.4	2.8	2.8	3.1	3.3	4.5	4.3	3.8
Нова Ушиця	3.8	4.3	4.3	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	2.8	3.2	3.7	3.4	3.5

Середнє число хмарних діб за рік, розрахованих по хмарності нижнього шару (табл. 1.8) по Хмельницькій області складає 85 діб, при цьому максимальне їх число припадає на листопад, грудень і січень і досягає в середньому 40 діб чи 57.4% від середнього числа днів року. Сонячні дні спостерігаються в основному в серпні та вересні місяці – 23.9% від середнього числа 65 сонячних днів за рік [12].

Таблиця 1.8 - Середнє число ясних та похмурих днів по загальній (з) та нижній (н) хмарності Хмельницької області [9,10]

Станція	Дні	Хмарність	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
			Шепетівка	я	з	2.6	1.6	2.4	1.6	2.6	2.5	2.0	4.3	4.6	2.6
		н	4.7	4.0	5.6	6.4	6.8	6.4	5.4	8.3	9.6	6.9	1.9	2.1	68.1
	п	з	17.9	16.1	13.1	10.1	8.1	6.9	7.0	7.6	7.3	11.8	18.1	20.1	144.1
		н	13.1	11.6	7.5	5.3	3.2	2.6	1.8	2.6	3.4	6.8	12.4	15.1	85.1
Хмельницька АМСГ	я	з	2.4	1.6	1.9	1.5	1.4	2.7	2.7	4.0	3.9	2.3	0.7	1.0	25.8
		н	4.5	3.3	5.7	6.1	6.4	5.5	5.4	7.5	8.6	6.3	2.3	1.7	63.3
	п	з	17.7	16.9	13.5	10.9	9.4	7.5	6.9	6.9	8.6	11.1	18.1	19.9	147.4
		н	12.6	11.7	7.7	5.5	3.4	2.9	1.9	2.1	3.6	6.3	12.7	14.4	85.0
Нова Ушиця	я	з	1.3	0.9	1.5	0.8	0.8	1.1	2.4	2.1	2.1	2.1	0.8	0.7	16.6
		н	4.4	3.5	4.9	5.5	5.7	4.7	4.2	6.8	8.0	7.3	2.6	2.4	60.0
	п	з	20.1	18.0	16.9	14.7	12.4	12.7	11.7	9.3	9.4	12.1	20.2	22.0	179.5
		н	12.0	11.3	8.5	5.4	5.7	2.7	2.1	1.6	3.0	5.2	13.1	14.0	82.6

Повторюваність основних форм хмарності влітку становить 40% верхньої та середньої хмарності, найменше її взимку. Майже відсутня нижня шарувато-дощова та шарувата хмарність влітку. Взимку відсутня купчаста хмарність, коли влітку купчаста та купчасто-шарувата хмарність становить в середньому до 30% повторюваності. Ясних днів найменше у холодний період року.

1.2 Аеродром Старокостянтинів

Аеродром знаходиться на східній окраїні міста Старокостянтинів Хмельницької області, географічні координати 49°45'14" пн.ш., 027°13'13" сх.д. Різниця між місцевим та всесвітньо скоординованим середнім часом взимку 2 години, влітку – 3 години. Висота злітно-посадочної смуги (ЗПС) над рівнем моря дорівнює 269 м, магнітний схил +3. Максимальне перевищення над рівнем морем 387м, в районі південної окраїни м. Красилів. На захід від ЗПС 1,5 км з південного-заходу на північний-схід тече річка Случ. Максимальна її ширина в районі аеродрому досягає 400-500 м (рис. 1.1).



Рис. 1.1 – Аеродром Старокостянтинів

Авіаційна метеорологічна станція аеродрому Старокостянтинів веде спостереження за хмарністю, горизонтальною видимістю, здійснює зняття, фіксацію та передачу таких параметрів як форму та висоту нижньої межі хмар, горизонтальної видимості, температура сухого та змоченого термометра, вологості, атмосферного тиску, напрямку та швидкості вітру [10].

Район аеродрому знаходиться на Волино-Подільській піднесеності. Ця плоска з абсолютними висотами до 300-350 м, яка розділена долинами річок. В районі Кременця та Золочіва Подільська піднесеність зривається уступами, яка створює гряду Кременецьких гір з абсолютними висотами до 400 м та Золочівськупагорбну гряду (Гологори) з абсолютними висотами до 400 м. Відносні висоти цих гір досягають 150-180 м.

Основними кліматоутворюючими факторами являються:

- сонячна радіація ;
- перевага західного переносу повітряних мас;
- рельєф місцевості і характер підстильної поверхні.

Аеродром Старокостянтинів знаходиться в перехідній зоні від морського до континентального клімату і характеризується порівнянню теплою зимою та холодним літом.

Район аеродрому Старокостянтинів знаходиться під впливом синоптичних процесів, які можна розбити на п'ять основних типів:

- північно–західний і західний синоптичний процес ;
- південно – західний і південний синоптичний процес ;
- південно – східний синоптичний процес ;
- східний синоптичний процес ;
- північно – східний і північний синоптичний процес.

Авіаційна метеорологічна станція аеродрому Старокостянтинів веде спостереження за хмарністю, горизонтальною видимістю, здійснює зняття, фіксацію та передачу таких параметрів як форму та висоту нижньої межі хмар, горизонтальної видимості, температура сухого та змоченого термометра, вологості, атмосферного тиску, напрямку та швидкості вітру.

По аеродрому Старокостянтинів за 2011-2017 роки спостерігалася абсолютна максимальна температура повітря $+34.9^{\circ}\text{C}$ в вересні місяці 2015 року, а мінімальна -31.3°C в лютому 2012 року. В загальному ж, максимуми

та мінімуми протягом року, як правило, припадають на дні після літнього і зимового сонцестояння, при цьому у морському кліматі вони запізняються в порівнянні з континентальним.

Стійкий сніжний покрив встановлюється в грудні місяці. Сніг лежить в середньому 90-95 днів, але враховуючи часті та протяжні відлиги в останні роки, коли сніговий покрив повністю сходить, такі дні поступово скорочуються. Кліматична протяжність холодного періоду складає від 90 до 120 днів. Зима протяжна, але відносно тепла. За багаторічними загальними спостереженнями стійкі середньодобове зниження температури нижче 0°C починається після 20-го числа листопада, а підвищення – після 20-х чисел березня [8,10].

2 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ НА АЕРОДРОМІ

2.1 Види метеорологічної інформації на аеродромі

Вся робота по синоптичному аналізу і прогнозу атмосферних процесів та погоди виконується на основі відомостей про параметри атмосфери, які отримують в більшості випадків в результаті метеорологічних спостережень. Сукупність таких відомостей являє собою первинну метеорологічну інформацію. Первинна метеорологічна інформація подальшому, як правило, підлягає трансформації та обробці, тобто, приведенню її до вигляду, який буде зручний для використання її в службі погоди. Результати такої обробки також являють собою метеорологічну інформацію, яку інколи називають вторинною. Прикладом метеорологічної інформації такого вигляду можуть слугувати синоптичні карти, вертикальні розрізи атмосфери, аналізи та прогнози погоди на різні періоди, кліматичні дані тощо. Ефективність використання первинної метеорологічної інформації в службі погоди визначається її точністю і, а також тим чи своєчасно вона надходить до користувача. Тому синоптик повинен мати повне уявлення про склад первинної метеорологічної інформації, можливостях її отримання сучасними технічними приладами і вимогами, які до неї висуваються. Стан атмосфери описується комплексом параметрів. В наш час в цей комплекс, як правило входять – атмосферний тиск, температура та вологість повітря (в якості позаатмосферного параметру часто враховують температуру підстильної поверхні), швидкість і напрямок вітру, системи конденсації водяного пару (тумани, хмарність, опади тощо), атмосферні явища (грози, заметілі, пилові бурі тощо), вертикальні рухи повітря. Всі ці параметри атмосфери визначаються або інструментально , або ж, як наприклад форма хмарності і вид опадів візуально і є первинною метеорологічною інформацією.

Із всього комплексу метеорологічних величин, що визначаються безпосередньо в результаті метеорологічних спостережень, виняток являє собою лише вертикальний рух повітря, який приблизно розраховується по формулах. В деяких випадках в склад первинної метеорологічної інформації може входити інформація про забруднення атмосфери, її електричні параметри, хімічний склад тощо [3].

2.2 Термінологія небезпечних та стихійних гідрометеорологічних явищ на аеродромі

До небезпечних явищ погоди (НЯП) на аеродромах зльоту та посадки належать:

1) гроза, купчасто-дощова хмарність, потужно-купчаста хмарність, шквал, град, крижаний дощ (замерзаючі опади), сильне обмерзання (для повітряних суден (ПС), необладнаних пристроями для боротьби з обмерзанням, – обмерзання будь-якої інтенсивності), ожеледь;

Гроза, громовиця - це атмосферне явище, пов'язане з електричними розрядами в купчасто-дощових хмарах. Супроводжується блискавкою та громом.

Крижаний дощ являє собою особливий вид опадів, що складається з дрібних прозорих крижаних кульок. Утворюються вони при замерзанні дощових крапель, що випадають з хмар. Падаючи на землю, ці кульки змерзаються, створюючи крижану кірку з нерівною шорсткою поверхнею.

В умовах тривалого випадання опадів, пов'язаних з малорухливим атмосферним фронтом, коли вологе тепле повітря взаємодіє з холодним повітрям, що перебуває під ним, відкладення льоду при крижаному дощі може бути досить значним і досягати декількох сантиметрів.

Обледеніння — стан покриття поверхні льодом з усіх боків, по всій поверхні. При знакозмінній погоді при обмерзанні на будівлях активно відбувається процес утворення бурульок

Ожеледь — тонкий шар льоду на земній поверхні, що утворюється після дощу або відлиги при зниженні температури; також прозорий шар льоду, що утворюється внаслідок замерзання крапель мряки чи дощу на поверхні землі або предметів при температурі від 0 до -6 °С.

Для виникнення ожеледі потрібна зміна температури, оскільки при плюсових температурах вода не замерзне, а за постійних мінусових вода замерзає ще в повітрі і випадає у вигляді снігу та інею. Потрібні для виникнення ожеледі умови зазвичай бувають при зміні погоди (похолоданні) за рахунок різниці між денною (вище нуля) та нічною (нижче нуля) температурою, при мінусових температурах поряд з (чи на) незамерзлими водоймами (замерзають зірвані вітром з поверхні води краплі).

2) туман, пилова (піщана) буря, дощ, мряка, сніг, хуртовина, низова хуртовина, серпанок, імла, а також дим будь-якого походження, що викликають погіршення горизонтальної або посадкової видимості нижче найбільшого з відповідних значень мінімумів, установлених для ПС, аеродрому, командира екіпажу, під час виконання польотів, а за відсутності польотів – для відповідних значень експлуатаційних мінімумів аеродрому за типами ПС, які базуються на цьому аеродромі та занесених в інструкцію з виконання польотів у районі (у повітряному просторі) аеродрому;

Туман — атмосферне явище, що полягає у скупченні продуктів конденсації водяної пари (дрібних крапель води, кристалів льоду або їхньої суміші), застиглих у повітрі безпосередньо над земною поверхнею, у приземному шарі атмосфери. Туман викликає помутніння повітря, що зменшує горизонтальну видимість до 1 км і менше.

Буря — це природне явище, вітер зі швидкістю 20 м/с і більше, що супроводжується значним хвилюванням на морі та руйнуванням на суходолі.

На суходолі бувають чорні, жовті, червоні та білі бурі. Чорні бурі поширені в степу і характеризуються видуванням та перенесенням чорнозему. Жовті та червоні бурі виникають в пустелях і напівпустелях і переносять пил та пісок. Білі бурі формуються на солончаках, над самосадними озерами та лагунами і характеризуються перенесенням великої кількості найдрібніших уламків солей (гіпсу, галіту).

Дощ це рідкі опади, що випадають з хмар у вигляді крапель діаметром понад 0,5 мм.

Сніг — це тверді опади у вигляді шестикутних пластинок чи призм з кристаликів льоду (сніжинок). Переважно випадає з шарувато-дощових хмар.

Хуртовина - атмосферне явище, що являє собою перенесення вітром снігу над поверхнею землі з погіршенням видимості. Заметілі зменшують видимість на дорогах, заважають роботі транспорту.

У завірюсі може брати участь як сніг, що лежить на землі, так і сніг, який падає з хмар. За цією ознакою розрізняють:

- поземок, коли більшість сніжинок піднімається на кілька сантиметрів над сніжним покривом
- низову завірюху, якщо сніжинки піднімаються до 2 м і вище;

- верхову або загальну завірюху — випадання снігу при сильному вітрі.

3) хмари з межею хмар нижче найбільшого з відповідних значень мінімумів, установлених для ПС, аеродрому, командира екіпажу, під час виконання польотів, а за відсутності польотів – для відповідних значень експлуатаційних мінімумів аеродрому за типами ПС, які базуються на цьому аеродромі та занесені в інструкцію з виконання польотів у районі (у повітряному просторі) аеродрому;

4) вітер біля землі (його бічна, попутна або зустрічна складові щодо напрямків зльоту і посадки), швидкість якого перевищує обмеження, установлені для даного типу ПС;

5) зсув вітру, який перевищує обмеження, що установлені для даного типу ПС;

6) перехід температури повітря через 0 °С до від'ємних значень, а також високі та низькі значення температури повітря, за яких вводяться обмеження на проведення польотів;

7) критичні значення метеорологічних величин та граничні значення до НЯП, установлені для цього аеродрому та занесені в інструкцію з виконання польотів у районі (у повітряному просторі) аеродрому, у разі яких польоти обмежуються або припиняються;

8) хвилювання моря 4 бали та вище (для польотів ПС з кораблів та амфібійних ПС).

До НЯП в районі аеродрому, полігону, у районах (зонах) та на маршрутах польотів (перельотів) ПС належать:

1) потужно-купчаста та (або) купчасто-дощова хмарність, гроза, град, які неможливо обминути;

2) помірне або сильне обмерзання (для ПС, не обладнаних пристроями для боротьби з обмерзанням, – обмерзання будь-якої інтенсивності);

3) сильна бовтанка (турбулентність) та (або) зсув вітру, які перевищують обмеження, установлені для даного типу ПС;

4) сильна електризація ПС;

5) польотна видимість та ВНМХ, значення яких нижче установлених командиром екіпажу ПС для виконання польотного завдання (при пілотуванні за правилами візуального польоту);

б) закриття хмарами, туманом або опадами вершин гір, сопок, перевалів, а також штучних споруд (щогл, труб, телевізійних веж тощо), що перешкоджають виконанню завдання та безпеки польотів.

