

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Утворення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М  
Спеціальності 103 - «Науки про Землю»  
Овсяник Ірина Володимирівна

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

Рецензент к. ф.-м. н., доцент  
Рубан Ігор Георгійович

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Метеорологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В. о. завідувачий кафедрою

Прокоф'єв О.М.

«28» жовтня 2019 року

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

Овсяник Ірині Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Утворення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжжі  
керівник роботи Семергей-Чумаченко Аліна Борисівна к. геогр. н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти № 235-С від 21 жовтня 2019 р.

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи

1. Метеорологічні дані спостережень за ожеледно-паморозевими явищами на ст. Запоріжжя за період 2010-2019 рр.. 2. Синоптичні карти з архіву АРМСин 3.0. за 18-19.11.2014 р. 3. Супутникові знімки. 4. Дані моделі GFS з просторовим кроком 0,5° меридіану. 5. Дані штормових оповіщень про СГЯ та телеграми WAREP (повідомлення про НЯ) з архіву АРМСин 3.0. за добу 18-19.11.2014 р. 6. Дані радіозондування з архіву АРМСин 3.0. ст. Кривий Ріг за 18.11.2014 р. (12 МСЧ).

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

1. Огляд літературних джерел за темою дослідження та аналіз багаторічного режиму формування ожеледно-паморозевих явищ на території України. 2. Характеристика повторюваності ожеледних відкладень на ст. Запоріжжя у період 2010-2019 рр. 3. Аналіз синоптичних умов утворення ожеледі у даний період. 4. Аналіз формування ожеледі перед теплим фронтом 18-19 листопада 2014 р.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Рис. 2.1–2.4 – кліматичні карти. Рис. 3.1-карта Запорізької області, Рис. 3.2-3.3.6 – метеорологічні умов утворення ожеледно-

паморозевих явищ у Запоріжжі, Рис. 3.4-3.4.8 – синоптичні карти, Рис. 3.5.1-3.5.4 – адвективні траєкторії на початок ожеледі у Запоріжжі.

### 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2019 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи.	28 жовтня 2019 р.	95	відмінно
2.	Збір та попередня обробка даних метеорологічних спостережень, синоптичних матеріалів та даних радіозондування до обробки.	листопад 2019 р.	95	відмінно
3.	Аналіз отриманих результатів.	листопад 2019 р.	95	відмінно
4.	Аналіз виникнення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі за даними моделі GFS.	листопад 2019 р.	95	відмінно
5.	Визначення синоптичних умов утворення ожеледі біля поверхні землі.	листопад 2019 р.	95	відмінно
6.	Рубіжна атестація.	18-23.11.2019 р.		
7.	Підведення підсумків та підготовка рукопису до друку.	5 грудня 2019 р.	95	відмінно
8.	Оформлення магістерської роботи.	10 грудня 2019 р.	95	відмінно
9.	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	грудень 2019 р.	95	відмінно
10.	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи.	6-12.12.2019 р.		
11.	Попередній захист магістерської роботи.	грудень 2019 р.	95	відмінно
<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			<b>95</b>	<b>відмінно</b>

Студент

\_\_\_\_\_ Овсяник І.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ Семергей-Чумаченко А.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

**Тема:** «Утворення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі»

**Автор:** Овсяник Ірина Володимирівна

**Актуальність** визначається необхідністю виникнення і розвитку такого небезпечного явища, як ожеледь, виявлення залежності ожеледно-паморозевих явищ від метеорологічних параметрів. Оскільки ці явища утворюються у різноманітних синоптичних ситуаціях, то всебічний аналіз умов утворення ожеледі є одним з важливих етапів вдосконалення методів прогнозу ожеледі біля поверхні землі.

**Метою даної роботи** є виявлення ожеледно-паморозевих явищ протягом року на ст. Запоріжжя за період 2010-2019 рр. за даними оперативних наземних спостережень відділу гідрології Запорізького ЦГМ, визначення їх структури та оцінка сприятливості синоптичних умов створенню ожеледних відкладень, аналіз виникнення ожеледі перед теплим фронтом за даними моделі GFS.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі**:

- зроблено аналіз змін режиму та структури ожеледно-паморозевих явищ;
- визначені типи синоптичних процесів за наявністю ожеледі;
- виявлені умови виникнення інтенсивної ожеледі перед теплим фронтом за даними моделі GFS.

**Об'єкт дослідження** – режим виникнення ожеледно-паморозевих явищ біля поверхні землі на ст. Запоріжжя.

**Предмет дослідження** – фізичні механізми і метеорологічні умови утворення ожеледних відкладень, які спричиняють обледеніння біля поверхні землі.

**Методи дослідження** –

- просторово-тимчасове узагальнення даних;
- синоптичний аналіз.

**Наукова новизна отриманих результатів** - в даній роботі для території Запоріжжя:

- визначений сучасний режим утворення ожеледно-паморозевих явищ;
- встановлені переважні синоптичні умови формування ожеледно-паморозевих явищ;
- виявлені причини виникнення інтенсивної ожеледі перед теплим фронтом.

**Практичне значення отриманих результатів** - врахування механізму формування ожеледі перед теплим фронтом можна використовувати для вдосконалення прогнозу ожеледно-паморозевих явищ.

Магістерська робота в обсязі 91 сторінок складається з 3 розділів, висновків, переліку посилань з 40 джерел, п'ять додатків, містить 31 рисунок та 15 таблиць.

**Ключові слова:** ожеледно-паморозеві явища, зерниста та кристалічна паморозі, налипання мокрого снігу, теплий фронт, інтенсивність ожеледі, туман, зливові опади.

## ABSTRACT

**Thesis Topic:** «Formation of ice and frost phenomena in Zaporozhye»

**Author:** Ovsianyk Iryna Vladimirovna

**Urgency of the issue** is determined by the need for the emergence and development of such a dangerous phenomenon as ice, to identify the dependence of ice and frost phenomena on meteorological parameters. Since these phenomena are formed in various synoptic situations, a comprehensive analysis of the conditions of ice formation is one of the important stages of improving the methods of forecasting ice near the earth's surface.

**Aim of this study** is detection of ice-frost phenomena during the year of operation in Zaporozhye for the period 2010-2019. According to operational ground observations of the Department of hydrology Zaporozhye CGM, determining their structure and assessing the favorable synoptic conditions for the creation of ice deposits, analysis of the occurrence of ice before the warm front according to the GFS model.

**According to aim assigned such tasks are solved:**

- analysis of changes in the regime and structure of ice and frost phenomena;
- determined types of synoptic processes by the presence of ice;
- the conditions of occurrence of intense ice in front of a warm front were found according to the GFS model.

**Object of scientific research** is the mode of occurrence of ice-frost phenomena at The surface of the earth in Zaporozhye.

**Subject of scientific research** is the physical mechanisms and meteorological conditions of the formation of ice deposits that cause icing at the earth's surface.

**Methods of scientific research:**

- time-space generalization of data;
- synoptic analysis

**Scientific novelty of results obtained.** In this work for the territory of Zaporozhye:

- modern regime of formation of ice-frost phenomena is defined;
- prevailing synoptic conditions for the formation of ice and frost phenomena are established;
- case of occurrence of intense ice before a warm front is characterized.

**Practical importance of results obtained.** Taking into account the mechanism of formation of ice before the warm front can be used to improve the forecast of ice-frost phenomena.

Master's work in the volume of 91 pages consists of 3 sections, conclusions, a list of references from 40 sources, two applications, contains 31 figures and 15 tables.

**Keywords:** ice-frost phenomena, granular and crystalline frost, wet snow adhesion, warm front, intensity of ice, fog, rainfall.

## ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Загальні відомості про ожеледно-паморозеві явища та причини їх виникнення.....	8
1.1 Види атмосферного обмерзання.....	8
1.2 Визначення ожеледно-паморозевих явищ .....	9
1.3 Типові синоптичні процеси при відкладенні ожеледі.....	10
1.4 Ступінь небезпеки наземного обмерзання.....	15
2 Режим утворення ожеледі над Україною .....	18
2.1 Характер атмосферної циркуляції над Україною.....	18
2.2 Синоптичні процеси, які викликають утворення ожеледі на території України.....	23
2.3 Географічний розподіл повторюваності і тривалості ожеледних відкладень над Україною.....	26
3 Характеристика метеорологічних умов утворення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі за 2010-2019 роки.....	30
3.1 Кліматична характеристика району дослідження.....	30
3.2 Залежність ожеледних відкладень від метеорологічних параметрів.....	34
3.3 Повторюваність ожеледно-паморозевих явищ за 2010-2019 роки ст. на Запоріжжі.....	41
3.4 Синоптичні умови утворення ожеледі ст. на Запоріжжі за 18-19.11.2014 рік.....	46
3.5 Аналіз траєкторій адвекції переносу повітряних мас на початок ожеледі 2010-2019 рр.....	52
Висновки.....	56
Перелік посилань.....	58
Додаток А.....	61
Додаток Б.....	62
Додаток В.....	72
Додаток Г.....	75
Додаток Д.....	79

## ВСТУП

Ожеледь, особливо, коли вона досягає значних розмірів (критерії НЯ (небезпечні, діаметр 6-19 мм) та СГЯ (стихійні, діаметр  $\geq 20$  мм) призводять до несприятливих ситуацій із перешкоджанням у роботі ряду галузей економіки. Найбільш уразливими галузями є електроенергетика, транспорт та комунальна сфера. Відкладення ожеледі категорії НЯ та СГЯ у цих галузях можуть призвести до дуже значних та складних наслідків, навіть до повної зупинки їх роботи.