До СЯ у районі аеродрому належать:

1) вітер з максимальною швидкістю більше 25 м/с, у горах – більше 40м/с;

2) смерч, ураган;

3) сніг інтенсивністю більше 20 міліметрів за 12 годин або менше;

4) дощ, мокрий сніг інтенсивністю більше 50 міліметрів за 12 годин або менше;

5) сильна злива інтенсивністю більше 30 міліметрів за 1 годину;

6) тривалі дощі інтенсивністю більше 100 міліметрів за 1–3 доби;

7) хуртовини, пилові бурі при максимальній швидкості вітру 15 метрів на секунду та більше і тривалістю більше 12 годин;

8) туман при видимості менше 100 метрів і тривалістю більше 12 годин;

9) ожеледь при відкладеннях льоду 20 міліметрів і більше;

10) налипання мокрого снігу (складні відкладення) при відкладеннях 35 міліметрів і більше;

11) град діаметром 20 міліметрів і більше;

12) надзвичайна пожежна небезпека з показником пожежної небезпеки більше 10000 градусів;

13) сильна спека +35 °С і вище, для південних районів +40 °С і вище;

14) сильний мороз –35 °С і нижче, для південних районів –30 °С і нижче;

15) високі рівні води в річках та водосховищах під час повені, дощових та тало-дощових паводків, заторів, зажорів, форсування рівнів на водосховищах, під час яких виникає загроза підтоплення районів базування авіаційних частин;

16) селі та снігові лавини, що загрожують районам базування авіаційних частин;

17) вітрове хвилювання на водосховищах із висотою хвилі 3 метри і більше, на Азовському морі – 3,5 метра і більше, на Чорному морі – 6 метрів і більше для ПС, які базуються та виконують польоти з кораблів.

3 ПОВТОРЮВАНІСТЬ ЯВИЩ ПОГОДИ НА АЕРОДРОМІ СТАРОКОСТЯНТИНІВ У ПЕРІОД 2011-2017 РР.

В даній магістерській роботі було проведено аналіз повторюваності явищ погоди в кожному місяці року за період 2011-2017 рр. Результати представлені у табл. 3.1-3.12. Розглянемо, як розподілялась повторюваність тих чи інших явищ по місяцях.

У січні (табл. 3.1) переважає похмурий стан неба. В середньому спостерігається 28,7 похмурих днів і 12,2 ясних днів. З табл. 3.1 можемо зробити висновки, що тумани найчастіше зустрічалися у 2011 та 2013 роках, з роками їх кількість зменшилася, а в 2017 році їх взагалі не спостерігалось. Середня кількість днів з туманом коливалася в межах 6 днів. Гроз у січні місяці взагалі не спостерігалось.

Таблиця 3.1 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за січень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (°C)	Середня максимальна температура (°C)	Середня мінімальна температура (°C)	Абсолютний максимум (температура °C)	Абсолютний мінімум (температура °C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	ясних	Похмурих	Опади	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	-	31	10	8	-	1	2	-3,8	-2,6	-5,0	+4,7	-15,7	210	3
2012	5	26	15	1	-	-	2	-5,1	-2,3	-7,9	+4,8	-24,5	200	3
2013	4	27	16	8	-	2	1	-5,7	-2,9	-8,5	+3,1	-23,0	190	4
2014	-	31	8	6	-	-	13	-5,0	-2,5	-7,4	+8,2	-22,4	165	5
2015	2	29	15	5	-	2	11	-1,2	+1,0	-3,4	+7,4	-21,4	210	5
2016	-	28	10	3	-	1	10	-1,0	+2,0	-3,0	+6,8	-20,4	200	3
2017	2	29	12		-	-	11	-1,4	+2,4	-4,2	+7,0	-22,5	200	4
Всього	12	200	86	31	-	6	50							
Середнє	1,8	28,7	12,2	6	-	1	7	-3,3	-1,9	-5,6	+5,6	-21,4	190	4

Опадів найменше спостерігалось у 2014 році – 8 мм, а в 2013 році найбільше 16 мм. Середнє значення за всі роки 12,2 мм. Ожеледі зустрічаються не часто, всього за ці роки 6 разів, а середнє значення 1 раз.

Переважний напрямок вітру південний, а середня швидкість 4 м/с. Середня місячна температура повітря $-3,3^{\circ}\text{C}$, середня максимальна $+2,4^{\circ}\text{C}$ у 2017 році, середня мінімальна $-8,5^{\circ}\text{C}$ у 2013 році.

Абсолютний максимум температури $+8,2^{\circ}\text{C}$ у 2014 році, мінімум $-24,5^{\circ}\text{C}$ у 2012 році.

У лютому (табл. 3.2) переважав похмурий стан неба. Випадала майже рівномірна кількість опадів на протязі всіх років, а саме близько 12 мм. Найбільше туманів спостерігалось у 2014 році – днів, а найменше у 2012 та в 2016 роках по одному дню.

Таблиця 3.2 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за лютий 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць ($^{\circ}\text{C}$)	Середня максимальна температура ($^{\circ}\text{C}$)	Середня мінімальна температура ($^{\circ}\text{C}$)	Абсолютний максимум (температура $^{\circ}\text{C}$)	Абсолютний мінімум (температура $^{\circ}\text{C}$)	Середній напрямок вітру ^o	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви $> 12\text{ м/с}$							
2011	5	23	14	2	-	-	6	-6,1	-3,6	-8,6	+10,0	-20,7	160	6
2012	9	20	12	1	-	-	1	-15,2	-7,7	-22,7	+3,2	-31,3	190	4
2013	-	28	12	4	-	-	-	-1,9	+0,3	-4,2	+3,2	-10,2	190	4
2014	6	22	12	5	-	1	-	-0,8	+2,0	-3,7	+9,4	-20,1	170	4
2015	5	25	12	2	-	-	3	-1,9	+1,0	-4,9	+7,0	-15,2	200	4
2016	5	22	11	1	-	-	-	-1,7	+1,5	-6,0	+6,4	-14,3	210	3
2017	4	24	12	2	-	1	2	-1,0	+1,8	-5,4	+7,0	-17,8	200	4
Всього	25	118	62	17	-	2	12							
Середнє	5	24	12	4	-	-	2	-5,2	-1,6	-8,8	+6,6	-19,5	180	4

Найнижча середня температура була у 2012 році і дорівнювала $-15,2^{\circ}\text{C}$, а найвища $-0,8^{\circ}\text{C}$ у 2014 році. Середнє значення температури за всі роки $-5,2^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури $+10,0^{\circ}\text{C}$ у 2011 році, а абсолютний мінімум температури $-31,3^{\circ}\text{C}$ у 2012 році. Переважаючий напрямок вітру – південний, а середня швидкість 4 м/с. Найбільше поривів вітру було у 2011

році, а в середньому вони присутні 2 дні в рік. Ожеледь спостерігається в середньому 1 раз в три роки.

У березні (табл. 3.3) ясних днів стає все більше в порівнянні з попередніми місяцями, але все ж переважаючим залишається похмурий стан неба. Кількість опадів також зменшилася і становить в середньому 10 мм.

Таблиця 3.3 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за березень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	Опади	туман	гроза	ожеледь	пориви > 12м/с							
2011	12	19	5	3	-	-	3	-0.3	+4.7	-4.9	+16.4	-17.4	240	5
2012	5	26	10	2	-	-	4	-2.2	+6.0	-1.4	+17.6	-10.0	260	6
2013	6	25	14	9	-	-	10	-3.4	-2.0	-6.7	+5.6	-16.1	170	6
2014	12	19	10	5	-	-	7	+5.7	+10.5	-0.9	+20.5	-3.6	200	5
2015	11	20	9	2	-	-	1	+3.9	+8.4	-0.7	+16.8	-5.2	170	5
2016	10	21	8	2	-	-	3	+4,6	+7,0	-0,5	+17,9	-6,8	160	6
2017	11	20	9	2	-	-	4	+5,0	+6,4	-0.9	+18,0	-5,6	200	4
Всього	46	101	48	24	-	-	31							
Середнє	9	20	10	3	-	-	5	+0,7	+5,5	-3,0	+15,4	-10,5	230	5

Найбільше опадів спостерігалось у 2013 році і становило 14 мм, а найменше у 2011 році – 5 мм. Найбільша кількість днів з туманами була у 2013 році – 9 днів. Середня кількість днів із туманами – 3. Гроз та ожеледей у даному місяці не спостерігається. Середня температура за місяць +0,7° C.

Абсолютний максимум температури спостерігався у 2014 році і становив +20,5° C , а мінімум температури -17,4° C у 2011 році.

Переважаючим був південно-західний напрямок вітру, а середнє значення швидкості вітру 5 м/с. Найбільше днів із поривами вітру спостерігалось у 2013 році – 10 днів.

У квітні (табл. 3.4) найбільше опадів випадало у 2014 році і становив 15 мм, а найменше у 2013 році – 5 мм. Туманів із роками стало менше, середнє їх

значення це два дні в місяць. Гроза спостерігається в середньому 2 рази. Ожеледі відсутні.

Таблиця 3.4 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за квітень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (°C)	Середня максимальна температура (°C)	Середня мінімальна температура (°C)	Абсолютний максимум (температура °C)	Абсолютний мінімум (температура °C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опаді	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	10	18	11	2	2	-	8	+8.4	+14.5	+3.1	+29.0	+0.7	200	4
2012	10	21	10	3	2	-	8	+9.7	+14.9	+4.5	+29.4	-3.2	200	4
2013	14	16	5	3	-	-	4	+8.7	+13.7	+3.9	+28.2	-3.3	200	5
2014	9	22	15	2	4	-	5	+8.5	+13.8	+3.3	+21.0	-5.0	270	7
2015	10	21	12	1	2	-	8	+7.8	+13.1	+2.6	+24.8	-3.6	280	7
2016	8	22	12	1	2	-	6	+8,4	+12,5	+3,0	+23,5	-2,5	300	6
2017	9	21	11	1	3	-	7	+7,6	+13,0	+3,2	+22,6	-2,8	290	8
Всього	53	98	53	13	15	-	33							
Середнє	11	20	11	2	2	-	7	+8.6	+14.0	+3.5	+26.5	-3.0	230	6

Середня температура за місяць дорівнює +8,6°C. Абсолютний максимум температури +29,4° С спостерігався у 2012 році, а абсолютний мінімум температури -5,0° С у 2014 році.

Переважаючий напрямок вітру – південно-західний, середня швидкість вітру 6 м/с. Середня кількість днів із поривами вітру становить 7 днів.

У травні (табл. 3.5) ясний стан неба переважає. Найбільше опадів спостерігалось у 2016 році і становило 21 мм. З роками опадів стало випадати вдвічі більше, починаючи з 2014 року. Всього за ці роки туман спостерігався 2 дні. Середня кількість днів із грозами – 6. Середня температура за місяць становить +15,7° С.

Абсолютний максимум температури спостерігався у 2012 році і дорівнював +29,1° С, а абсолютний мінімум температури +0,2° С у 2011 році.

Таблиця 3.5 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за травень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (°С)	Середня максимальна температура (°С)	Середня мінімальна температура (°С)	Абсолютний максимум (температура°С)	Абсолютний мінімум (температура°С)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	17	14	9	-	5	-	4	13.8	21.2	7.1	28.3	0.2	210	3
2012	14	21	9	-	8	-	6	15.7	22.1	10.2	29.1	5.2	200	3
2013	15	15	9	-	4	-	10	17.6	22.6	10.2	27.6	6.7	190	4
2014	18	12	18	-	5	-	6	14.5	20.2	9.0	28.0	0.4	165	5
2015	16	14	20	1	8	-	12	16.8	19.3	8.6	27.6	3.0	210	5
2016	15	16	21	-	5	-	12	15,6	18,0	6,7	28,8	2,4	220	3
2017	17	15	19	1	6	-	10	16,6	17,9	5,7	27,7	4,4	250	4
Всього	80	76	65	2	40	-	38							
Середнє	16	15	15	-	6	-	8	15.7	21.0	9.0	28.1	3.1	195	4

Переважаючий напрямок вітру – південний, середня швидкість вітру 4 м/с. Кількість днів із поривами вітру із роками збільшилася, середнє значення днів із поривами становить 6 днів.

У червні (табл. 3.6) переважав похмурий стан неба. Найбільше опадів випало у 2013 році і становило 17 мм, а найменше у 2017 році – 3 мм. Середнє значення днів із туманом – 1. Найбільше гроз спостерігалось у 2013 році – 12, а найменше 2014 році – 1.

Середнє значення температури +17,7°С. Абсолютний максимум температури спостерігався у 2015 році та становив +31.0° С, а мінімум +6,0°С у 2014 році.

Переважаючий напрямок вітру – південно-західний, середня швидкість вітру дорівнює 4 м/с. Найбільше поривів вітру спостерігалось у 2013 році - 9.

У липні (табл. 3.7) переважав ясний стан неба. Туман спостерігався всього один раз за всі роки у 2017 році. Кількість днів із грозами із роками зменшилася, найбільше їх спостерігалось у 2011 році – 1, а найменше у 2016 році – 1.

Таблиця 3.6 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за червень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	10	20	13	-	8	-	8	+17,9	+25,1	+12,4	+29,7	+8,6	220	5
2012	10	20	8	1	6	-	4	+18,0	+24,1	+11,8	+31,0	+7,6	220	4
2013	7	23	17	-	1 2	-	9	+18,7	+24,3	+13,6	+30,3	+10, 2	170	4
2014	12	18	6	1	1	-	1	+16,2	+21,3	+10,7	+26,4	+6,0	260	4
2015	15	15	4	1	4	-	4	+17,9	+24,6	+12,0	+31,0	+8,1	240	5
2016	16	15	4	-	3	-	2	+18,0	+23,6	+13,7	+30,2	+9,0	270	4
2017	13	18	3	-	2	-	3	+17,8	+22,9	+12,9	+29,9	+8,9	300	6
Всього	54	96	48	3	3 1		48							
Середнє	11	19	10	1	6		10	+17,7	+23,9	+12,1	+29,7	+8,1	220	4

Абсолютний максимум температури у липні 2015 року $+34,8^{\circ}\text{C}$. В загальному ж, максимумами та мінімумами протягом року, як правило, припадають на дні після літнього і зимового сонцестояння, при цьому у морському кліматі вони запізнюються в порівнянні з континентальним. Абсолютний мінімум у 2017 році $+6,8^{\circ}\text{C}$.

Середній напрямок вітру - 270° , середня швидкість вітру 4 м/с. Найбільше днів із поривами вітру було у 2013 році – 8 днів.

У серпні (табл. 3.8) кількість днів із ясним і похмурих станом неба майже однакова. Середнє значення днів із туманом 1, тобто тумани зустрічаються рідко.

Середня температура за місяць $+18,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури у 2015 році - $+34,0^{\circ}\text{C}$, а абсолютний мінімум у 2011 та 2012 роках $+7,0^{\circ}\text{C}$.

Переважаючий напрямок вітру – південний, а середня швидкість вітру 4 м/с. Середня кількість днів із поривами – 2.

Таблиця 3.7 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за липень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	8	23	15	-	11	-	5	+20,0	+25,3	+20,0	+30,8	+8,6	250	3
2012	19	12	10	-	6	-	3	+20,6	+26,9	+14,3	+33,0	+11,2	320	4
2013	10	21	11	-	7	-	8	+18,9	+23,3	+13,4	+29,8	+10,0	340	6
2014	17	14	9	-	5	-	3	+19,9	+25,5	+14,3	+31,0	+9,5	170	4
2015	15	16	10	-	3	-	3	+20,5	+26,1	+13,4	+34,8	+8,6	290	5
2016	15	15	11	-	1	-	4	+19,9	+27,5	+12,6	+32,1	+7,6	300	4
2017	14	17	8	1	4	-	3	+20,5	+28,8	+14,7	+30,2	+6,8	150	5
Всього	69	86	55	1	32	-	29							
Середнє	13	17	11	-	6	-	4	+19,8	+25,4	+15,0	31,8	+9,5	270	4

Таблиця 3.8 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за серпень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	Ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	16	15	6	-	-	-	1	+17,7	+22,1	+12,6	+30,4	+7,0	280	4
2012	14	17	10	-	2	-	5	+19,9	+22,9	+12,7	+32,2	+7,0	270	4
2013	19	12	3	2	1	-	1	+17,8	+23,6	+11,6	+29,6	+8,6	210	4
2014	15	16	7	1	5	-	2	+18,3	+24,3	+12,6	+33,4	+8,0	190	4
2015	16	15	2	1	1	-	-	+19,6	+27,4	+13,1	+34,0	+7,7	120	4
2016	13	18	2	-	2	-	-	+18,6	+26,3	+12,3	+31,2	+8,0	150	4
2017	20	11	4	-	1	-	1	+19,7	+27,8	+12,9	+30,1	+8,7	180	5
Всього	80	75	28	4	9	-	9							
Середнє	16	15	6	1	2	-	2	+18,7	+24,0	+12,5	+31,9	+7,6	210	4

У вересні (табл. 3.9) найбільше опадів випадало у 2013 році – 16 мм, а найменше у 2011 році - 4 мм. Середня кількість днів із туманами – 1.

Переважаючий напрямок вітру 240°, а середня швидкість вітру – 4 м/с. Середня кількість днів із поривами – 2.

Середня температура за місяць +14,2° С, абсолютний максимум температури +34,9° С у 2015 році, мінімум температури 0,0 ° С у 2014 році.

Середня кількість днів із грозами – 1-2.

Таблиця 3.9 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за вересень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° С)	Середня максимальна температура (° С)	Середня мінімальна температура (° С)	Абсолютний максимум (температура° С)	Абсолютний мінімум (температура° С)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви > 12м/с							
2011	21	9	4	1	-	-	-	+14,9	+21,4	+8,4	+27,5	+3,8	320	4
2012	13	17	8	1	2	-	1	+14,6	+20,5	+8,7	+26,6	+5,0	260	3
2013	3	27	16	1	1	-	6	+11,8	+15,0	+7,7	+20,6	+1,5	250	5
2014	17	13	7	1	1	-	2	+13,7	+20,5	+7,0	+26,2	0,0	160	4
2015	7	23	10	1	2	-	1	+16,2	+21,4	+11,1	+34,9	+5,8	210	4
2016	8	22	12	1	2	-	1	+15,4	+20,9	+11,7	+30,4	+4,3	180	3
2017	9	21	11	2	1	-	-	+14,3	+21,1	+12,4	+25,4	+5,6	200	3
Всього	61	89	45	8	6	-	10							
Середнє	12	18	9	1	1	-	2	+14,2	+19,7	+8,5	+27,1	+3,2	240	4

У жовтні (табл. 3.10) похмурий стан неба зустрічався вдвічі частіше, ніж ясний стан неба. Найбільше опадів спостерігалось у 2012 році – 10 мм, а найменше у 2013 та 2014 роках – 4 мм.

Середня місячна температура дорівнює +7,6° С. Абсолютний максимум температури становив +24,0° С у 2011 році, мінімум температури у 2014 році -11,0° С.

Середній напрямок вітру 340°, середня швидкість вітру 4 м/с. Пориви вітру зустрічаються досить рідко, в середньому 1.

У листопаді (табл. 3.11) значно збільшилася кількість днів із похмурих станом неба. Найбільше опадів випало у 2015 році – 15 мм, а найменше 6 мм - у 2012 році. Починає спостерігатись ожеледь, в середньому – 1 день у місяці із ожеледдю.

Середня температура за місяць +3,7°C. Абсолютний максимум температури у 2013 році – 19,1, а абсолютний мінімум у 2014 році – 7,2° С.

Середній напрямок вітру - 200° , середня швидкість вітру 5м/с. В середньому кількість днів із поривами – 3.

У грудні (табл. 3.12) похмурий стан неба перевищує ясний у 5 разів. Середня кількість опадів за всі роки 15 мм. Середня кількість днів із туманами – 2. Середня температура за місяць -2,7° С. Абсолютний максимум температури у 2015 році - +10,9° С, а абсолютний мінімум температури у 2012 році -23,8° С.

Найбільша кількість днів із туманами спостерігалася у 2013 році – 8 днів. Середня кількість днів із туманами – 2. Пануючий напрямок вітру – південний. В середньому зустрічається 5 днів із поривами вітру.

Таблиця 3.10 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за жовтень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (°С)	Середня максимальна температура (°С)	Середня мінімальна температура (°С)	Абсолютний максимум (температура°С)	Абсолютний мінімум (температура°С)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	13	18	7	2	-	-	1	+6,8	+11,7	+1,9	+24,0	-4,6	320	3
2012	2	29	10	1	-	-	1	+8,2	+12,5	+3,9	+23,5	-3,0	310	3
2013	10	21	4	4	-	-	-	+8,9	+13,4	+4,6	+21,8	-2,6	190	4
2014	16	15	4	3	-	-	3	+7,2	+13,9	+0,6	+22,8	-11,0	160	4
2015	11	20	8	2	-	-	-	+6,7	+11,5	+1,9	+23,0	-6,2	330	5
2016	12	21	6	2	-	-	2	+7,8	+11,9	+1,4	+21,2	-7,6	180	6
2017	13	18	9	4	-	-	-	+8,6	+12,6	+2,6	+22,5	-8,7	300	5
Всього	52	103	33	18	1	-	5							
Середнє	10	21	7	2	1	-	1	7,6	12,6	2,6	23,0	-5,5	340	4

Таблиця 3.11 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за листопад 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	ясних	похмурих	опадів	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	3	27	10	2	-	1	2	+3,5	+6,4	+0,7	+16,8	-5,0	190	5
2012	3	27	6	9	-	-	2	+3,8	+6,0	+1,5	+14,0	-2,0	180	4
2013	-	30	12	3	-	-	3	+6,0	+8,6	+3,2	+19,1	-5,8	340	5
2014	8	22	12	1	-	3	-	+1,7	+4,6	-1,2	+18,4	-7,2	140	4
2015	3	27	15	1	-	-	8	+3,5	+6,6	+0,5	+15,8	-5,2	320	6
2016	2	28	12	1	-	-	7	+4,5	+6,9	+4,9	+16,0	-5,4	170	5
2017	4	27	14	2	-	2	-	+4,9	+5,8	+2,6	+15,9	-6,5	200	5
Всього	17	133	55	19	-	6	22							
Середнє	3	27	11	3	-	1	3	+3,7	+6,4	+0,9	+16,8	-5,0	200	5

Таблиця 3.12 - Повторюваність явищ погоди і показники метеорологічних величин за грудень 2011-2017 рр.

Рік	КІЛЬКІСТЬ ДНІВ							Середня температура за місяць (° C)	Середня максимальна температура (° C)	Середня мінімальна температура (° C)	Абсолютний максимум (температура° C)	Абсолютний мінімум (температура° C)	Середній напрямок вітру°	Середня швидкість вітру (м/с)
	ясних	похмурих	Опади	туман	гроза	ожеледь	пориви >12м/с							
2011	2	29	17	2	-	-	-	-5,2	-2,4	-7,1	+3,1	-18,1	200	3
2012	4	27	18	-	-	-	5	-6,8	-4,1	-9,4	+4,0	-23,8	170	5
2013	7	24	10	8	-	1	7	-1,0	+1,8	-3,0	+6,2	-9,9	240	5
2014	4	27	18	-	-	4	5	-2,3	-0,6	-4,1	+8,2	-17,6	190	4
2015	8	23	11	1	-	-	9	+1,9	+4,2	-1,0	+10,9	-12,7	220	5
2016	6	25	11	1	-	-	7	+2,4	+3,3	-1,3	+9,8	-11,5	210	5
2017	7	24	14	4	-	-	9	+1,4	+2,4	-1,6	+8,9	-13,0	170	4
Всього	25	130	74	16	-	5	26							
Середнє	5	26	15	2	-	1	5	-2,7	-0,2	-5,0	+6,5	-16,4	200	4

З аналізу табл. 3.1-3.12 можна зробити наступні узагальнення.

- Похмурий стан неба найбільше переважає у січні місяці, а ясний стан неба – у травні та у серпні.
- Найбільше опадів випадає у травні та грудні місяцях (15 мм), а найбільш посушливим місяцем виявився серпень, у цьому місяці випадає лише 6 мм опадів.
- Тумани майже не спостерігаються у травні та липні місяці. Найбільше туманів спостерігається у січні місяці, в середньому 6 днів у січні з туманами.
- Гроза діяльність розпочинається з квітня місяця і триває до жовтня місяця включно. Найбільше гроз з травня по липень – в середньому 6 днів у місяць ідуть грози. Переважають грози тривалістю до двох годин, тільки в липні і серпні спостерігається окремі грози тривалістю 6-7 годин.
- Ожеледь спостерігається з листопада по січень, в середньому 1 день у місяць.
- Найбільше днів із поривами у червні місяці – 10 днів, а найменше у жовтні – у середньому 1 день.
- Найвища середня температура спостерігається у липні місяці і становить $+19,8^{\circ}\text{C}$.
- Найнижчі температури спостерігаються у грудні, січні, лютому - $-2,7^{\circ}\text{C}$, $-3,3^{\circ}\text{C}$, $-5,2^{\circ}\text{C}$ відповідно.
- Абсолютний максимум температури у серпні місяці – $31,9^{\circ}\text{C}$, а абсолютний мінімум температури у січні - $-21,4^{\circ}\text{C}$.
- Переважаючий середній напрямок вітру – південний та південно-західний.
- Середня швидкість вітру 4 м/с.

4 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ ТА СИНОПТИЧНІ УМОВИ ВИНИКНЕННЯ ТУМАНІВ НА АЕРОДРОМІ

4.1 Загальні відомості про умови утворення туманів та їх класифікація

Туман — атмосферне явище, що полягає в скупченні продуктів конденсації, завислих в повітрі безпосередньо над земною поверхнею. Виникає внаслідок охолодження повітря від земної поверхні чи випаровування з теплої води [15].

Тумани з водяних крапель спостерігаються головним чином при температурах повітря вище -20°C , але може зустрічатися навіть і при температурах нижче -40°C . При температурі нижче -20°C переважають крижані тумани.

Тумани в населених пунктах бувають частіше, ніж удалині від них. Цьому сприяє підвищений вміст гігроскопічних ядер конденсації (пилу, сажі тощо) у міському повітрі. Тумани перешкоджають нормальній роботі всіх видів транспорту, тому прогноз туманів має велике народногосподарське значення.

Штучне створення туманів використовується при наукових дослідженнях, у хімічній промисловості, теплотехніці й інших областях.

За способом утворення тумани поділяються на два види:

- тумани охолодження — утворюються через конденсацію водяної пари при охолодженні повітря нижче точки роси;

- тумани випаровування — є випарами з теплішої поверхні, що випаровує, у холодне повітря над водоймами й вологими ділянками суші.

Крім того тумани розрізняють за синоптичними умовами утворення:

- внутрішньомасові — що формуються в однорідних повітряних масах.

- фронтальні — що утворюються на границях атмосферних фронтів.

Внутрішньомасові тумани переважають у природі, як правило вони є туманами охолодження. Їх так само прийнято розділяти на кілька типів:

Радіаційні тумани — тумани, що з'являються в результаті радіаційного охолодження земної поверхні й маси вологого приземного повітря до точки роси. Звичайно радіаційний туман виникає вночі в умовах антициклону при безхмарній погоді й легкому бризі. Часто радіаційний туман виникає в умовах

температурної інверсії, що перешкоджає підйому повітряної маси. Після сходу сонця радіаційні тумани звичайно швидко розсіюються. Однак у холодну пору року в стійких антициклонах вони можуть зберігатися й удень, іноді багато діб поспіль. У промислових районах може виникнути крайня форма радіаційного туману — смог.

Адвективні тумани — утворюються внаслідок охолодження теплого вологого повітря при його русі над холоднішою поверхнею суші або води. Їхня інтенсивність залежить від різниці температур між повітрям і поверхнею, що підстилає, і від вологовмісту повітря. Ці тумани можуть розвиватися як над морем, так і над сушею й охоплювати величезні простори, в окремих випадках до сотень тисяч км². Адвективні тумани звичайно бувають при похмурій погоді й найчастіше в теплих секторах циклонів. Адвективні тумани стійкіші, ніж радіаційні, і часто не розсіюються вдень.

Морський туман — адвективний туман, що виник над морем у ході переносу холодного повітря на теплу воду. Цей туман є туманом випаровування. Тумани такого типу часті, наприклад, в Арктиці, коли повітря попадає з льодового покриву на відкриту поверхню моря.

Фронтальні тумани утворюються поблизу атмосферних фронтів і переміщаються разом з ними. Насичення повітря водяною паром відбувається внаслідок випару опадів, що випадають у зоні фронту. Деяку роль у посиленні туманів перед фронтами грає падіння атмосферного тиску, що спостерігається тут і створює невелике адіабатичне зниження температури повітря. До туманів також відносяться так називані сухі тумани (помоха, імла), у цих туманах частками є не вода, а дим, кіптява, пил і так далі.

Найчастішою причиною сухих туманів є дим лісових, торф'яних або степових пожеж, степовий, лісовий або піщаний пил, що піднімають і стерпні вітром іноді на значні відстані, а також викиди промислових підприємств.

Нерідкий й перехідний щабель між сухими й вологими туманами — такі тумани складаються з водяних часток разом з досить більшими масами пилу, диму й кіптяви. Це — так звані брудні, міські тумани, що є наслідком присутності в повітрі великих міст маси твердих часток, що викидають при топленні димовими, а ще більшою мірою — фабричними трубами.

Показник водність туману використовується для характеристики туманів, він позначає загальну масу водяних крапельок в одиниці об'єму

туману. Водність туманів звичайно не перевищує 0,05-0,1 г/м³, але в окремих щільних туманах може досягати 1-1,5 г/м³ [5].

Крім водності на прозорість туману впливає розмір часток, що його утворюють. Радіус крапель туману звичайно коливається від 1 до 60 мкм. Більшість же крапель має радіус 5-15 мкм при позитивній температурі повітря й 2-5 мкм при негативній температурі.

При прогнозі всіх видів туману необхідно визначити наявність таких факторів їх утворення:

- а) синоптичні умови, напрямок і швидкість потоків біля поверхні землі;
- б) кількість хмарності, що очікується наступної ночі - ясно чи хмарно;
- в) характер стратифікації, наявність приземних або піднесених інверсій за даними радіозондування і прогностичною кривою стратифікації;
- г) наявність і знак адвекції температури;
- д) орографічні особливості пункту прогнозу;
- ж) стан підстильної поверхні, як джерела вологи.

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, гребнях, 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 [6].

4.2 Метеорологічні характеристики в умовах утворення туману

В Хмельницькій області тумани відмічається досить часто. Тумани відіграють важливу роль в роботі авіації. Їх наявність завдає великої перешкоди літакам, впливає на їх зліт та посадку. Туман є одним з найбільш небезпечних явищ, що часто повторюються. Як було показано у розділі 3, у Хмельницькій області в районі аеродрому Старокостянтинів тумани є одним з найчастіших явищ погоди, яке спостерігалось протягом 2011-2017 рр. Тому розглянемо детальніше, за яких метеорологічних умов це явище виникало та який характер носило.

Для дослідження умов туманоутворення використані дані щоденника погоди АВ-6 по метеорологічній станції аеродрому Старокостянтинів Хмельницької області за 2011 по 2017 роки. Таким чином, проаналізовано 2555 строків спостережень та виявлено 143 випадки туманів. Зведена інформація про повторюваність на станціях наведена у табл. 4.1.