Обледеніння проводів буває досить різноманітного виду і залежить від географічних умов. У свою чергу від виду обмерзання проводів залежить розмах завданої їм шкоди. На рівнинах найбільш руйнівною буває ожеледь. В гірських місцевостях найбільші руйнування викликає зерниста паморозь.

У сучасній постановці інструментальних спостережень над обмерзанням проводів візуальні спостереження ще займають значне місце, особливо при визначенні виду обмерзання. Однак при суб'єктивності оцінки або недосвідченості спостерігача багато видів обмерзання можуть не відрізнятися між собою.

Крім виду обмерзання, необхідно знати ще його різновиди. Дані про них широко використовуються в практиці експлуатації повітряних ліній (особливо контактних мереж) і, як правило, враховуються при організації та проведенні боротьби з обмерзанням проводів. Безпомилкове визначення виду та різновиду обмерзання вимагає від спостерігача не тільки гарної теоретичної підготовки, але і великого практичного досвіду, такого ж, як і при візуальному визначенні хмарних форм.

Метою дослідження є визначення умов утворення ожеледно-паморозевих явищ на ст. Запоріжжя. Матеріали досліджень були взяті у відділу гідрології Запорізького ЦГМ за період 2010-2019 рр. Дані оперативних наземних спостережень містили інформацію з температури, швидкості та напрямку вітру біля поверхні землі на момент початку явища та на момент досягнення відкладенням максимального розміру, а також інформацію щодо тривалості наростання та зберігання явища, діаметра та товщини відкладень ожеледі, паморозі та снігу. До аналізу долучались комплекти синоптичних карт та дані радіозондування за вказаний період.

Об'єкт дослідження – режим виникнення ожеледно-паморозевих явищ біля поверхні землі на ст. Запоріжжя та оцінка залежності ожеледних відкладень від синоптичних умов.

Предмет дослідження – фізичні механізми і метеорологічні умови утворення ожеледних відкладень, які спричиняють обледеніння біля поверхні землі.

Методи дослідження – просторово-часове узагальнення метеорологічної інформації, синоптичний аналіз.

Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, переліку посилань та додатків.

По вступу формулюються мета та завдання роботи.

Перший розділ містить в собі загальну інформацію про ожеледно-паморозеві явища, їх вплив на діяльність суспільства та зв'язок з сильною ожеледдю біля поверхні землі.

Другий розділ присвячений аналізу режиму утворення ожеледі над Україною за багаторічними даними спостережень, з характеристики синоптичних процесів при формуванні ожеледно-паморозевих явищ.

Третій розділ складається з дослідження ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі за період 2010-2019 рр., визначенню траєкторій перенесення повітряних мас на початок ожеледі та аналізу випадку виникнення інтенсивної ожеледі за 18-19.11.2014 рік.

У висновках представлені результати виконаної роботи.

Перелік посилань складається з 40 літературних джерел.

У додатках наведені допоміжні матеріали.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ під керівництвом к. геогр. н., доц. Семергей-Чумаченко А.Б. у рамках науково-дослідної роботи «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532) та за запитом Запорізького ЦГМ.



# 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОЖЕЛЕДНО-ПАМОРОЗЕВІ ЯВИЩА ТА ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ

## 1.1 Види атмосферного обмерзання

Основними видами наземного зледеніння є наступні:

1. Ожеледь — шар щільного льоду, наростаючого на предметах при випаданні переохолодженого дощу чи мряки, при тумані і переміщенні низьких шаруватих хмар при негативній температурі повітря біля поверхні землі, близькій до  $0^{\circ}\text{C}$ . Чим менше краплі і чим нижче температура повітря, тим більше шаруватим і менш щільним виявляється ожеледь. При температурах, близьких до нуля, вона буває скловидно-прозора і дуже щільна. Щільність відкладень ожеледі коливається від  $0,5$  до  $0,9$  г/см<sup>3</sup>, а маса 1 погонного метра ожеледного станка — від кількох грам до 400-500 г. Температура повітря біля поверхні землі при ожеледі найчастіше знаходиться в межах від  $+0,5$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ , в окремих випадках — від  $-8$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ .

### 2. Паморозь:

- зерниста паморозь — снігоподібний осад у вигляді пухкого, зернистого льоду, часто за зовнішнім виглядом зерниста паморозь близька до ожеледі; щільність  $0,6-0,9$  г/см<sup>3</sup>. Утворюється внаслідок намерзання на предметах крапель переохолодженого туману, в основному при температурі від  $-3$  до  $-8^{\circ}\text{C}$ . Відкладається переважно з навітряного боку предметів;

- кристалічна паморозь — білий осад, що складається з ясно помітних кристалів, вільних або маючих незначну кількість зледенілих крапель туману; щільність  $0,02-0,06$  г/см<sup>3</sup>. Виникає внаслідок сублімації водяної пари при серпанку або туману при температурі повітря в межах від  $-11$  до  $-25^{\circ}\text{C}$ .

3. Зледенілий мокрий сніг — крижана маса, за зовнішнім виглядом дуже нагадує щільну паморозь, щільність  $0,3-0,6$  г/см<sup>3</sup>. Утворюється в результаті швидкого замерзання мокрого снігу, випадання якого відбувається при позитивній температурі повітря від  $0,1$  до  $2^{\circ}\text{C}$ , при швидкості вітру до  $6$  м/с. За розмірами відкладення може перевершувати ожеледь, тому зазвичай є небезпечним видом обмерзання.

4. Ожеледиця — всі види наземного зледеніння твердих горизонтальних покриттів незалежно від причин їх утворення. У вузькому сенсі слова ожеледиця — кірка льоду на земній поверхні, що утворилася в результаті замерзання дощової або талої води.

5. Твердий наліт — суцільний крижаний наліт, що утворюється при швидкому потепління після стійких морозів на предметах, що володіють значною температурної інерцією (скелі, кам'яні будови, великі металеві споруди, асфальтовані дороги тощо).

## 1.2 Визначення ожеледно-паморозевих явищ

Ожеледно-паморозеві відкладення можуть бути простими, коли відзначається один вид відкладень (іній, паморозь, ожеледиця, мокрий сніг), або складними, коли відзначається кілька чергувань шарів різних відкладень (ожеледь та паморозь, або паморозь і мокрий сніг), при різних погодних умовах, специфічних для утворення кожного явища.

Відкладення ожеледі або паморозі на різних предметах утворюються при осадженні переохолоджених крапель води від туману, мряки або дощу при мінусовій температурі повітря, а також при сублімації водяної пари.

Ожеледно-паморозеві відкладення залежать від морфологічних і морфометричних аспектів погодних умов, при яких вони формуються, тому вони характеризуються декількома параметрами (тривалість, діаметр і вага відкладення).

За умовами утворення вид відкладення льоду на проводах визначається трьома принципово різними процесами:

1. сублімація водяної пари;
2. кристалізація (замерзання) переохолоджених крапель води;
3. налипання і кристалізація (замерзання) мокрого снігу.

Перший вид льоду, що виникає від безпосереднього переходу водяної пари в твердий стан називається сублімаційним, другий — водним і третій — кристалізаційним. Існують різні види обледеніння проводів. Ці види в залежності від процесів їх утворення розділені на 4 групи (табл. 1.2).

Процеси групи 1 призводять до наростання сублімаційного льоду, що має помітну оком кристалічну структуру.

Таблиця 1.2 - Генетико-морфологічна класифікація обмерзання проводів

№	Група	Вид	Різновид
1	Обмерзання, що виникають в результаті сублімації водяного пару	Іній Кристалічна паморозь	При затишші Навітрений Листоподібна Пухнаста Голкоподібна
2	Обмерзання, що виникають в результаті відкладення і замерзання переохолоджених крапель води	Зерниста паморозь Ожеледь	Віялоподібна Пластинчаста Гребіневоподібна Хвилеподібна Футляроподібна Хвилеподібна
3	Обмерзання, що виникають в результаті налипання і замерзання мокрого снігу	Відкладення мокрого снігу Замерзле відкладення мокрого снігу	Немає Немає
4	Складні відкладення льоду	Зерниста паморозь на ожеледі Ожеледь на зернистій паморозі Кристалічна паморозь на замерзлому відкладенні мокрого снігу Зерниста паморозь з осілої на ній кристалічною памороззю на ожеледі Ряд чергуються шарів ожеледі та зернистій паморозі	Немає Немає Немає Немає Немає

Процеси групи 2 призводять до утворення льоду зернистої і склоподібної структури. Для цієї групи найбільш типові зерниста паморозь і ожеледь.

З процесами групи 3 пов'язано, в основному, осадження на проводах мокрого снігу, переохолоджених крапель дощу і туману і подальше їх замерзання. Структура найбільш важких видів обмерзання цієї групи (відкладення мокрого снігу та замерзле відкладення мокрого снігу) в більшості змішана, складається з елементів зовні аморфного і кристалічного льоду.

У процеси групи 4 виділені складні види обмерзання, що виникають в результаті послідовного відкладення на дроті декількох шарів льоду. Ці

відкладення — багатоструктурові (складні). Виникають вони найчастіше на піднесених місцях при чергуванні процесів погоди, але без стійкої відлиги, в основному в поєднанні двох видів зледеніння — ожеледі та зернистої паморозі.

Види обмерзання груп 1 і 2 - одноструктурові. Вони відрізняються один від одного не тільки за зовнішніми ознаками, але і за умовами утворення. Кожний з них виникає при відповідному режимі погоди, має особливі властивості, свої межі щільності.

Основною ознакою, що дозволяє відрізнити один вид обмерзання від іншого є структура, від якої залежить щільність відкладення, його колір, форма та інші властивості. Притаманна кожному виду обмерзання структура обумовлюється певним комплексом метеорологічних умов, зміна яких веде або до припинення обмерзання, або до переходу одного виду обмерзання в інший, володіє вже іншими якостями. На межі умов, сприятливих для виникнення двох суміжних видів обмерзання, спостерігаються перехідні форми. Все це дозволяє для більшості видів обмерзання виділити різновиди. Різновиди зледеніння зберігають структуру виду, але відрізняються від нього своєю щільністю, формою відкладення та іншими морфологічними ознаками. За зовнішніми ознаками та умовами утворення для кожного виду в табл. 1 виділені різновиди.

Зазвичай один з різновидів стійкості зовнішніх ознак і будовою найбільш повно характеризує собою вид обмерзання. При класифікації враховувалося, що для виду та різновиду обмерзання головне значення має розмір переохолоджених крапель туману, мряки або дощу, температура повітря, швидкість вітру і участь у процесі обмерзання сублімаційного зростання льоду.

Типова погода для кожного виду обмерзання коротко характеризується наступними ознаками:

- ожеледь — дощем при слабкому морозі;
- зерниста паморозь — туманом при помірному морозі;
- кристалічна паморозь — серпанком при сильному морозі;
- іній — ясним небом і відсутністю видимих елементів конденсації в повітрі.

### 1.3 Типові синоптичні процеси при відкладенні ожеледі

Залежно від синоптичних умов її виникнення, ожеледь можна розділити на фронтальну і внутрішньомасову. Внутрішньомасова, в свою чергу, поділяється на:

- пов'язану з адвекцією теплого повітря;
- що виникають у наслідок радіаційного вихолодження.

Фронтальна ожеледь виникає зазвичай в холодному повітрі перед теплими фронтами. При проходженні холодних фронтів ожеледь буває дуже рідко, відкладення невеликі. Виняток становлять випадки зміщення холодних фронтів на передгірні райони. Фронтальна ожеледь найбільш значна буває перед теплими фронтами, що характеризуються достатніми контрастами температури не тільки в нижній тропосфері, але і у землі, а також добре виражена в поле хмарності та опадів. Температура теплої маси має при цьому позитивні значення не тільки біля самої землі, але і до певної висоти. Холодне ж повітря перед фронтом має негативну температуру. Фронтальна поверхня виражається в таких випадках досить чіткої інверсією, причому температура на верхній межі інверсії найчастіше буде вище 0°C, що допускає існування крапель більш великого розміру. Внаслідок цього опади перед фронтом спостерігаються у вигляді дощу або крижаного дощу. Такі фронтальні розділи, а, отже, і найбільш значні ожеледі пов'язані з виходом на Європейську територію Росії південних циклонів з Балкан чи Чорного моря. Зазвичай ці циклони вже на ЄТР починають швидко оклюдуватися, внаслідок чого найбільш значні ожеледі будуть в південних і південно-східних районах ЄТР.

Ожеледь перед добре вираженими теплими фронтами може спостерігатися також при виході на ЄТР циклонів з заходу за помірними широтами. Зазвичай це добре оформлені і продовжують розвиток циклони. Інтенсивність ожеледі в цих випадках дещо менша, ніж при виході південних циклонів, в середньому віна носить помірний характер, але може давати і пошкодження.

Особливий випадок сильних відкладень - обмерзання мокрого снігу - пов'язаний з регенеруючими циклонами. Як правило, ці випадки

спостерігаються в осінні або весняні місяці (жовтень – листопад, березень – квітень). Зазвичай на ЄТР з заходу чи півдня виходить оклюдований циклон, йому в тил відбувається заток нової порції холодного повітря і створюються умови для швидкої регенерації циклону. До цього в області циклона спостерігаються переважно позитивні температури. В області висотної фронтальної зони, під дельтою якої починається регенерація, і відповідного їй фронту у землі контрасти температури дуже великі. У холодному повітрі у землі вони значно нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . В момент регенерації у вершини теплового сектору циклону спостерігаються рясні опади у вигляді мокрого снігу при температурі близько  $0^{\circ}\text{C}$ . Швидке переміщення циклону і поширення в його тилу холодного повітря з негативною температурою перешкоджає спадання снігу з предметів, він швидко замерзає. Зазвичай пошкодження ліній зв'язку електропередач пов'язані не тільки з великим діаметром відкладення, а також із сильними вітрами, що спостерігаються в тилу циклону.

Випадки фронтальної ожеледі, пов'язаної з добре вираженими фронтами, відносно рідкісні, значно більш частим є ожеледь перед розмитими фронтами. У разі розмитих фронтів продуктами конденсації будуть тумани, шарувата хмарність, мрячні або дуже слабкі дощі. Температура на верхній межі інверсії при таких фронтальних розділах, як правило, бувають нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Ожеледь при проходженні фронтів оклюзій або слабо виражених у землі фронтів зазвичай буває невелика, але в окремих випадках, коли фронти стають малорухомими, відкладення можуть бути в середньому помірними. Найчастіше такого виду фронтальна ожеледь зустрічається в улоговинах циклонів, що рухаються по північних широтах. При цьому може бути три випадки:

1. Над ЄТР існує добре виражений західно-східний перенос, внаслідок чого фронтальні розділи швидко переміщаються на схід. У цих випадках відкладення ожеледі завжди невеликі, одночасне охоплення цим явищем невелике, причому, поряд із фронтальною, може спостерігатися і внутрішньомасова ожеледь в теплому повітрі, що прийшло на ЄТР з Атлантики.

2. Якщо над ЄТР висотні потоки направлені з південного заходу на північний схід, то фронтальні розділи уповільнюють свій рух і в їх зоні можуть виникати приватні центри. У цьому випадку ожеледь буває в

середньому помірною. Одночасно може спостерігатися і внутрішньомасова ожеледь на західній периферії гребеня Сибірського антициклону, на південному сході ЄТР в тепловому потоці, направленому з півдня.

3. При «пірнанні» циклону ожеледь, яка пов'язана з фронтальними розділами, так і в теплом повітрі, що надходить за ними з північного заходу, завжди невелика, але може займати значну площу і супроводжуватися дуже великою швидкістю вітру.

Крім того, слабо виражені фронтальні розділи, що викликають явища ожеледі, можуть бути пов'язані з циклонами, що заповнюються і проходять спочатку по Західній Європі з заходу на схід, а потім піднімаються з Прибалтики на північний схід. Ожеледь при цьому спостерігається в західних районах ЄТР і буває, як правило, невелика. Одночасно з ним на південному сході і півдні Європейської території може спостерігатися від невеликої до помірної ожеледі всередині теплої повітряної маси, що надходить з півночі по західній периферії Сибірського антициклону. Фронтальна ожеледь являє особливо велику небезпеку для народного господарства.

Внутрішньомасова ожеледь (переважна більшість) спостерігається, як правило, в потоці теплого повітря над холодною поверхнею, що підстилає. Другий вид внутрішньомасової ожеледі, пов'язана з радіаційним вихолоджуванням, носить одиничний характер, незначні відкладення ожеледі, внаслідок чого її прогнозування інтересу не представляє.