В середньому днів з туманом 20,4 на метеорологічній станції аеродрому Старокостянтинів, що менше ніж за багаторічними даними по іншим метеорологічним станціям Хмельницької області, де в середньому становить – 56 днів (див. табл. 4.1). Число днів з туманом із року в рік коливається. На

метеорологічній станції аеродрому Старокостянтинів найбільше днів з туманами досягало 41, що спостерігалось у 2013 р., найменше – 13 у 2016 році.

В холодний період року середня кількість днів з туманом по Хмельницькій області становить - 46, в теплий період 10 діб. Найбільше число діб з туманом в січні - 16, в липні – 2. Це обумовлено розташуванням, рельєфом місцевості і висотою над рівнем моря станцій.

Таблиця 4.1 - Середнє число днів з туманом по станціях Хмельницької області за період 2011-2017 рр.

Станція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	Рік
Шепетівка	8	8	6	3	2	1	2	3	4	6	9	10	47	15	62
Хмельницька АМСГ	8	7	6	2	2	1	1	2	3	6	9	10	46	11	56
Нова Ушиця	7	7	5	2	0,9	0,6	0,7	0,7	1	5	9	10	43	6	49
Разом	23	22	17	7	4,9	2,6	3,7	5,7	8	17	27	30			168
Р, %	13,6	13,1	10,1	4,2	2,9	1,5	2,2	3,4	4,8	10,1	16,2	17,9			100

За даними метеорологічних спостережень нами були визначені наступні характеристики при утворенні туманів на аеродромі Старокостянтинів: видимість, температура повітря, температура точки роси, дефіцит, відносна вологість повітря, швидкість і напрямок вітру, а також тип туману. Перелічені характеристики для кожної дати розміщені у Додатку А, в табл. А.1.

У табл. 4.2 зведено кількість випадків туманів по місяцях за досліджуваний період. Можна бачити, що максимальна кількість туманів припадає на січень та березень (23-24 випадки), також часто тумани спостерігаються у жовтні, листопаді, грудні та лютому (16-18 випадків). Навесні кількість туманів різко знижується до 1-3 випадків у квітні, а влітку

зустрічаються поодинокі випадки туманів, як і у вересні. Найбільша кількість випадків туману припала на 2013 рік.

Таблиця 4.2 – Повторюваність туманів (кількість випадків) по аеродрому Старокостянтинів за період 2011-2017 рр.

Місяць	Рік							Всього	Середнє
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Січень	3	1	9	5	3	3		24	4,0
Лютий	2	1	3	5	2	1	2	16	2,3
Березень	2	2	9	5	2	2	1	23	3,3
Квітень	2	1	3	2	1	1	1	11	1,6
Травень					1		1	2	1,0
Червень		1		1	1			3	1,0
Липень							1	1	1,0
Серпень	1		2	1	1	1		6	1,2
Вересень	1	1	1	1	1	1	2	8	1,1
Жовтень	2	1	4	3	2	2	4	18	2,6
Листопад	2	9	3		1	1	2	18	3,0
Грудень	2		8	1	1	1	4	17	2,8

У табл. 4.3 наведені відомості щодо середніх метеорологічних характеристик туману в різні сезони року. З даних таблиці витікає, що в зимовий період тумани найчастіше спостерігаються за південного напрямку вітру. Середнє значення швидкості вітру дорівнює 2 м/с. Середнє значення видимості у тумані взимку близько 500 м, а середня температура від'ємна. Частіше спостерігаються тумани адвективні.

Навесні тумани утворюються найчастіше при східному вітрі. Середнє значення видимості 560 м. Весною здебільшого зустрічаються адвективні тумани при додатній температурі.

Влітку тумани зустрічаються досить рідко, в основному при східному вітрі. Середнє значення видимості 800 м. Влітку переважають радіаційні тумани за високих додатних температур.

Таблиця 4.3 - Середні значення метеорологічних величин при тумані в різні пори року з 2011 по 2017 рр.

	Середнє значення видимості, м	Середнє значення напрямку вітру, градуси	Середнє значення швидкості вітру, м/с	Середнє значення температури, °С	Переважаючий тип туману
Зима	500	163	2	-1,3	Адвективний
Весна	560	103	2	+2,6	Адвективний
Літо	800	90	2	+15,8	Радіаційний
Осінь	620	135	3	+7,4	Адвективний

Восени тумани в більшості випадків – адвективні. Спостерігаються вони за південно-східного напрямку вітру з середньою швидкістю 3 м/с. Переважають адвективні тумани з видимістю в середньому 620 м.

Далі розглянемо, як розподіляються радіаційні тумани по часу доби, що представлено у табл. 4.4.

Найбільш виражений добовий хід мають радіаційні тумани (табл.4.4). В інших рівних умовах добовий хід виражений тим виразніше, чим вище температура. Це впливає з того, що у випадках високих температур тиск насиченого водяного пару швидко росте при їх подальшому підвищенні. Ріст тиску водяного пару відбувається за рахунок випаровування крапель туману. У випадках низьких температур необхідно їх більш значне підвищення, чим у випадках високих температур, для того щоб тиск насичення змінився на одне і теж значення.

З цієї причини влітку тумани швидко розсіюються після сходу Сонця і вдень майже не спостерігаються, коли як в цей час взимку вони розсіюються значно повільно, не рідкість їх збереження цілодобово. Потрібно також мати на увазі, що взимку температура в ранкові часи підвищується повільніше, чим влітку.

Аналізуючи спостереження з туманом за 7 років, у пунктах дослідження, слід відмітити чіткий річний хід туманоутворення, який є характерним для всієї України. Тобто, в більшості випадків, туман

формувався в холодне півріччя з жовтня по квітень. Найбільша повторюваність припадала на січень, а найменша на липень. 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).

Таблиця 4.4 - Повторюваність (число випадків) радіаційних туманів в різний час доби аеродрому Старокостянтинів за 2011-2017 рр.

Пункт	Час, години											
	20	22	24	02	04	06	08	10	12	14	16	18
Тепле півріччя (травень-жовтень)												
аеродром Старокостянтинів	-	1	2	8	20	26	22	2	-	-	-	-
Холодне півріччя (листопад-квітень)												
аеродром Старокостянтинів	1	4	12	24	34	52	54	32	10	2	1	2

4.3 Синоптичні процеси в регіоні при утворенні туману

Як вже зазначалося вище, тумани можуть утворюватися при певних метеорологічних умов, які, в свою чергу обумовлені певним типом синоптичної ситуації. Для визначення синоптичних процесів, які супроводжувалися виникненням туману на аеродромі Старокостянтинів, скористаємося типізацією синоптичних процесів для південної половини України, яка запропонована в монографії Л.К. Смекалової та Ц.А. Швер [18].

Враховуючи характер приземного і висотного полів тиску, а також напрям переносу повітряних мас, виділяють для півдня України десять різновидів атмосферних процесів, які представлені на рис. 4.1 [18].

Розглянемо більш докладно кожен з десяти різновидів атмосферних процесів на півдні України, які з урахуванням їх загальних властивостей можна об'єднати в три групи: периферійні процеси, циклонічна і антициклонічна циркуляція.

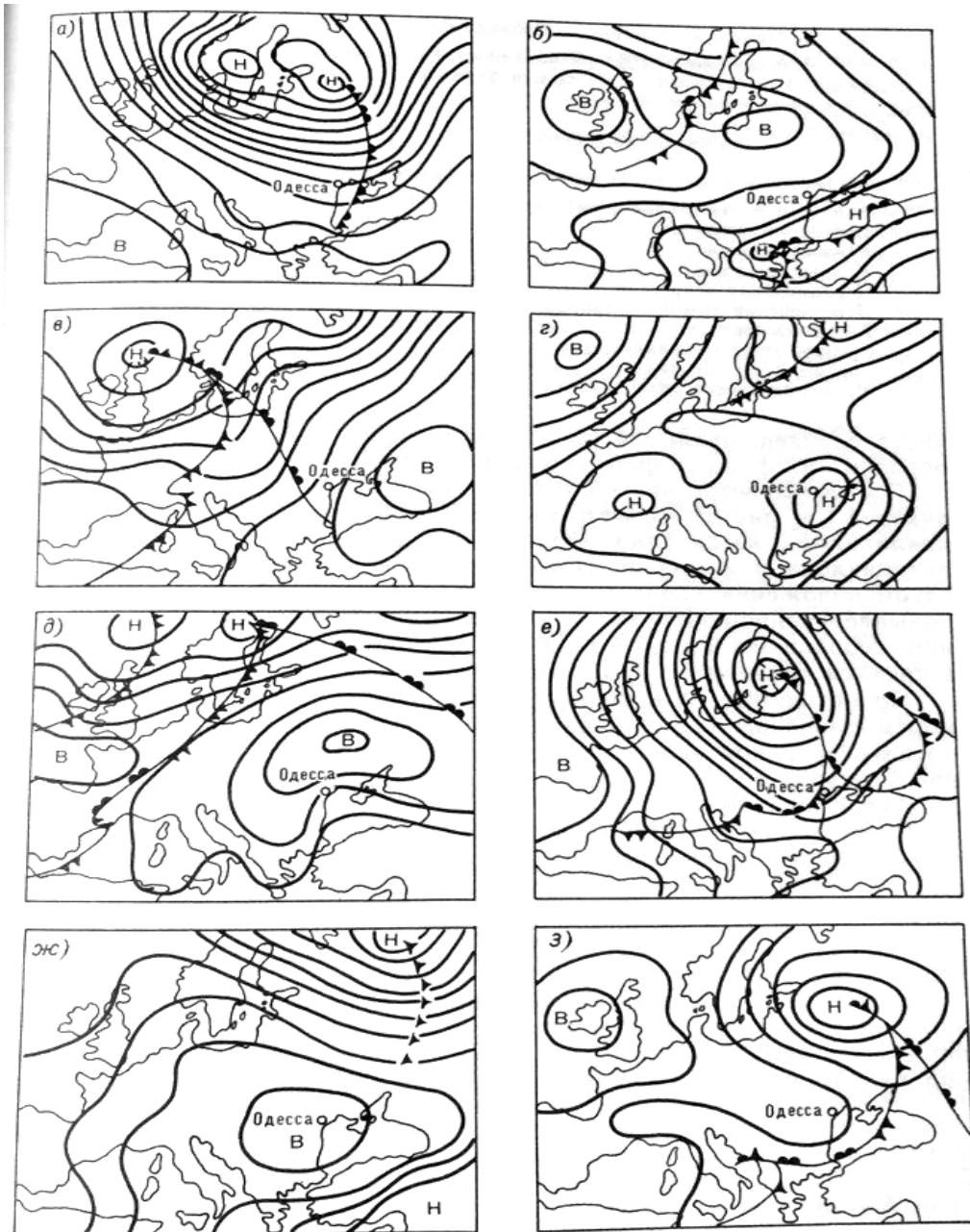


Рис. 4.1 – Схеми полів тиску біля поверхні Землі при типових синоптичних процесах над Україною [18]: а) західний перенос; б) східний перенос; в) південний перенос; г) південні циклони; д) чорноморська депресія; е) переміщення улоговин з заходу; ж) антициклони; з) гребені, орієнтовані із заходу

Периферійні атмосферні процеси, до яких відносяться малозбурені переноси з південною, західною і східною складовою, а також малоградієнтні поля тиску у землі, впливають на південь України відповідно у 23 та 18%

випадків. Ці процеси, які становлять 40 % від загального числа випадків, є також тривалими і в часі.

Східні вітри часто з невеликою північної або південної складовою мають найбільшу повторюваність (8%) і встановлюються, коли цей район знаходиться на південній периферії антициклону або гребеня. Погодні умови на півдні України при такому положенні характеризуються утворенням низькою шаруватої, під інверсійної хмарності, іноді туманів. Опади у вигляді мряки або невеликого снігу випадають при адвекції теплого повітря в середній тропосфері з півдня і південно-сходу.

Відбуваються на південній периферії антициклону і над Чорним морем, зміни тиску визначають швидкість і напрям переносу в перехідній зоні, які можуть змінюватися від декількох метрів в секунду до $15-25 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, а по напрямку - від південно-східної до північно-східного. В середньому за рік спостерігається вісім-дев'ять випадків зі штормовими вітрами, причому виникають вони, як правило, в холодний період. Тривалість штормів іноді досягає 18-25 днів. Сильні східні вітри небезпечні навесні в тих випадках, коли в ґрунті є малі запаси вологи. Виникають пилові бурі, що переносять частинки родючого ґрунту.

Друга різновидність периферійних атмосферних процесів — західний і північно-західний перенос. Він формується на південній периферії циклонів помірних широт. Великі швидкості вітру спостерігаються тільки при вторгненні холодного повітря за фронтами. Зменшення швидкості вітру відбувається при наступному швидкому зсуві області високого тиску (50%) на південь України. Західний перенос часто порушується в результаті впливу гірських систем півдня Європи і в таких випадках улоговина переміщається з заходу або встановлюється південний перенос.

Вітри з добре вираженою південною складовою на півдні України спостерігається рідше (6%). Вони виникають на східній периферії областей низького тиску, розташованих західніше, часто навіть у північно-східній Атлантиці. При південному перенесенні в залежності від сезону спостерігаються різні погодні умови: в теплий період переважає мало хмарна погода, в холодний - тумани, низька хмарність, мряка. В середній і верхній тропосфері південному перенесення відповідають вітри південного або південно-західного напрямку в передній частині висотної улоговини.

Безпосередньо після південного перенесення часто відбувається вихід південних циклонів (46 %) або переміщення улоговин з заходу (25 %).

До циклонічної циркуляції на півдні України відносяться три різновиди атмосферних процесів: південні циклони, улоговини, які переміщуються з заходу, і чорноморська депресія.

Роль південних циклонів у формуванні погоди і клімату регіону велика, незважаючи на те, що повторюваність цього процесу (9 %) значно менше повторюваності периферійної циркуляції. Пояснюється це тим, що виходи південних циклонів супроводжуються рясними опадами, хуртовинами, ожеледицею, грозами. Переміщення таких циклонів відбувається під передньою частиною висотної улоговини, орієнтація якої і подальша її еволюція визначають напрямок циклонів. Вихід південних циклонів - процес переважно холодного періоду з максимумом у січні. Однак і відносно рідкісні виходи циклонів влітку мають велике значення. Південні циклони - фактор багаторічного коливання клімату на півдні України, головним чином режиму зволоження.

Над Чорним морем в холодний період при невеликому падінні тиску, обумовленому термічним контрастом (суша-море) і орографією виникає область зниженого тиску – чорноморська депресія. Хмарність, що формується в її системі і переноситься в прибережні райони, може викликати невеликі опади на півдні України. Пульсація тиску в депресії викликає зміни у напрямі і швидкості переносу повітряних мас вздовж північного узбережжя Чорного моря.

Одним з найбільш поширених процесів на півдні України є переміщення улоговин з заходу (18%) циклони, з якими пов'язані улоговини, виникають над північною Атлантикою або північно-заходом Європи, потім переміщаються на центральні або північні райони ЕЧС. В улоговинах, як правило, розташовуються фронти — холодні, оклюдовані, рідше теплі .

Роль улоговин особливо велика для теплого періоду. Значні опади на холодних фронтах випадають при виникненні хвильових збурень. Властивості повітряних мас і динаміка атмосферних процесів в області фронтів відрізняються великою різноманітністю, що зумовлює і розходження в погодних умовах.