Внутрішньомасова ожеледь, викликана адвекцією теплого повітря, що охолоджується від підстильної поверхні, зустрічається у двох випадках:

1. У західному потоці теплого повітря морського походження, що надходить на ЄТР південної периферії циклонів, що проходять по півночі.

2. У південному потоці теплого повітря континентального походження, що розповсюджується по західній периферії Сибірського антициклону.

І в тому і в іншому випадках в результаті охолодження повітря в ньому спостерігатимуться тумани, шарувата хмарність, мрячні дощі. На верхній межі інверсій, які в цих випадках також зазвичай спостерігаються, переважатиме температура нижче 0°C. Відкладення при західних потоках, як правило, невеликі, при південних потоках можуть бути помірні і навіть значні. Іноді ожеледь утворюється і при зміні теплих повітряних мас холодними, зазвичай це спостерігається на холодних або квазістаціонарних

фронтах на півдні України, які повільно переміщуються (зі швидкістю 10-20 км/год.).

#### 1.4 Ступінь небезпеки наземного зледеніння

«Ефективність» ожеледі – його вплив на предмети з точки зору шкоди, який віна може принести народному господарству визначається не тільки величиною відкладення, а також тривалістю її перебування на предметах і швидкістю вітру.

Тривалість перебування відкладення дає систематичне навантаження. Ця тривалість залежить, в першу чергу, від температури. Якщо після відкладення ожеледі настає похолодання, процес зникнення стає повільним, при швидкому потепління і, отже, таненні ожеледі – ймовірність пошкодження зменшується. Сильний вітер при збереженні відкладення на предметах також збільшує навантаження. Особливо небезпечним є поривчастий вітер, що створює вібрацію предметів і цим самим збільшує загрозу пошкоджень.

При вивченні тривалості ожеледних утворень розрізняють тривалість процесу наростання, відкладення ожеледі і загальну тривалість його знаходження на дротах з початку появи до повного зникнення. Тривалість наростання відкладень ожеледі визначається збереженням умов, необхідних для його виникнення, - наявності рідких крапель води при від'ємній температурі повітря. Із зникненням одного з цих параметрів припиняється відкладення ожеледі.

Тривалість періоду можливого утворення ожеледі перш за все залежить від загального розподілу температури повітря над даною територією і визначається настанням стійкого періоду від'ємних температур. Визначено, що середні дати виникнення ожеледі і паморозі майже співпадають з датами переходу середньодобової температури повітря через 0°C, а найбільш ранні і найпізніші дати їх утворення добре узгоджуються з середніми датами переходу середньодобової температури повітря через +5°C. Ці дати є в кліматичних довідниках і по них (непрямим чином) можна судити про можливість періоду утворення ожеледі. Найтриваліше збереження ожеледно-



паморозевих відкладень спостерігалися, як правило, на підвищених місцях та їх навітряних схилах.

Як зазначалося раніше величина відкладень ожеледі і паморозі визначається комплексом причин: видом та інтенсивністю опадів, швидкістю вітру, кутом між напрямом потоку і площиною предмету, а також тривалістю процесу наростання. Із збільшенням тривалості наростання ожеледі і паморозі діаметр їх відкладення зростає. Так, при тривалості наростання від 1 до 12 год. діаметр ожеледі в 80% випадків не перевищував 10 мм, а при розмірах його відкладення в 25-50 мм - не менше доби.

Таблиця 1.4 - Індекси заподіяваної шкоди від ожеледі

Індекс	Відкладення, мм	Вітер, м/с	Заподіяна шкода
1	2	3	4
0	<6,4	<7	Мінімальний ризик пошкодження. Можливі поодинокі вимкнення електропостачання.
1	2,5-6,4	7-11	Поодинокі перебої в комунальному господарстві, які усуваються протягом кількох годин. Дороги та тротуари стають гладкими і небезпечними.
	6,4-12,7	<7	
2	2,5-6,4	11-16	Окремі перебої в комунальному господарстві, які зазвичай тривають протягом 12-24 годин. Автостради та умови пересування стають небезпечними.
	6,4-12,7	7-11	
	12,7-19,1	<7	
3	2,5-6,4	>16	Численні комунальні проблеми з пошкодженням основних ліній електропередач. Ламаються гілки та нестійкі дерева. Відключення електрики тривалістю від 1 до 5 діб.
	6,4-12,7	11-16	
	12,7-19,1	7-11	
	19,1-25,4	<7	
4	6,4-12,7	>16	Суттєві та масштабні комунальні проблеми з пошкодженнями ліній високовольтних електропередач і опор. Відключення електрики від 5 до 10 діб.
	12,7-19,1	11-16	
	19,1-25,4	7-11	
	25,4-38,1	<7	
5	12,7-19,1	>16	Катастрофічні пошкодження ліній електропередач, падіння дерев, численні ДТП та травм людей. Стає необхідним наявність притулку. Відсутність електрики може тривати кілька тижнів.
	19,1-25,4	>11	
	25,4-38,1	>7	
	>38,1	Будь-яка	

Ожеледно-паморозеві відкладення будуть тим більше, чим довше триває випадання переохолодженого дощу, мряки, чим довше спостерігаються низькі шаруваті хмари або адвективні і радіаційний тумани.

Ступінь небезпеки наземного зледеніння прийнято характеризувати товщиною шару льоду, який утворюється за час наростання крижаного відкладення (табл. 1.4). Небезпека ожеледно-паморозевих явищ пов'язана з утворенням ожеледі та паморозі на проводах, несучих конструкціях, стовпах, опорах контактної мережі залізниць.

Зі збільшенням товщини цих утворень зростають навантаження, які при перевищенні деяких критичних величин призводять до обриву проводів, руйнування несучих конструкцій, стовпів, опор, змінюють струмопровідні характеристики контактних ліній залізниць, ліній електропередач. Зазвичай надзвичайні ситуації, пов'язані з утворенням ожеледно-паморозевих явищ, що виникають при відкладеннях ожеледі діаметром 20 мм і більше та утворенням паморозі діаметром 50 мм і більше

## 2 РЕЖИМ УТВОРЕННЯ ОЖЕЛЕДІ НАД УКРАЇНОЮ

### 2.1 Характер атмосферної циркуляції над Україною

Упродовж року над територією України панують помірні, насамперед морські повітряні маси з Атлантичного океану. Вони надходять із заходу і північного заходу завдяки постійним західним вітрам. Узимку перенесення повітряних мас з Атлантики супроводжується потеплінням, улітку — деяким похолоданням. Крім того, це повітря завжди несе вологу. Його вплив особливо відчутний на заході і північному заході України. З просуванням на схід і південний схід повітря поступово трансформується (перетворюється) на континентальне. Завдяки цьому чиннику клімат України змінюється не тільки з півночі на південь, а й із заходу на схід.



Рис. 2.1. Переміщення повітряних мас над Україною

Помірні континентальні повітряні маси, які надходять в Україну, формуються над центральними районами Євразії. Вони завжди сухі і приносять холодну погоду взимку та спекотну влітку. Найбільш відчутний їх вплив на сході і півдні країни. Час від часу в межі України проникають сухі й

холодні арктичні повітряні маси, з якими пов'язані різке зниження температури повітря взимку, пізні весняні й ранні осінні заморозки. Сухі й жаркі тропічні повітряні маси, що надходять з пустельних районів Африки чи Південно-Західної Азії, приносять спекотну погоду влітку, теплу й погожу восени.

На циркуляцію атмосфери над Україною взимку впливає смуга підвищеного атмосферного тиску, яка проходить уздовж лінії Луганськ – Дніпропетровськ – Балта. Вона є частиною так званої осі Воєйкова (рис. 2.1.1), що тягнеться майже через усю Євразію від Монголії до Іспанії. На північ від цієї смуги переважають західні відносно теплі і вологі вітри, на південь – східні і південно-східні холодні й сухі вітри. У теплий період ця вісь послаблюється, оскільки внаслідок прогрівання суходолу майже вся територія України потрапляє в зону зниженого тиску, а тому дмуть західні вітри. І лише на півдні продовжують панувати східні вітри.