Південь України часто знаходиться під впливом областей високого тиску. Переважання антициклональних процесів на півдні України визначає найбільш істотно риси клімату регіону - відносно невелику зволоженість і підвищені значення сонячної радіації. В середньому за рік спостерігається 38 випадків (29% від усіх процесів) з антициклонами і гребенями. Якщо врахувати, що тривалість кожного з антициклональних процесів більш ніж у два рази перевищує тривалість циклонічних, то значна питома вага антициклональної циркуляції стає очевидною.

Найбільш часто (16 %) над півднем України спостерігаються гребені орієнтовані з заходу, які називаються азорськими. Однак генетично такі гребені здебільшого не є результатом безпосереднього поширення високого тиску з області азорського антициклону. Формування гребенів і невеликих антициклонів відбувається за холодними фронтами внаслідок дії термічних і динамічних чинників зміни тиску, а також під впливом гірських систем центральної Європи. Виникає область високого тиску, яка об'єднується з азорським антициклоном і перетворюється в його відріг або гребінь. Повторюваність цього процесу найбільша в літні і особливо осінні місяці. З західними гребенями пов'язана переважно малохмарна зі слабким вітром погода.

Гребені, орієнтовані зі сходу, спостерігаються значно рідше (2%), ніж гребені, орієнтовані з заходу. Пояснюється це як переважанням західно-східного переносу, так і впливом Чорного моря на термічне та баричне поля тропосфери.

На південь України переміщуються антициклони із західною складовою. Тривалість їхнього впливу становить два-три дні і, як правило, супроводжується послідовним розвитком погодних умов. У холодний період наближення антициклону з північного заходу пов'язане з вторгненням холодного повітря, утворенням низької шаруватої хмарності, відносно невеликими опадами; при зміщенні антициклону до схід південь України виявляється в зоні південно - східного або південного переносів, для яких характерні низька хмарність, тумани, мряка.

Стаціонавання антициклонів над півднем України обумовлює малохмарну погоду з низькими температурами взимку, спекотною погодою влітку і заморозками в осінні і весняні місяці. Часто слідом за переміщається

на схід антициклоном на південь України із заходу насувається улоговина з розташованим в ній фронтом.

Незважаючи на те, що ця типізація розроблена для півдня України, в ній розглядаються баричні поля, що охоплюють значну частину Європи, тому ці типові поля можна застосувати й для Хмельницької області, виділяючи при цьому особливості напрямку переносу над цим регіоном при утворенні туманів.

Для розв'язання задачі по визначенню типу синоптичної ситуації ми скористалися німецьким архівом синоптичних карт DWD-Analyze (http://www1.wetter3.de/archiv_dwd_dt.html), порівнюючи поточні карти для випадків з туманами з Додатку А зі схематичними ситуаціями, зображеними на рис. 4.1. Отримані типи синоптичних ситуацій позначені тими ж буквами, що й на рис. 4.1 та внесені в останній стовпчик у табл. А.1.

Проаналізуємо отримані результати. Повторюваність кожного з типів синоптичної ситуації по місяцях за всі роки представлена у табл. 4.5. Можна бачити, що в усі місяці року найбільш часто тумани утворюються при типі А (західний перенос, адвективний туман), типі В (південний перенос, адвективний туман) та типі Г (південні циклони, переважно адвективний туман). Також часто тумани утворюються при типі Б (східний перенос на периферії антициклону) та типі З (гребні, орієнтовані із заходу). В гребневих структурах слід очікувати як радіаційних туманів, так й адвективних при посиленому переносі. Типи Д та Є, пов'язані з улоговинами, зустрічаються рідше, а тип Ж, пов'язаний з центральною частиною антициклону, досить рідкий, та відповідає умовам радіаційних туманів.

По місяцях, можна бачити, що у січні найбільш часто тумани зустрічалися при типах В і Г, пов'язаних з південним переносом. В лютому найбільш повторюваним був тип Г, а також Д і Е, які відповідають улоговинам. В березні найбільш часто зустрічалися тумани при типах А, Б та З, тобто були частіше пов'язані з антициклональною циркуляцією. В квітні майже з однаковою повторюваністю спостерігалися всі типи полів, окрім Б, Е, Ж, які зовсім не траплялися. В літні місяці (травень-серпень) поодинокі випадки радіаційних туманів траплялися при типах циркуляції Б, В, Г, Д та З.

Таблиця 4.5 – Типи синоптичних ситуацій при утворенні туману на аеродромі Старокостянтинів за період 2011-2017 рр.

Місяць	Тип синоптичної ситуації (кількість випадків за всі роки)							
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Січень	2	1	7	9	2	1	1	
Лютий	2	1		5	3	3		2
Березень	5	5	3	1	1	2	1	5
Квітень	2		3	2	2			2
Травень		1		1				
Червень		1	1					1
Липень				1				
Серпень			2		3			1
Вересень	1	2	3	1				1
Жовтень	5	4	5	1	1			2
Листопад	3	1	2	5	3			4
Грудень	3	1	5	5		3		
Всього	23	17	31	31	15	9	2	18

У вересні тумани виникали переважно при типах ситуацій Б та В. У жовтні найчастіше тумани траплялися при типах А, В (південний та південно-західний винос) та Б (периферія антициклону). У листопаді найчастіше тумани виникали при типах Г та З. І у грудні найбільш повторюваними при туманах були типи ситуацій В і Г. Слід зазначити, що в осінні місяці та на початку зими (вересень-грудень) та в літні місяці зовсім не зустрічався тип Ж, а в осінні та літні місяці також не спостерігався тип Е та Ж.

Отже, найчастіше тумани адвективного характеру траплялися при ситуаціях, які забезпечували південний та південно-західний переніс в Хмельницькій області, а також при східному переносі на периферіях антициклонів або гребенів, орієнтованих з півночі, північного заходу, заходу.

На додачу, розглянемо типову синоптичну ситуацію, яка обумовила формування туману в Хмельницькій області з 8 по 10 березня 2018 року (Додаток Б).

Погода на метеорологічній станції аеродрому Старокостянтинів Хмельницької області 8 по 10 березня 2018 року визначалася впливом сідловини з атмосферним фронтами (теплий фронт та оклюзія) (приземні карти за 12.00 UTC 09.03.2018 року та за 06.00 UTC 10.03.2018 року). На висотних картах (АТ-500 гПа, АТ-700 гПа, АТ-850 гПа) виражена улоговина глибокого циклону з центром над островом Гренландія з мінімальним тиском у поверхні землі 835 гПа 09.03.2018 року. Наступної доби циклон втратив свою активність, тиск піднявся до 841 гПа та циклон змістився на архіпелаг Шпіцберген (рис. Б.1-Б.8).

Згідно розглянутої вище типізації синоптичних процесів дана ситуація може бути віднесена до типу В з південним переносом на район прогнозу.

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 fronti та fronti оклюзії повільно, зі швидкістю 10-15 км/год, переміщувались із заходу на схід. В приземному шарі повітря спостерігався вітер південної чверті і відбувалася на територію Хмельницької області та й майже по всій Україні адвекція теплого вологого повітря, яке додатково насичувалось вологою завдяки таненню снігового покриву.

Внаслідок перелічених факторів склались класичні умови для утворення адвективних туманів з видимістю 100-500 метрів.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі виконано дослідження сучасного режиму метеорологічних явищ на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область). Підводячи підсумок вище викладеному аналізу, можна зробити наступні висновки.

1. Найбільшу небезпеку літом складає грозова діяльність, котра спостерігається до 5-9 днів в місяць. Грози мають два добре виражених добових максимумів: з 5.00 до 18.00 та з 22.00 до 01.00 години.

2. Найбільш сприятливими умовами для проведення польотів є вересень і перша половина жовтня. В цей період спостерігається велика кількість днів з малохмарною погодою і гарною видимістю, кількість гроз різко зменшується, а повторюваність туманів, хоча і збільшується, але вони спостерігаються лише в ранкові часи.

3. Явище туману виявилось одним з найповторюваніших з несприятливих явищ на аеродромі. Виявлено, що більшість туманів спостерігається в осінні та зимові місяці, в теплий період року протягом двох місяців тумани не спостерігалися взагалі.

4. Аналіз метеорологічних характеристик під час утворення туманів показав, що:

- частіше тумани відмічалися в нічні та ранкові години, особливо висока їх повторюваність до часу близькому до сходу сонця. Максимальна повторюваність туманів в холодний період року відмічається в ранкові та вечірні години, в теплий період року – в ранкові години.
- горизонтальна дальність видимості у туманах у більшості випадків коливалася від 400 до 800 м.
- найбільша кількість туманів утворювалася при штилі і при швидкості вітру 0-2 м/с при переважаючому східному переносі у поверхні землі. Туман при швидкості вітру більше 5 м/с в Хмельницькій області не спостерігався взагалі.

5. Аналіз синоптичних процесів показав, що найбільш часто тумани утворюються при західному або південному переносі, в теплих секторах циклонів, але можуть утворюватися й при східному переносі на периферіях антициклонів та гребенів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Баранов А.М., Богаткин О.Г., Говердовский В.Ф., Еникеева В.Д. Авиационная метеорология. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 347с.
2. Баранов А.М. Видимость в атмосфере и безопасность полетов. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 205 с.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 616 с.
4. Гаврилов В.А. Видимость в атмосфере. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 230 с.
5. Гойса Н.И. Некоторые закономерности суточного и годового хода радиационного баланса подстилающей поверхности и его составляющих // ТрудыУкрНИГМИ. 1962. Вып. 31. С. 60–81.
6. Івус Г.П., Боровська Г.О. Практикум з авіаційної метеорології. Одеса: Екологія, 2006. 217 с.
7. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційна метеорологія: Конспект лекцій. Дніпропетровськ: ПБП «Економіка», 2006. 140 с.
8. Кліматичний Кадастр України (електронна версія). Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ, Центральна Геофізична Обсерваторія, Київ. 2006.
9. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с.
10. Кліматичний кадастр України. Київ, 2002. 446 с.
11. Книжки КН-01 на метеорологічній станції аеродрому Старокостянтинів Хмельницької області з 2011 по 2017 роки.
12. Кошеленко И.В. К вопросу о прогнозе времени рассеяния тумана // ТрудыУкрНИГМИ. 1972. Вып. 113. С. 33–42.
13. Кошеленко И.В. Некоторые радиационные характеристики при тумане // ТрудыУкрНИГМИ. 1965. Вып. 47. С.22–29.
14. Кошеленко И.В. Синоптические условия образования адвективного тумана // ТрудыУкрНИГМИ. 1956. Вып. 5. С.170-178.
15. Кошеленко И.В. Туманы //ТрудыУкрНИГМИ. 1977. Вып. 155. С. 155-158.

16. Практикум з синоптичної метеорології //Під ред. Івус Г.П., Іванової С.М. Одеса: ТЕС, 2004. 419 с.
17. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 702 с.
18. Смекалова Л.К., Швер Ц.А. Климат Одессы. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 174 с.
19. Школьний Є.П. Фізика атмосфери. К.: Міносвіти України, 1997. 698 с.
20. Щоденник погоди АВ-6 по аеродрому Старокостянтинів з 2011 по 2017 роки.

Додаток А

Метеорологічні характеристики і синоптичні умови виникнення туману на аеродромі Старокостянтинів (Хмельницька область) за період 2011-2017 рр.

Таблиця А.1 - Метеорологічні характеристики і типи синоптичних ситуацій в період виникнення туману

Дата	Строк спостереження	Видимість, м	Температура повітря, °С	Температура точки роси, °С	Дефіцит, °С	Відносна вологість повітря, %	Напрямок вітру	Швидкість вітру, м/с	Тип туману	Синоптична ситуація
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10.01.2011	18.00 20.00	400	-9,6	-9,6	0	100			радіаційний	Д
15.01.2011	01.00 08.00	500	-10		0	100			адвективний	Г
20.01.2011	04.00 17.00	400	-5	-5	0	100			адвективний	Ж
10.02.2011	02.00 07.00	500	-1	-1	0	100			адвективний	З
17.02.2011	08.00 10.00	800	-1,7	-1,7	0	100			адвективний	З
09.03.2011	21.00 24.00	800	0,5	0,5	0	100	120	3	адвективний	Д
17.03.2011	08.00 11.00	600	2	2	0	100	110	2	адвективний	З
29.03.2011	18.00 24.00	500	3,1	3,1	0	100			адвективний	В
06.04.2011	02.00 08.00	400	4	4	0	100			адвективний	В
09.04.2011	01.00 05.00	500	3,5	3,5	0	100			адвективний	З
16.08.2011	07.00 11.00	800	15,8	15,8	0	100	90	2	радіаційний	З
24.09.2011	08.00 11.00	600	10	+10.0	0	100			радіаційний	Б
10.10.2011	09.00 11.00	500	8,2	8,2	0	100			радіаційний	З
16.10.2011	07.00 17.00	600	7,1	7,1	0	100	20	3	адвективний	Б
10.11.2011	09.00 16.00	800	7,4	7,4	0	100			адвективний	Б
21.11.2011	06.00 18.00	600	4,6	4,6	0	100			адвективний	З
10.12.2011	09.00 11.00	500	-0,5	-0,5	0	100	110	2	адвективний	А
21.12.2011	08.00 09.00	400	-5,7	-5,7	0	100			радіаційний	А

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
05.01.2012	01.00	400	-2,1	-2,1	0	100			адвект ивний	Д
	06.00									
12.02.2012	20.00	600	-3,8	-3,8	0	100	260	3	адвект ивний	Д
	23.00									
05.03.2012	11.00	500	0,3	0,3	0	100			адвект ивний	Г
	16.00									
10.03.2012	01.00	600	0,9	0,9	0	100	110	2	адвект ивний	Ж
	07.00									
01.04.2012	19.00	500	1	1	0	100			адвект ивний	Г
	23.00									
29.06.2012	07.00	800	+10.2	10.0	0	100			радіац ійний	В
20.09.2012	08.00	400	9	9	0	100			радіац ійний	З
	10.00									
12.10.2012	09.00 12.00	600	8,9	8,9	0	100			радіац ійний	З
11.11.2012	07.00	600	7,9	7,9	0	100			адвект ивний	З
	17.00									
16.11.2012	01.00 24.00	600	-1,2	-1,2	0	100			адвект ивний	А
17.11.2012	01.00 24.00	700	-1.1	-1.1	0	100			адвект ивний	А
18.11.2012	01.00	800	-1,9	-1,9	0	100			адвект ивний	З
	04.00									
19.11.2012	08.00	800	3,3	3,3	0	100	160	2	радіац ійний	А
	09.00									
20.11.2012	08.00	600	2,6	2,6	0	100			радіац ійний	Д
	10.00									
26.11.2012	20.00	400	2,5	2,5	0	100			адвект ивний	Д
	24.00									
27.11.2012	01.00	300	1,3	1,3	0	100			адвект ивний	Д
	10.00									
29.11.2012	01.00	600	+1.2	+1.2	0	100			адвект ивний	З
	08.00									
12.01.2013	09.00	500	-10,1	-10,1	0	100			радіац ійний	Б
	24.00									
13.01.2013	01.00	500	-17,3	-17,3	0	100			радіац ійний	Г
	10.00									
13.01.2013	21.00 24.00	200	-18,8	-18,8	0	100			радіац ійний	В
14.01.2013	01.00	200	-20,5	-20,5	0	100			радіац ійний	В
	10.00									
16.01.2013	05.00	500	-1,7	-1,7	0	100			адвект ивний	Г
	24.00									

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
17.01.2013	01.00	500	0,1	0,1	0	100			адвект ивний	В
	24.00									
18.01.2013	01.00	200	-1,3	-1,3	0	100			адвект ивний	В
	05.00									
19.01.2013	19.00	400	0,1	0,1	0	100			адвект ивний	В
	20.00									
22.01.2013	01.00	600	-3,1	-3,1	0	100	90	4	адвект ивний	Г
	19.00									
07.02.2013	12.00	400	1,1	1,1	0	100	120	2	адвект ивний	Е
	24.00									
08.02.2013	01.00	400	0,4	0,4	0	100			адвект ивний	Е
	06.00									
09.02.2013	03.00	800	-2	-2	0	100	320	2	адвект ивний	Г
	06.00									
15.02.2013	07.00	800	-1,6	-1,6	0	100			адвект ивний	Г
	10.00									
07.03.2013	19.00	500	1,6	1,6	0	100			адвект ивний	З
	24.00									
08.03.2013	01.00	600	0,9	0,9	0	100			адвект ивний	З
	05.00									
10.03.2013	07.00	700	-2,2	-2,2	0	100	90	3	адвект ивний	А
	11.00									
13.03.2013	21.00	800	0,9	0,9	0	100			адвект ивний	З
	24.00									
14.03.2013	01.00	400	1,5	1,5	0	100	120	3	адвект ивний	А
	24.00									
15.03.2013	01.00	500	1,4	1,4	0	100	100	2	адвект ивний	А
	04.00									
15.03.2013	08.00	500	1,4	1,4	0	100			адвект ивний	А
	11.00									
30.03.2013	15.00	500	2,3	2,3	0	100			адвект ивний	А
	24.00									
31.03.2013	01.00	400	1,9	1,9	0	100	110	3	адвект ивний	З
	24.00									
01.04.2013	01.00	300	1,1	1,1	0	100			адвект ивний	Д
	10.00									
04.04.2013	18.00	400	0,9	0,9	0	100			адвект ивний	А
	24.00									
05.04.2013	01.00	400	0,3	0,3	0	100	90	2	адвект ивний	В
	05.00									
22.08.2013	07.00	800	14,7	14,7	0	100			радіац ійний	В
	09.00									
28.08.2013	06.00	800	9,8	9,8	0	100	120	3	радіац ійний	Д
	10.00									

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11.09.2013	07.00	300	19,6	19,6	0	100			радіац ійний	А
	11.00									
02.10.2013	07.00	200	4,3	4,3	0	100	50	2	адвект ивний	А
	10.00									
17.10.2013	08.00	400	8,3	8,3	0	100			адвект ивний	В
	11.00									
18.10.2013	07.00	400	7,2	7,2	0	100			адвект ивний	А
	09.00									
26.10.2013	07.00	300	6,8	6,8	0	100			адвект ивний	В
	09.00									
09.11.2013	07.00	800	6	6	0	100			радіац ійний	Г
11.11.2013	06.00	400	8,9	8,9	0	100	20	5	адвект ивний	Г
	18.00									
22.11.2013	08.00	800	9,3	9,3	0	100	120	4	адвект ивний	В
	10.00									
15.12.2013	10.00	600	-0,8	-0,8	0	100	270	2	адвект ивний	В
	21.00									
17.12.2013	01.00	400	-0,5	-0,5	0	100	220	3	радіац ійний	В
	10.00									
18.12.2013	19.00	200	-2,8	-2,8	0	100			радіац ійний	Е
	24.00									
19.12.2013	01.00	300	-4,1	-4,1	0	100			радіац ійний	Е
	19.00									
20.12.2013	08.00 12.00	800	-4,7	-4,7	0	100			адвект ивний	Г
24.12.2013	07.00	800	-2	-2	0	100			радіац ійний	Г
	08.00									
28.12.2013	06.00	500	3,4	3,4	0	100			радіац ійний	Е
	12.00									
31.12.2013	05.00	500	-1,1	-1,1	0	100			адвект ивний	Г
	24.00									
01.01.2014	01.00	500	-2,7	-2,7	0	100	180	2	адвект ивний	Е
	07.00									
03.01.2014	19.00	900	-0,1	-0,1	0	100			адвект ивний	В
	22.00									
04.01.2014	06.00	700	-0,5	-0,5	0	100	200	2	адвект ивний	В
	11.00									
05.01.2014	01.00	500	-2,2	-2,2	0	100			адвект ивний	Г
	07.00									
07.01.2014	07.00	500	1,9	1,9	0	100			адвект ивний	А
	20.00									
09.02.2014	01.00	800	-0,8	-0,8	0	100			адвект ивний	Г
	08.00									

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12.02.2014	21.00	400	0,4	0,4	0	100	110	2	адвект ивний	Г
	24.00									
13.02.2014	01.00	400	0,1	0,1	0	100			адвект ивний	Б
	20.00									
14.02.2014	17.00	400	1,2	2,3	0	100	240	3	адвект ивний	А
	20.00									
15.02.2014	08.00	800	0,5	0,5	0	100			радіац ійний	А
	10.00									
01.03.2014	21.00	800	0,5	0,5	0	100	130	3	адвект ивний	Б
	24.00									
02.03.2014	01.00	400	0,5	0,5	0	100	170	6	адвект ивний	В
	11.00									
05.03.2014	12.00	800	3,6	3,6	0	100			адвект ивний	Б
	19.00									
06.03.2014	08.00	600	3,9	3,9	0	100	60	5	адвект ивний	Б
	24.00									
07.03.2014	01.00	600	2,8	2,8	0	100	70	4	адвект ивний	Б
	10.00									
20.04.2014	01.00	400	5,6	5,6	0	100			адвект ивний	Д
	11.00									
21.04.2014	07.00	500	9,2	9,2	0	100			адвект ивний	З
	09.00									
07.06.2014	06.00	800	10,2	10,2	0	100			радіац ійний	З
	10.00									
22.08.2014	09.00	800	12,2	12,2	0	100			радіац ійний	Д
	12.00									
09.09.2014	06.00	600	+10.0	10	0	100			радіац ійний	Г
	11.00									
14.10.2014	09.00	400	5,4	5,4	0	100			радіац ійний	Г
	12.00									
18.10.2014	06.00	600	5,9	5,9	0	100			адвект ивний	В
	09.00									
20.10.2014	09.00	500	4,8	4,8	0	100	90	2	адвект ивний	А
	13.00									
05.12.2014	09.00	600	-4,6	-4,6	0	100			адвект ивний	А
	17.00									
06.01.2015	01.00	600	-0,6	-0,6	0	100			адвект ивний	Г
	08.00									
20.01.2015	08.00	500	-1,2	-1,2	0	100			адвект ивний	Г
	16.00									
28.01.2015	09.00	400	-2,5	-2,5	0	100	90	3	адвект ивний	Г
	12.00									
03.02.2015	08.00	500	-1,5	-1,5	0	100			адвект ивний	Г
	15.00									

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
07.02.2015	01.00 09.00	600	-0,5	-0,5	0	100			адвект ивний	Е
05.03.2015	01.00 09.00	800	1,5	1,5	0	100			адвект ивний	Е
20.03.2015	08.00 12.00	400	2	2	0	100	120	2	адвект ивний	Б
12.04.2015	01.00 11.00	600	3,4	3,4	0	100			адвект ивний	А
15.05.2015	06.00 10.00	800	8,9	8,9	0	100	90	3	радіац ійний	Б
07.06.2015	06.00 10.00	600	+12.0	12	0	100	120	2	радіац ійний	Б
12.08.2015	08.00 12.00	800	12,5	12,5	0	100			радіац ійний	Д
09.09.2015	08.00 09.00	600	11,7	11,7	0	100	270	2	радіац ійний	Б
15.10.2015	08.00 11.00	400	5,6	5,6	0	100			радіац ійний	Д
21.10.2015	09.00 12.00	600	4,7	4,7	0	100	80	2	радіац ійний	В
14.11.2015	07.00 08.00	800	5	5	0	100			радіац ійний	В
06.12.2015	06.00 12.00	600	+2.1	2,1	0	100			адвект ивний	Г
09.01.2016	07.00 12.00	800	-1,8	-1,8	0	100	70	2	адвект ивний	В
14.01.2016	06.00 16.00	800	-1,5	-1,5	0	100			адвект ивний	Г
21.01.2016	07.00 13.00	600	-2,7	-2,7	0	100			адвект ивний	А
02.02.2016	06.00 12.00	800	-1,9	-1,9	0	100			адвект ивний	Г
03.03.2016	05.00 11.00	600	0,9	0,9	0	100			адвект ивний	В
21.03.2016	17.00 24.00	800	1,6	1,6	0	100			адвект ивний	Е
20.04.2016	18.00 22.00	600	3,4	3,4	0	100	90	2	адвект ивний	Г
09.08.2016	09.00 12.00	800	13,8	13,8	0	100			радіац ійний	В
10.09.2016	08.00 10.00	600	12,7	12,7	0	100	110	3	радіац ійний	В
17.10.2016	06.00 09.00	800	4,7	4,7	0	100			радіац ійний	А

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22.10.2016	05.00	400	6,9	6,9	0	100			радіац ійний	А
	10.00									
06.11.2016	06.00	600	8	8	0	100			адвект ивний	Г
	13.00									
03.12.2016	07.00	800	0,6	0,6	0	100			адвект ивний	Г
	12.00									
09.02.2017	17.00	600	-3,8	-3,8	0	100			адвект ивний	Д
	22.00									
15.02.2017	06.00	800	-2,8	-2,8	0	100			адвект ивний	Д
	17.00									
10.03.2017	07.00	400	1,9	1,9	0	100			адвект ивний	В
	12.00									
12.04.2017	09.00	800	5,9	5,9	0	100	60	2	адвект ивний	В
	16.00									
13.05.2017	05.00 11.00	400	+9.6	+9.6	0	100	90	4	радіац ійний	Г
23.07.2017	07.00 09.00	400	+13.0	+13.0	0	100			радіац ійний	Г
06.09.2017	07.00	800	+11.6	+11.6	0	100	260	2	радіац ійний	В
	08.00									
22.09.2017	00.00	800	+13.5	+13.5	0	100	350	3	радіац ійний	В
	09.00									
14.10.2017	04.00 09.00	200	+3.0	+3.0	0	100			радіац ійний	Б
12.10.2017	07.00 09.00	200	+4.1	+4.1	0	100	120	2	радіац ійний	Б
18.10.2017	07.00 08.00	800	+4.8	+4.8	0	100			радіац ійний	Б
21.10.2017	09.00 10.00	800	+6.7	+6.7	0	100			радіац ійний	В
12.11.2017	08.00	600	7,9	7,9	0	100	130	2	адвект ивний	Г
	12.00									
15.11.2017	06.00	800	6,7	6,7	0	100			адвект ивний	Г
	12.00									
01.12.2017	07.00 11.00	600	1	1	0	100			адвект ивний	В
07.12.2017	18.00	800	0,9	0,9	0	100	90	2	адвект ивний	В
	24.00									
10.12.2017	07.00	600	2,3	2,3	0	100			адвект ивний	В
	13.00									
15.12.2017	05.00	400	1,2	1,2	0	100	80	3	адвект ивний	Б
	11.00									

Додаток Б

Синоптичні карти за 8-10 березня 2018 р.