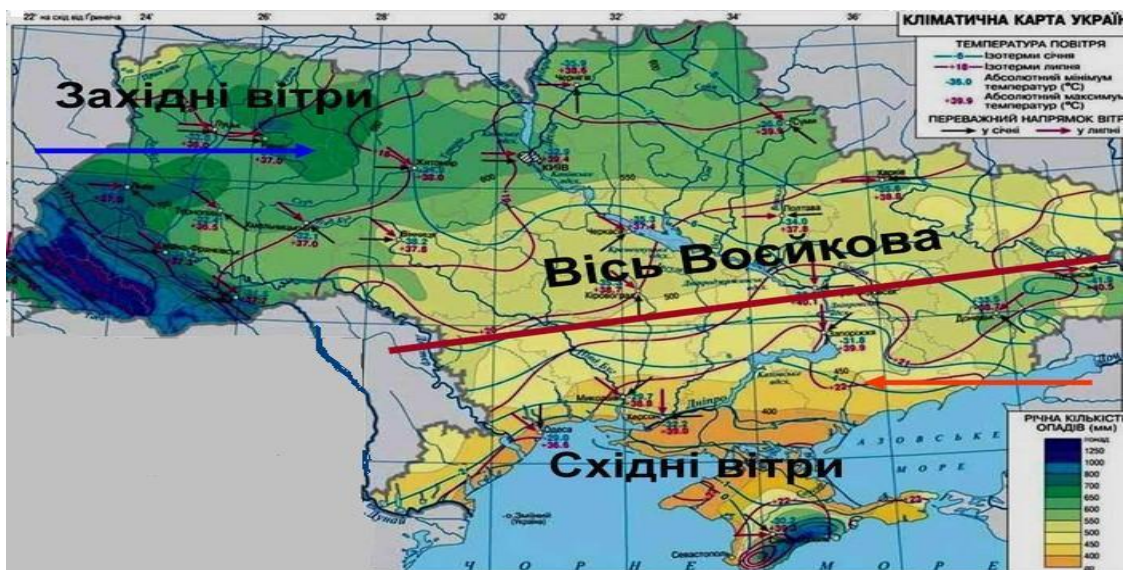


Рис. 2.1.1. Проходження осі Воєйкова над Україною

Атмосферна циркуляція в Україні зумовлюється також частою зміною циклонів та антициклонів. Антициклони і циклони переміщуються на територію здебільшого з заходу на схід. Це зумовлено західним перенесенням повітря у помірних широтах, в яких розміщена територія України. Формуються циклони і антициклони переважно в одних і тих районах земної кулі. Циклони, що надходять на територію України,

зароджуються протягом року північніше Ісландії (Ісландський мінімум). Вони досить швидко переміщуються над територією України, формуючи протягом декількох діб нестійку хмарну і вітряну погоду з великою кількістю опадів. Антициклони пов'язані в більшості випадків з діяльністю Азорського максимуму. На територію України влітку антициклони надходять з Арктичного, а взимку з Азіатського максимумів. Вони малорухливі, мають сезонний характер. Над територією України затримуються на тривалий час, зумовлюючи малохмарну суху погоду, влітку спекотну, узимку холодну (рис. 2.1.2).

Тривалість «життя» циклону від 1-2 до 5-7 діб, антициклону - до кількох тижнів. Тому для України пересічна річна кількість днів з циклонами (130) менша, ніж з антициклонами (235).

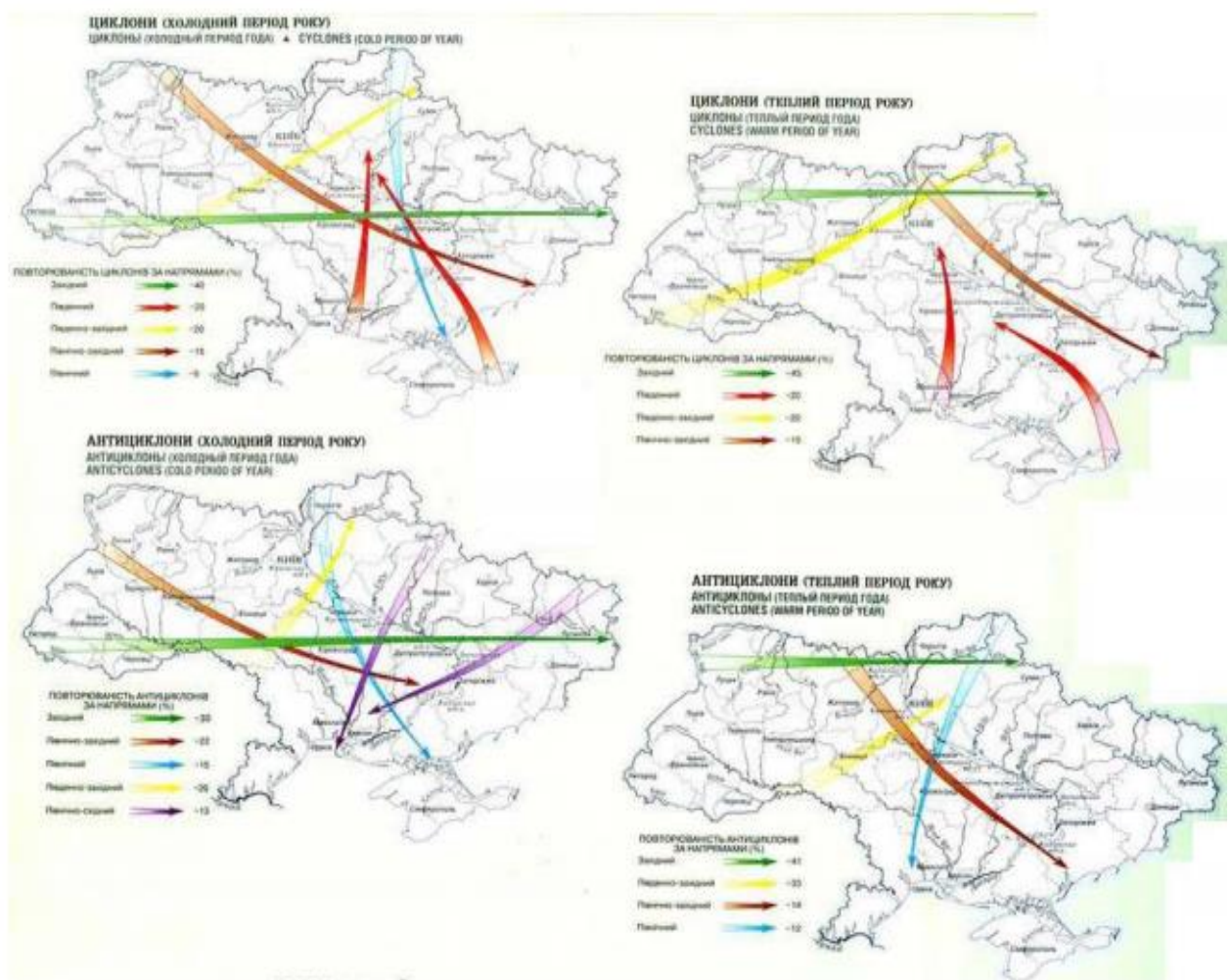


Рис. 2.1.2. Траєкторії пересування циклонів та антициклонів над Україною



Усього за рік над територією країни буває до 45 циклонів і до 40 антициклонів. Найчастіше циклони спостерігаються з листопада до березня, найрідше - наприкінці весни. Проте за кількістю днів різко переважає антициклональна погода.

## 2.2 Синоптичні процеси та метеорологічні умови, які викликають утворення ожеледі на території України

Синоптичні процеси, які викликають утворення ожеледі на території України, можна розділити на 4 основні групи, що включають 14 типів.

До першої групи процесів увійшли випадки, коли переміщення основних циклонів спочатку відбувається по північних морях Європи на схід (1-й тип), а потім вони можуть більш-менш різко змінювати напрямок свого руху на південно-східний або південний (2-й тип, так звані пірнаючі циклони). Надійною ознакою переміщення північних циклонів на південний схід є наявність висотного гребеня, що посилюється, над Норвезьким морем і Скандинавією.

Друга група процесів об'єднує випадки виникнення ожеледі при переміщенні циклонів по середніх широтах Європи. Вона розбита на 3 типи:

1-й тип - циклони з району Англії спочатку зміщуються на схід на Балтійське море, а потім повертають на північний схід;

2-й тип - циклони, що розвиваються в районі Англії, переміщуються із заходу на схід уздовж помірних широт на центральну і східну Європу;

3-й тип - характеризується порівняно швидким переміщенням циклонів на південний схід, через Прибалтику на Україну. Необхідною умовою для цього є наявність малорухомого високого і теплого антициклону над південними і центральними районами Західної Європи і його гребеня над Північним морем.

У третій групі процесів утворення ожеледі пов'язане з рухом південних циклонів. Тут виявлено 6 типів:

1-й тип - циклони виникають над Середземним морем або Балканами і потім переміщуються на схід, на Чорне море, де поволі заповнюються;

2-й тип - циклони з Середземного моря проходять через Балкани і Чорне море на Україну, а далі зміщуються до північного сходу - на Поволжя;

3-й тип - циклони зароджуються над Середземним морем, а потім через Балкани підіймаються на північ, північний-схід, переміщаючись своєю центральною частиною через район середньої течії Дніпра;

4-й тип - циклони із заходу Середземного моря рухаються до північного сходу і проходять при цьому своєю центральною частиною (перевалюючи через Карпати) по західних районах України на Прибалтику;

5-й тип - циклони переміщуються з Угорської низовини на Україну і далі до сходу - північного сходу;

6-й тип - циклони переміщуються на Україну з районів Кавказу або сходу Чорного моря.