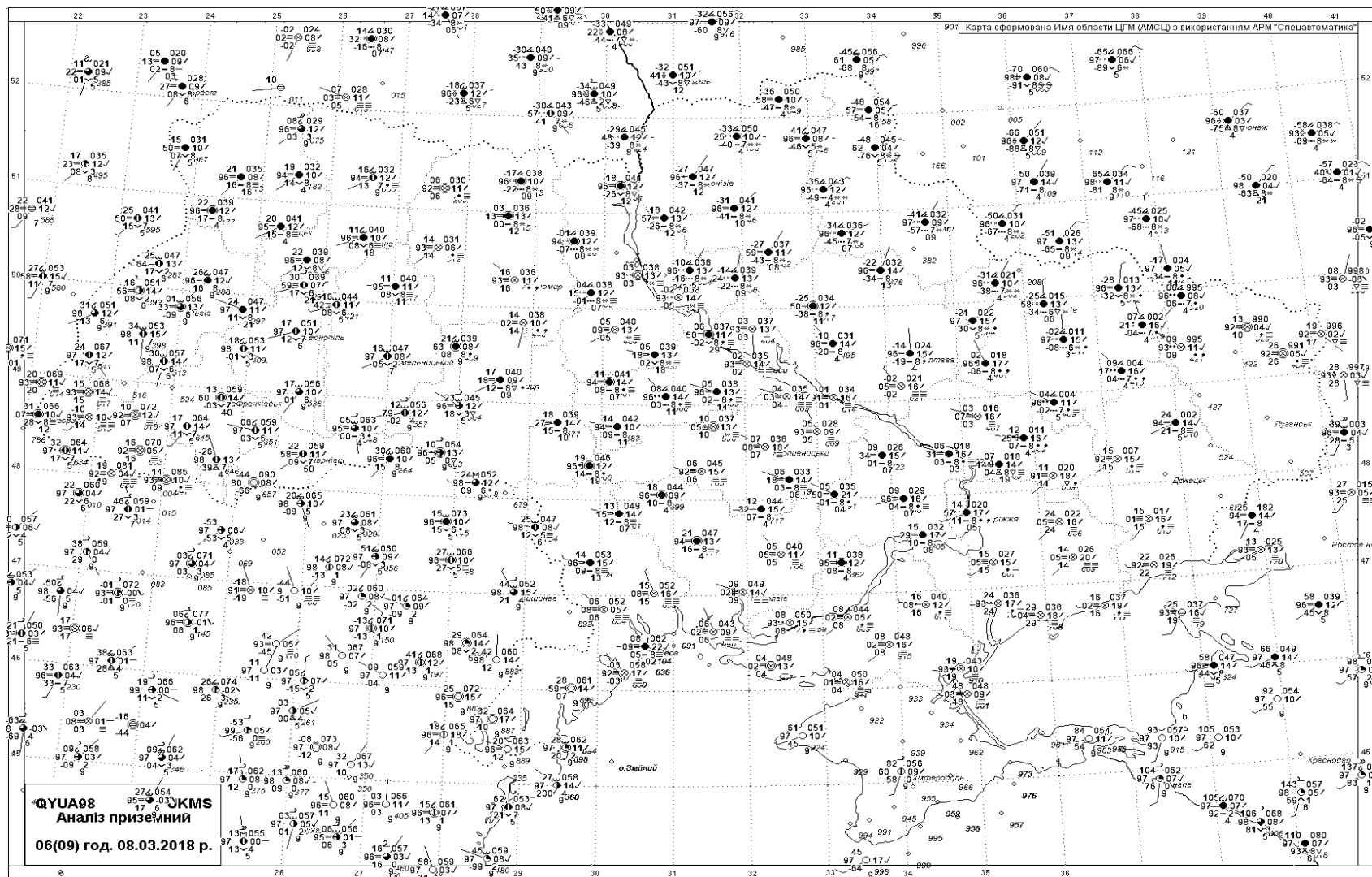


Рис. Б.1 - Приземний аналіз 8 березня 2018 року за 06.00 UTC

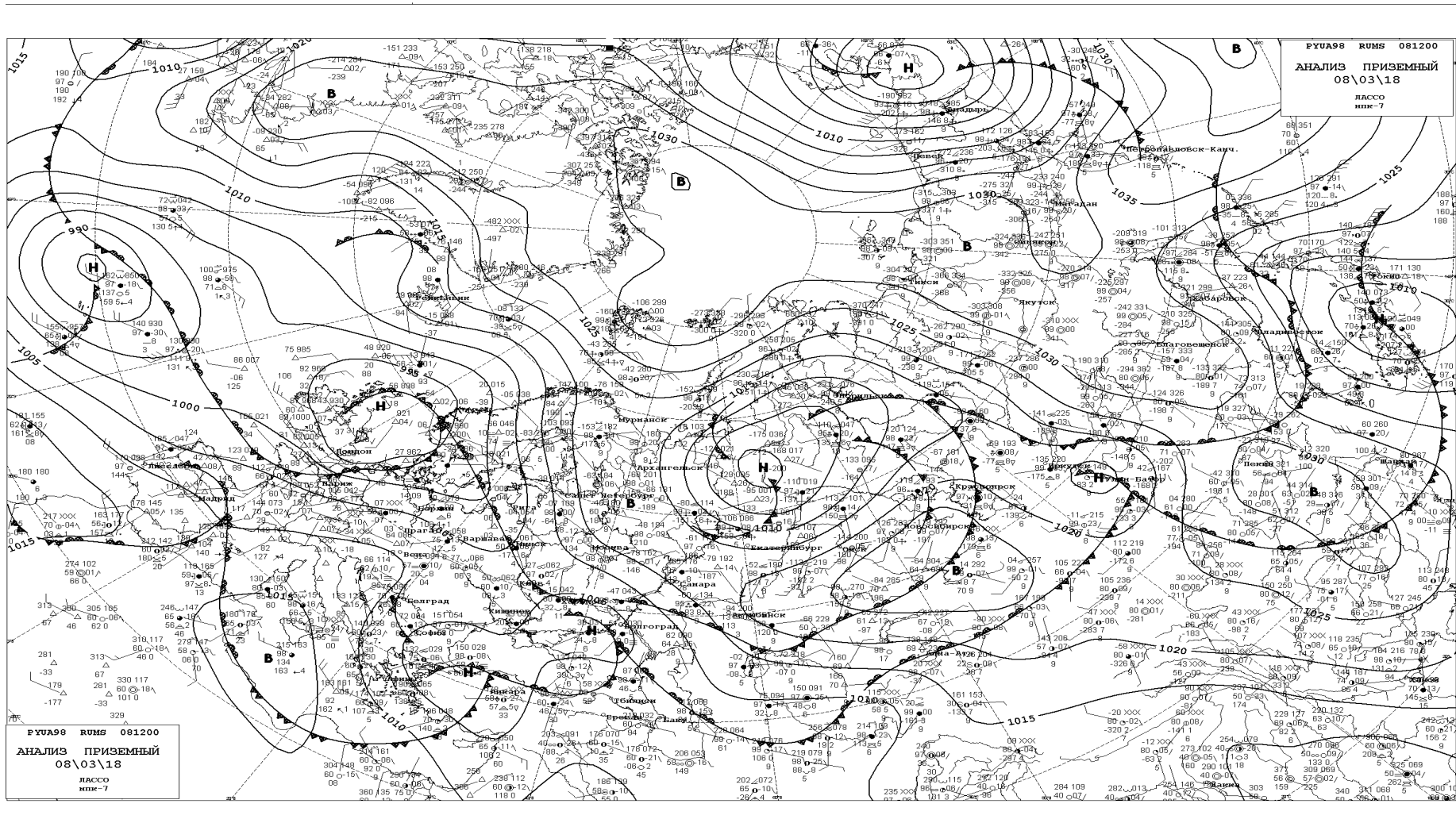


Рис. Б.2 - Приземный анализ 8 березня 2018 року за 12.00 UTC

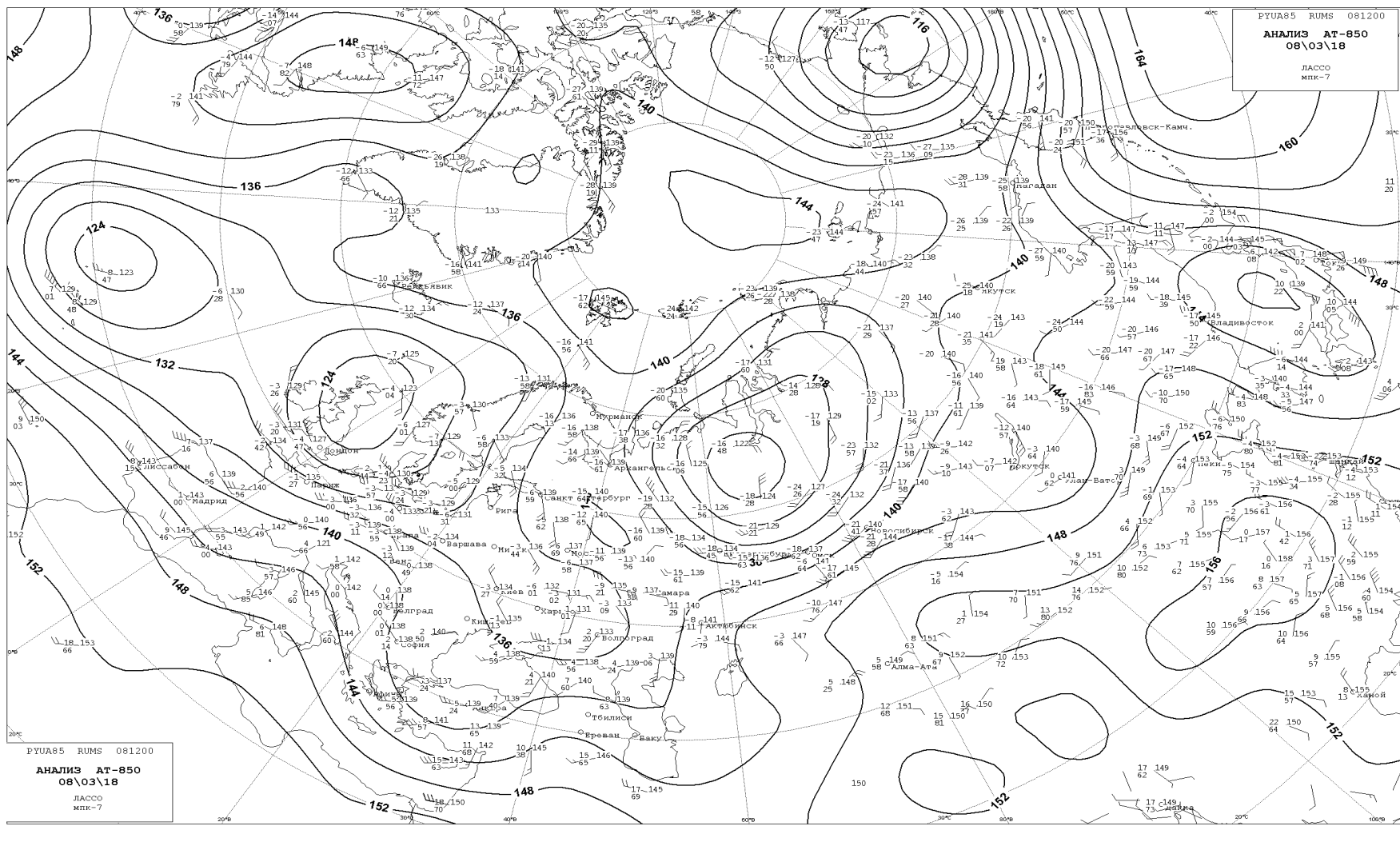


Рис. Б.3 - Карта абсолютної топографії АТ-850 8 березня 2018 року 12.00 UTC

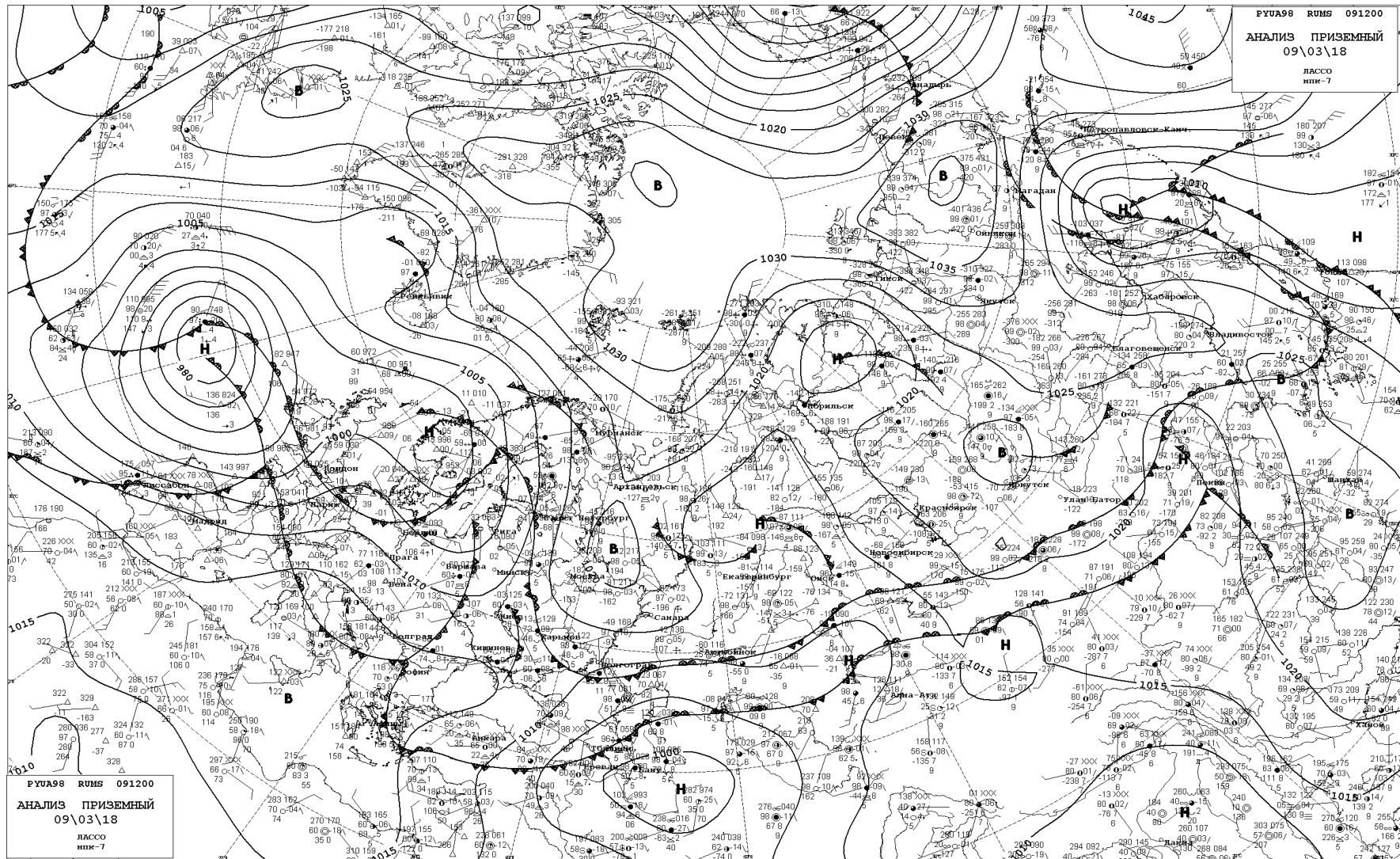


Рис. Б.4 - Приземный анализ 9 березня 2018 року за 12.00 UTC

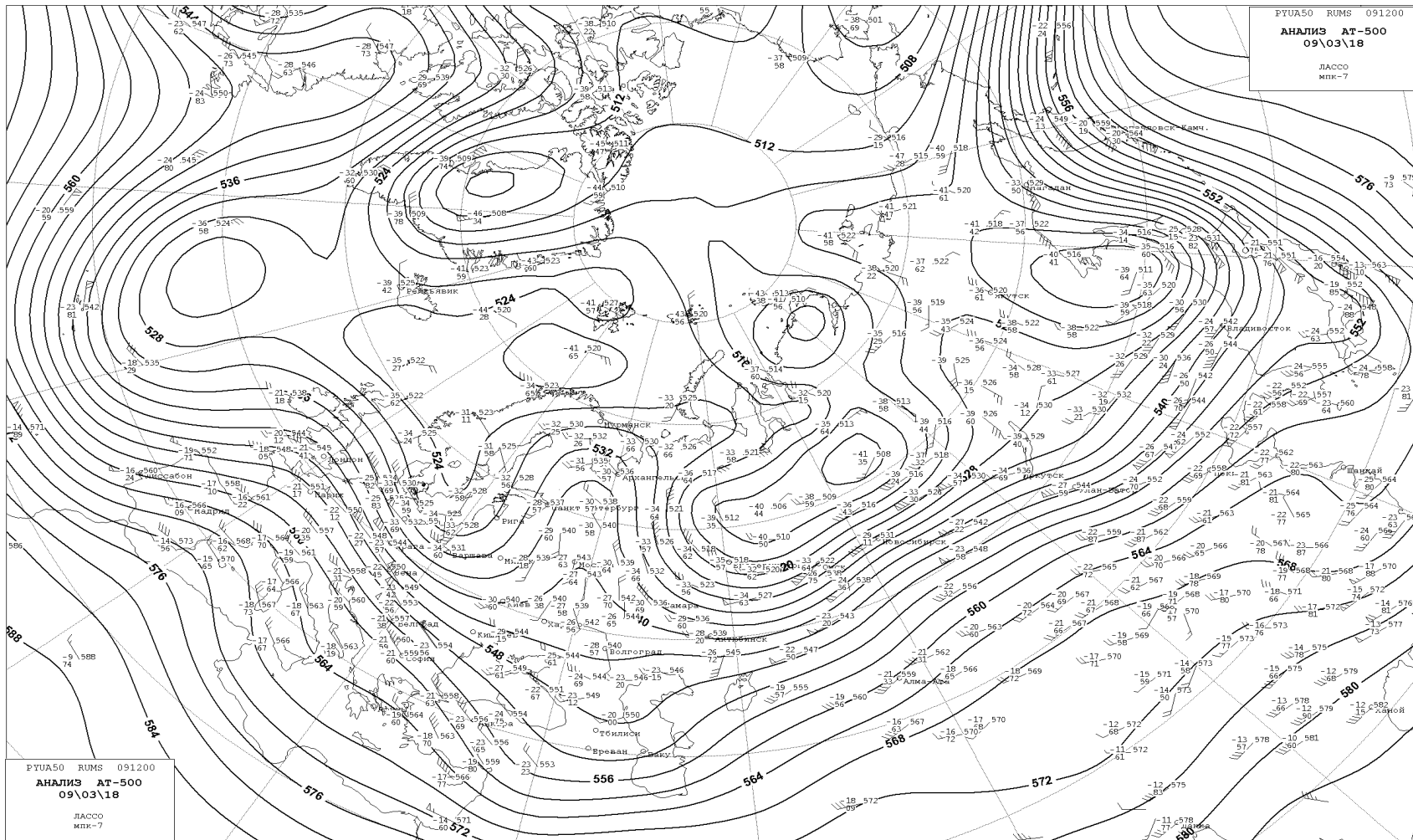