Четверту групу складають ожеледі, утворення яких пов'язане або з адвекцією теплого повітря по західній периферії обширного стаціонарного антициклону (1-й тип), або з антициклогенезом і подальшим розповсюдженням на Україну холодного повітря та антициклону з північно-східних чи північно-західних районів Східної Європи (2-й тип). До 3-го типу цієї групи віднесені випадки утворення невеликих внутрішньо масових ожеледей в центральних частинах малорухомих антициклонів і їх гребенів. До окремого підтипу виділені випадки відкладення ожеледі в зоні малорухомих фронтальних розділів, розташованих в баричних сідловинах над Україною.

Найбільшу повторюваність мають процеси 1-5-го типів третьої групи, що характеризуються виходом південних циклонів, а найбільшу тривалість - процеси 1-го типу четвертої групи, при яких ожеледь виникає внаслідок адвекції тепла по західній периферії антициклону. Вказані процеси викликають, як правило, значні відкладення ожеледі, охоплюючи більшу частину півдня України. Вони часто супроводжуються сильним вітром і викликають пошкодження ліній зв'язку і електропередач.

Синоптичні процеси при утворенні ожеледі в окремих фізико-географічних регіонах мають яскраво виражений локальний характер. Якщо в центрі і на півночі Східної Європи відкладення ожеледі пов'язані, в основному, з улоговинами циклонів, що рухаються із заходу по північних морях і середніх широтах Європи, то на півдні (Україна, Кавказ) найсильніші

ожеледі спостерігаються при переміщенні південних циклонів із Середземного і Чорного морів.

Таким чином, при кожному типі синоптичних процесів прогноз ожеледі, в кінцевому рахунку, зводиться до прогнозу поєднання двох необхідних і достатніх для його виникнення величин – від'ємної температури повітря і виду опадів. Необхідно також враховувати інтенсивність адвекції тепла, розподіл температури повітря в залежності від висоти і особливостей рельєфу місцевості.

Найбільш інтенсивна ожеледь (за діаметром відкладень) пов'язана із вираженими теплими фронтами із значним контрастом температур, її утворення також можливе перед розмитими фронтами та фронтами оклюзій по типу теплого фронту. Особливо небезпечні відкладення ожеледі (СГЯ) здебільшого утворюються при виході південних циклонів – 78% випадків, на групу західних та північно-західних траєкторій припадає до 25%, а на північну до 1%. Відкладення ожеледі категорії СГЯ спостерігається значно частіше при проходженні теплих фронтів (із південного заходу), а також в зоні стаціонарних фронтів та фронтів із хвилями – 71% випадків.

Метеорологічні умови, при яких відбувається виникнення ожеледі, різноманітні і залежать від широти місця, фізико-географічних умов району і особливостей синоптичних процесів.

Процес утворення ожеледі відбувається під час випадання рідких опадів з подальшою кристалізацією їх на поверхні переохолоджених предметів із навітряної сторони за від'ємної температури повітря. Розміри та щільність відкладення залежать від мікроструктури переохолоджених крапель, кількості їх у повітряній масі, напряму та швидкості вітру ожеледонесучого потоку.

Найчастіше відкладення ожеледі відбувається при мряці або її поєднанні з туманом (50% випадків), дещо рідше - при дощі з туманом, а також при переохолодженому (замерзаючому) дощі (у цих випадках ожеледь досягає значних розмірів). Найчастіше відкладення ожеледі спостерігається при температурі повітря біля землі від 0 до  $-6^{\circ}\text{C}$  і від 2 до  $-10^{\circ}\text{C}$  на рівні поверхні 850 гПа. Нижче  $-19^{\circ}\text{C}$  температура повітря при ожеледі не опускалася.

Напрямок і швидкість вітру при виникненні ожеледі впливають на інтенсивність його відкладень, тому прогнозу цих величин слід надавати



більше уваги. Над Україною близько 70% випадків відкладень ожеледі спостерігається при східних і південно-східних вітрах. Утворення ожеледі звичайно відбувається при швидкості вітру від 2 до 8 м/с (70-80% випадків), при штилях і сильному (більше 12-15 м/с) вітрі вона спостерігається рідко. Як правило, відкладення ожеледі відбувається при високій відносній вологості (близько 70% всіх випадків доводиться на відносну вологість в межах 94-100%).

Інтенсивність обледеніння залежить від багатьох факторів, з яких найважливішим є вологість повітря, температура та тривалість льодяного відкладу (табл. 2.2).

Рис. 2.2 дає показники параметрів, що визначають головні типи формування відкладення. Щільність осадження коливається у широких межах від низької (кристалічна паморозь) та помірної (зерниста паморозь) до високої (ожеледь).

Таблиця 2.2 – Метеорологічні параметри інтенсивності обледеніння [31]

Тип відкладу	Температура повітря, °С	Швидкість вітру, м/с	Розміри крапель	Вміст води у повітрі	Тривалість
Обледеніння внаслідок опадів					
Ожеледь	від -10 до 0	будь-яка	великі	помірний	години
Мокрий сніг	від 0 до +3	будь-яка	сніжинки	дуже високий	години
Обледеніння внаслідок осадження крапель води з атмосферного повітря					
Ожеледь	рис. 2.2	рис. 2.2	помірний	високий	години
Зерниста паморозь	рис. 2.2	рис. 2.2	помірний	помірний	до кількох діб
Кристалічна паморозь	рис. 2.2	рис. 2.2	маленький	низький	до кількох діб

Ожеледно-паморозеві відкладення будуть тим більше, чим довше триває випадання переохолодженого дощу, мряки, чим довше спостерігаються низькі шаруваті хмари або адвективний і радіаційний тумани.

Сприятливі умови для утворення ожеледі створюються, коли достатньо потужна шарувата хмарність розташовується не тільки під інверсією, але і в

самого шарі інверсії, де температура часто досягає позитивних значень. Якщо в процесі утворення ожеледі шаруваті хмари знижуються, досягаючи земної поверхні (адвективний туман), або проходять над більш піднесеними місцями, то ожеледь може виникати і без мрячних опадів, в результаті осідання на предмети крапель адвективного туману.



Рис. 2.2. Тип відкладення як функція температури повітря і швидкості вітру [31]

Наявність відносно низьких температур повітря, великої повторюваності туманів, мрячних опадів і підвищених швидкостей вітру сприяє збільшенню числа днів (числа випадків) з ожеледдю і памороззю, а також розмірів їх відкладень на підвищених відкритих місцях.

Утворення ожеледі зазвичай пов'язане з циклонічною діяльністю та проходженням атмосферних фронтів, проте спостерігається і внутрішньо-масова ожеледь, але вона менш інтенсивна і небезпечна, ніж фронтальна. Найінтенсивніша ожеледь виникає під час проходження південних циклонів.

Отже, найбільш сприятливими метеорологічними умовами утворення ожеледі є:

- холодний дощ, сніг, туман або низька шарувата хмарність у різному їх поєднанні;
- температура біля Землі від  $0,5$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ , на рівні  $850$  гПа від  $5$  до  $-5^{\circ}\text{C}$ ;
- швидкість та напрямок вітру у шарі Земля -  $850$  гПа;
- осередок теплого повітря на поверхні  $850$  гПа.

### 2.3 Географічний розподіл повторюваності і тривалості ожеледових відкладень над Україною

Основною особливістю розподілу ожеледі на території України, що залежить від циркуляційних процесів, є збільшення повторюваності із заходу та крайнього південного заходу на північний схід. На заході та південному заході у середньому за рік відмічається 5-10 днів з ожеледдю. У центральних районах і на північному сході число таких днів становить 15-20, зростаючи на південний схід до 30, а в районі Донецької височини перевищує 30 днів.

Повторюваність наземного зледеніння залежить від кліматичних та орографічних умов. Так, найбільша повторюваність ожеледних відкладень спостерігається в тих районах, які схильні до різких змін погоди від сильного морозу до відлиги і навпаки, найменша — там, де взимку переважає стійка морозна погода. Велике значення має відносна висота пункту, тобто перевищення його над навколишньою місцевістю, а також форма рельєфу.

Найбільша повторюваність ожеледі і щільної паморозі спостерігається на височинах, на вершинах пагорбів, відносна висота яких над навколишньою місцевістю перевищує 50 м, а також на навітряних схилах гір. Найменша повторюваність ожеледі наголошується в долинах річок та низинах. Повторюваність кристалічної паморозі більше в тих районах, де в холодну половину року переважає антициклонічний характер погоди з радіаційними туманами.

На території України ожеледь спостерігається, в основному, з листопада до березня. Проте вона може утворюватися у жовтні і квітні, а у високогірних районах цей період ще триваліший (вересень-травень).