Рис. Б.5 - Карта абсолютної топографії АТ-500 9 березня 2018 року 12.00 UTC

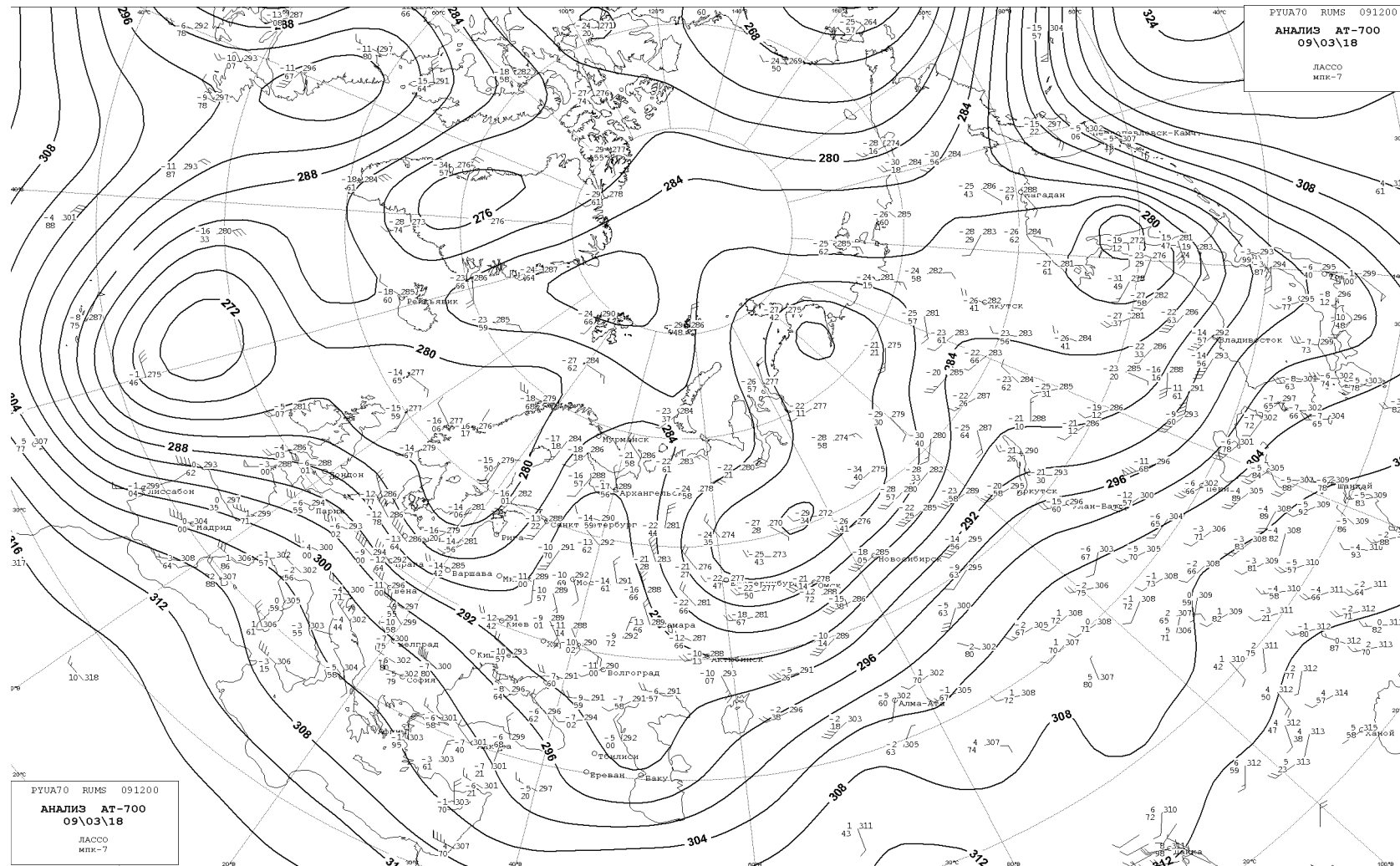


Рис. Б.6 - Карта абсолютної топографії АТ-700 9 березня 2018 року 12.00 UTC

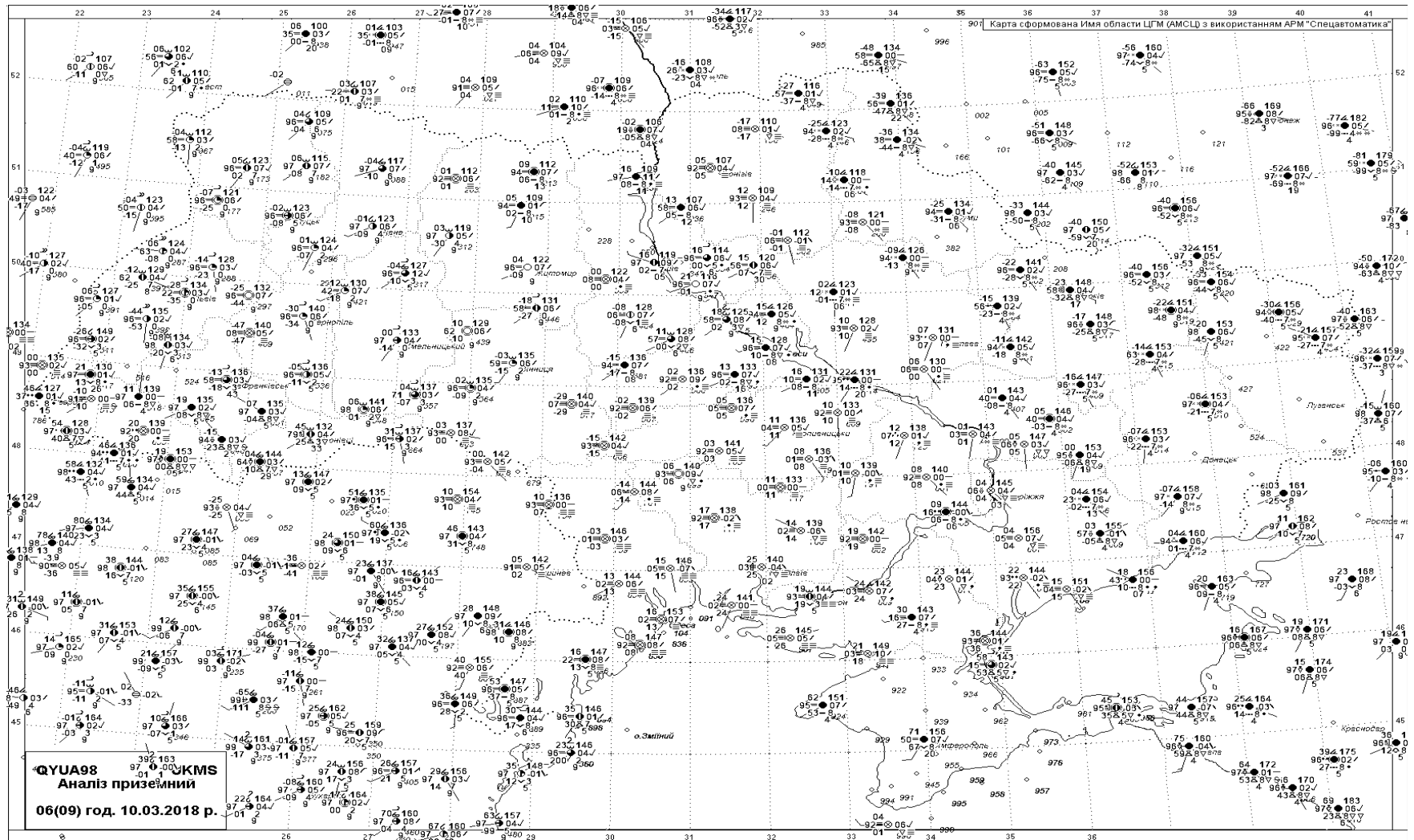


Рис. Б.7 - Приземний аналіз 10 березня 2018 року за 06.00 UTC

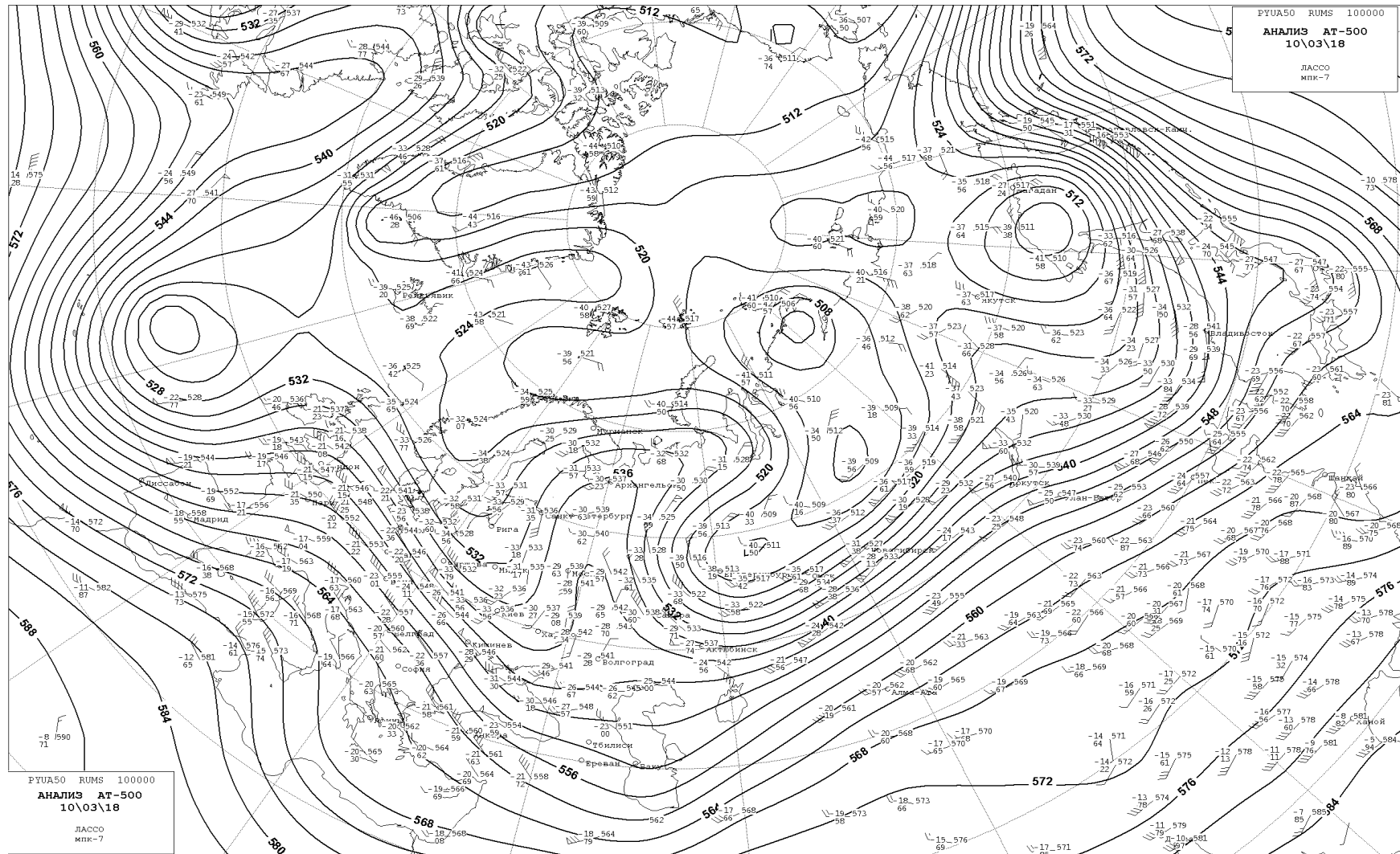


Рис. Б.8 - Карта абсолютної топографії АТ-500 10 березня 2018 року 00.00 UTC

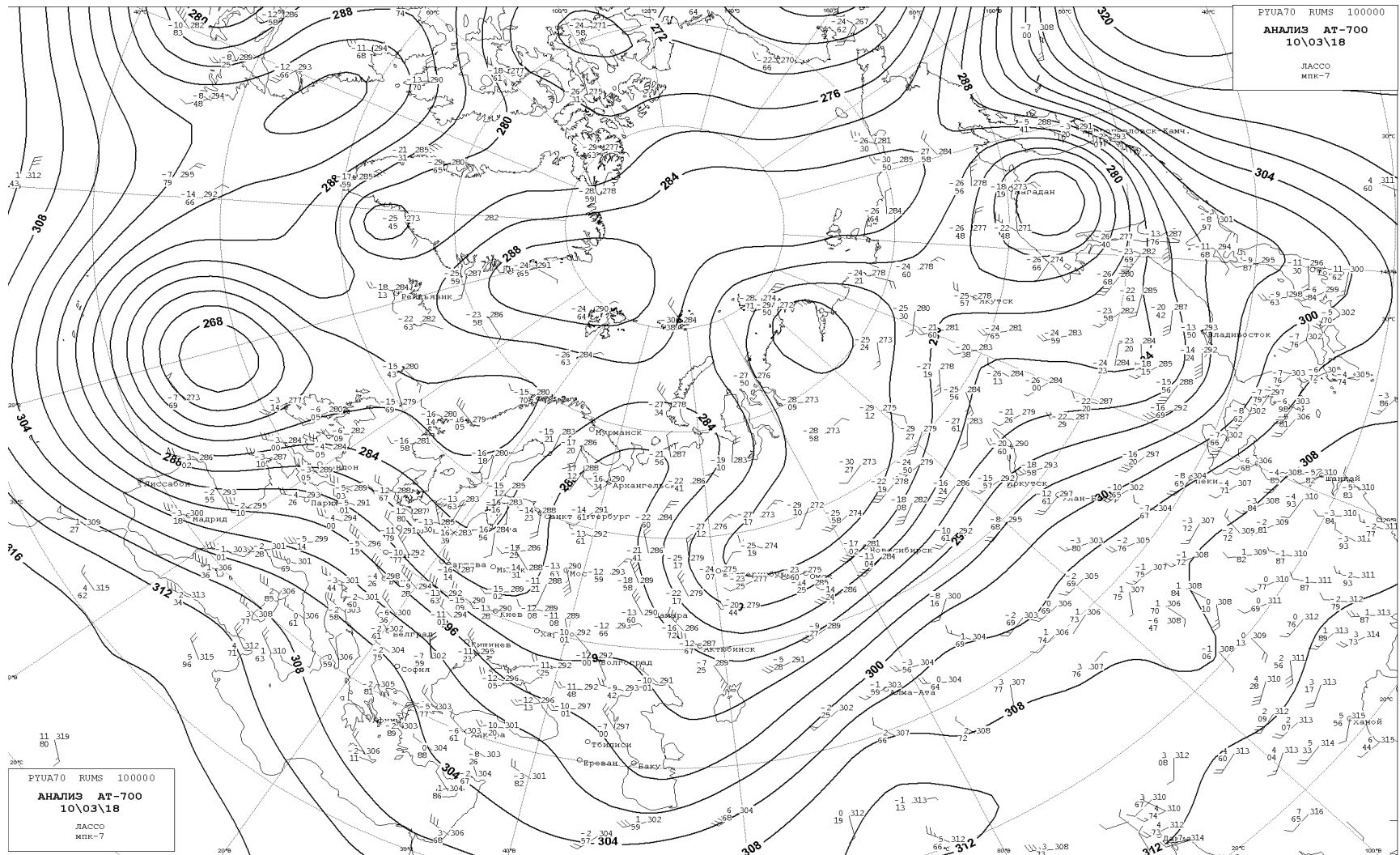


Рис. Б.9 - Карта абсолютної топографії АТ-700 10 березня 2018 року 00.00 UTC