Утворення ожеледі у більшості випадків відбувається за негативної температури повітря від 0 до  $-4^{\circ}\text{C}$  морозу під час випадання мряки, дощу або наявності туману і супроводжується на більшій частині території південно-східним вітром, на крайньому заході - західним, північно-західним, у південних районах і рівнинному Криму - східним, північним і північно-східним вітрами. На Південному березі Криму ожеледь буває під час північно-західного і західного напрямку вітру.

Виникає ожеледь найчастіше вранці (6-8 год) та увечері (18-22 год), коли найінтенсивніше знижується температура повітря та загострюються теплі фронти. Руйнування ожеледі спостерігається переважно у 10-14 год під час денного підвищення температури повітря.

Найчастіше (повторюваність 45-60 %) і на значній території ожеледь спостерігається за швидкості вітру від 2 до 5 м/с, в окремих регіонах (південний захід і схід) діапазон швидкості вітру збільшується до 9 м/с.

В розподілі ожеледно-паморозевих відкладень по території спостерігається велика нерівномірність, внаслідок чого на всіх картах виділяється значне число різноманітних осередків (або «плям») підвищеної і зниженої їх повторюваності. Чим більше розчленована місцевість, тим більша різноманітність у формах рельєфу і мікрорельєфу, а, отже, тим більше буде виявлятися на картах повторюваності і розмірів відкладень осередків (або плям), які відображають нерівномірний розподіл їх по території, що досліджується.

Найбільше число днів з ожеледдю відмічається у грудні - січні і змінюється на північному сході у межах 3-6 днів, на сході — 7-11, у південних районах відмічається 4-7 днів, у Криму — 2-4, на Закарпатській низовині — всього 1-2 дні, а на Південному березі Криму число днів з ожеледдю становить менше одного дня. У лютому їх число дещо менше. В інші місяці (листопад, березень) ожеледь буває не щорічно (рис. 2.3).

Важливою характеристикою ожеледі є її тривалість. Тривалість процесу ожеледоутворення і його утримання коливається від часток години до декількох діб. Випадки наростання ожеледі, які вимірюються хвилинами і добою, бувають досить рідко. Найчастіше ожеледь триває до 6 год. (60-80 %). Ожеледь, що утворилась, зберігається на предметах тривалий час. Максимальна тривалість ожеледі перевищує 300 год.

Тривалість періоду, на протязі якого може спостерігатися ожеледь, зменшується з півночі на південь. На території України ожеледь спостерігається, в основному, з листопада до березня. Проте вона може утворюватися у жовтні та квітні, а у високогірних районах цей період ще триваліший (вересень-травень).

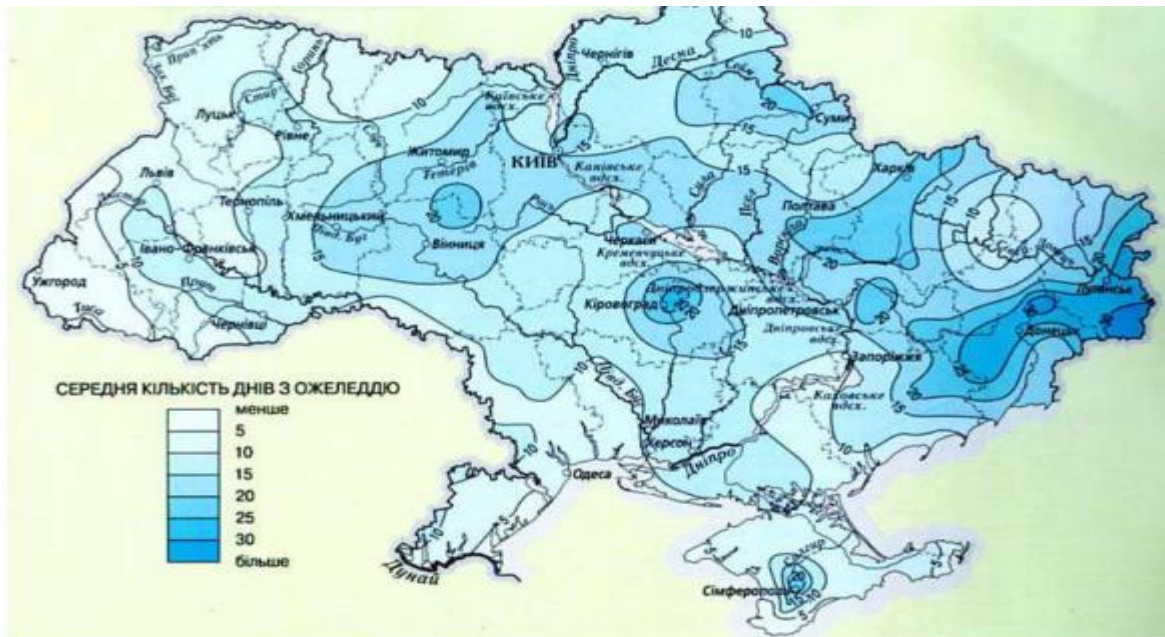


Рис. 2.3. Середнє число днів з ожеледдю. Рік

При вивченні тривалості ожеледних утворень розрізняють тривалість процесу наростання, відкладення ожеледі і загальну тривалість його знаходження на дротах з початку появи до повного зникнення. Тривалість наростання відкладень ожеледі визначається збереженням умов, необхідних для його виникнення, - наявності рідких крапель води при від'ємній температурі повітря.

На території України найчастіше наростання ожеледі та паморозі триває 1-12 год. (близько 90% випадків). Загальна тривалість збереження ожеледно-паморозевих відкладень на дротах і предметах мінлива. У південній половині середня тривалість збереження ожеледі на дротах коливається від 0,6 до 1,6 доби і лише в окремих районах різко перетнутої місцевості вона може збільшуватися до двох і більше діб. У зв'язку з нестійким характером погоди на території України в холодний сезон, ожеледь і паморозь утримуються на предметах не більше 18 год. (до 80 випадків). Проте у ряді районів їх відкладення можуть зберігатися протягом багатьох діб підряд (до 12-15 діб - Донецьк, Волноваха, Ай-Петрі та ін.).

На Україні найбільша тривалість періоду утворення ожеледі за холодний сезон досягала 197 днів, а паморозі - 120 днів. Середній діаметр відкладень ожеледі становить від 2 до 4 мм. Повторюваність ожеледі з таким діаметром

у західних, північних, північно-східних районах дорівнює 70-90 %, а на сході, півдні та південному заході - 40-60 %.

Стосовно до ISO–12494, нарощення льоду може визначатись як будь-який процес зростання маси льоду або снігу на поверхнях об'єктів, відкритих для впливу атмосферного повітря на них.

В якості додаткового контролю може бути визначена щільність відкладень  $\rho$ , г/куб. см, за формулою:

$$\rho = \frac{M}{\pi D^2 T + \pi d^2 T}$$

де:  $M$  - маса відкладення, м;  $D$  - діаметр, мм;  $T$  - товщина відкладення (без урахування діаметра проводу), мм;  $d$  - діаметр проводу, мм.

В табл. 2.3 представлено стандарти для визначення типів атмосферного обледеніння, запропоновані Всесвітньою метеорологічною організацією.

Таблиця 2.3 - Середня щільність різних видів відкладень [31]

Вид відкладення	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Зовнішній вигляд	
		Колір	Форма
Ожеледь	0,9	прозорий	Рівномірно розподілена голчаста або гладенька маса
Мокрий сніг	0,3 - 0,6	Білий	Рівномірно розподілена маса
Кристалічна паморозь	0,02 - 0,06	Білий	Спрямована у напрямку вітру голчаста маса
Зерниста паморозь	0,6 - 0,9	непрозорий	Спрямована у напрямку вітру маса

Середня щільність різних видів відкладень змінюється в різних межах. Слід мати на увазі, що ці значення приблизні і можуть коливатися в залежності від місцевих фізико-географічних умов.



## 3 ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ УТВОРЕННЯ ОЖЕЛЕДОВИХ ЯВИЩ У ЗАПОРІЖЖІ ЗА 2010-2019 РОКИ

### 3.1 Кліматична характеристика району дослідження

Територія Запорізької області займає 27,2 тис. км<sup>2</sup>, що становить 4,5% території України. Протяжність з півночі на південь становить 208 км, а зі сходу на захід - 235 км. На північному заході і півночі межує з Дніпропетровською, на сході - з Донецькою, на заході - з Херсонською областями України, на півдні омивається водами Азовського моря (рис. 3. 1)



Рис. 3.1. Фізична карта Запорізької області

Поверхня області - слаборозчленована рівнина, полого нахилена в південно-западнему напрямку. Північно-західна частина зайнята Придніпровською низовиною, поступово переходить в Причорноморську низовину. Характерно незначне коливання абсолютних і відносних висот. На

заході поширені підйоми і блюдцеподібні зниження діаметром до кількох кілометрів і глибиною 10-20 м. На південному сході розташована Приазовська височина (висотою до 324 м).

Запорізька область розташована у континентальній області кліматичної зони (пояса) помірних широт і характеризується степовим помірно-континентальним кліматом з м'якою, малосніжною, порівняно холодною, зимою і жарким, посушливим літом. Середня температура липня  $+23,7^{\circ}\text{C}$ , січня  $-3,5^{\circ}\text{C}$ . Максимум опадів випадає влітку, часті зливи. У квітні-травні - суховії. На рік у середньому припадає 225 сонячних днів, рівень опадів становить 418 мм.

Серед факторів, які характеризують підстильну поверхню, головними є незначна висота її території над рівнем океану (середня висота над рівнем моря становить 89 м), відсутність гір, розташування в безпосередній близькості до моря, формування у зв'язку з цим місцевих вітрів — бризів. Характер і інтенсивність основних кліматоутворюючих факторів істотно змінюється по сезонам.

Зима починається в кінці листопада – початок грудня. Вона помірно-холодна, малосніжна, переважає нестійка погода з численними відлигами, після яких відбуваються різкі похолодання. Зима характеризується домінуючою роллю циркуляційного фактора, а значення радіаційного чинника зменшується внаслідок незначної висоти Сонця над горизонтом, невеликій тривалості дня, значною хмарністю. Південніше Запорізької області знаходиться гребінь високого тиску, в зв'язку з цим тут може встановлюватися антициклональна погода з посиленням східного і північно-східного вітру. Характерною особливістю зими є часті відлиги, які викликаються переміщенням циклонів з Атлантики, Середземного і Чорного морів.

Весна зазвичай настає в першій декаді березня. Характерною особливістю весни є інтенсивне наростання тепла, завдяки цьому весняні процеси розвиваються швидко і весна зазвичай буває короткою. Перехід до весни характеризується підвищенням ролі радіаційного чинника і посиленням впливу підстильної поверхні. Процеси адвекції послаблюються зі зниженням температурних контрастів між морем і сушею. Посилюється



західний перенос повітря. Повернення холодів, які обумовлюють приморозки, пов'язані з окремими вторгненнями арктичних повітряних мас.

Літо переважно жарке і сухе. В окремі періоди переміщення холодних повітряних мас супроводжується активною грозовою діяльністю, виникають небезпечні метеорологічні явища: сильні зливи, шквали, град. Влітку посилюється вплив Азорського антициклону. Його відроги і окремі частини поширюються на схід, при цьому атлантичне повітря трансформується і приходить на територію області прогрітим і сухим. Тому влітку переважає антициклональна погода з великою кількістю якісних сонячних днів. Часто виникають суховії та пилові бурі. Оподи фронтального походження пов'язані з циклонами з заходу. На прилеглі до Азовського моря території впливають бризові циркуляції: до літа, коли бризи стають найбільш інтенсивними тут збільшується кількість безхмарних днів і зростає значення сумарної сонячної радіації.

Осінь зазвичай настає в третій декаді вересня. Для осені характерно повернення тепла на загальному фоні зниження температури і початок приморозків. Восени в атмосфері відбуваються зміни - Азорський антициклон руйнується, розвивається Сибірський. Різко збільшується кількість вторгненням холодного повітря з північного сходу і сходу. У зв'язку з цим частіше повторюються адвективні тумани, часто спостерігається похмура погода з памороззю, пізньої осені — з ожеледицею.

До кліматичних особливостей ст. на Запоріжжі відносять ряд показників метеорологічних величин, представлених у табл. 3.1.

Таблиця 3. 1 - Кліматичні показники метеорологічних величин ст. на Запоріжжі за 2010-2019 рр.

Показник	Місяць												За період	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Середня температура повітря, °С	-3,5	-1,8	3,3	11,1	18,2	22,1	23,7	23,9	17,5	9,2	4,1	-0,2	10,6	
Середній максимум температури повітря, °С	12,2	17,1	24,0	31,4	33,1	35,9	39,5	40,2	35,9	26,0	20,9	13,6	27,5	
Середній мінімум температури повітря, °С	-26,5	-25,7	-17,1	-5,5	1,2	5,5	10,6	7,3	0,8	-6,1	-12,6	-18,5	-7,2	
Середній тиск, мм рт. ст.	764,0	764,9	762,5	761,5	760,1	759,1	758,6	760,6	762,2	765,5	766,4	765,1	762,5	
Середній тиск, гПа	1018,6	1019,8	1016,6	1015,3	1013,4	1012,1	1011,4	1014,1	1016,2	1020,6	1021,8	1020,0	1016,7	
Середня відносна вологість повітря, %	90	85	76	65	64	60	61	52	62	76	83	89	72	
Середня кількість опадів, мм	51,4	28,8	37,9	52,0	59,2	61,1	48,3	46,4	53,4	38,6	38,2	46,4	46,8	
Середня швидкість вітру, м/с	3,8	4,0	4,2	3,8	3,1	3,2	3,1	3,5	3,4	3,4	3,7	4,1	3,6	
Напрямок вітру	Пн	6	7	5	5	6	11	10	13	8	7	5	6	7
	ПнСх	4	6	6	5	8	8	9	11	11	9	9	3	7
	Сх	12	12	10	9	9	7	7	9	8	10	12	7	9
	ПдСх	7	9	4	5	5	4	3	2	3	3	5	7	5
	Пд	6	6	7	9	6	5	3	2	4	6	7	8	6
	ПдЗ	6	4	7	7	4	5	3	3	4	4	5	9	5
	З	5	5	8	5	5	5	7	4	5	6	6	9	6
	ПнЗ	4	4	7	5	5	6	7	7	6	4	4	4	5
	Штиль	8	6	6	8	12	9	11	6	9	10	6	6	8

### 3.2. Залежність ожеледних відкладень від метеорологічних параметрів

Необхідною умовою для утворень ожеледі є наявність таких явищ, як туман, мряка, дощ, крижаний дощ та мокрий сніг. Найбільш часто на ст. Запоріжжя утворення ожеледі буває при мряки або туману, а також при їх поєднаннях. У цих випадках відкладення можуть спостерігатися або у вигляді ожеледі, або у вигляді суміші ожеледі з памороззю. Зазвичай розміри відкладень при тумані і мряки невеликі і пошкоджень не дають. Виняток становлять випадки тривалого збереження цих умов, що ведуть до повільного, але тривалого наростання ожеледі або суміші. Дещо рідше ожеледь спостерігається при дощі і крижаному дощі, однак, відкладення в цих випадках бувають в середньому більш значними, ніж при мряки і тумані.

Іноді обледеніння на ст. Запоріжжя пов'язано з випаданням мокрого снігу. При цьому воно спостерігається не у момент випадання цього виду осаду, коли температура у землі зазвичай трохи вище  $0^{\circ}\text{C}$ , а при подальшому швидкому похолоданні.

Утворення ожеледі відбувається зазвичай при температурі у землі (в будці) нижче  $0^{\circ}\text{C}$ . Найбільш часто відклад спостерігається при температурі від  $-0,1$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ . У період з жовтня по грудень, тобто коли поверхня землі не є ще достатньо вихолодженою, ожеледь утворюється при більш низькою температурі цього інтервалу, а в період з лютого по квітень, навпаки, при температурі, близькій до  $0^{\circ}\text{C}$ . В окремих випадках ожеледь може спостерігатися і при позитивній температурі повітря (на поверхні сильно охолоджених предметах при швидкому потепління після стійких морозів).

Найбільшу повторюваність мають температури від  $-0,1$  до  $-1^{\circ}\text{C}$ . Число випадків ожеледі при добре виражених фронтальних розділах відносно невелика. Значно частіше ожеледь на ст. Запоріжжя спостерігається або всередині повітряної маси або вздовж розмитих фронтальних розділів з мрякою і туманами.

Як видно з аналізу даних спостережень на ст. Запоріжжя (табл. 3.2 та рис.3.2), діапазон зміни температур при ожеледі значно ширший від  $-6,2$  до  $+0,0^{\circ}\text{C}$ ). Не спостерігалася ожеледь при температурах нижче  $-6,3^{\circ}\text{C}$  і вище  $+0,1^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 3.2 – Повторюваність температури повітря при утворенні ожеледі по місяцям на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

Градації, °С	Місяць						Всього	%
	X	XI	XII	I	II	III		
-8,0...-6,1				1			1	2,4
-6,0...-4,1			3		2		5	11,9
-4,0...-3,1				3			3	7,1
-3,0...-2,1		1	2	2	2	2	9	21,4
-2,0...-1,1		1	2	3	1	2	9	21,4
-1,0...-0,1	1	1	4	4	2	2	14	33,4
0,0...0,9						1	1	2,4
Рік	1	3	11	13	7	7	42	100
%	2,4	7,1	26,3	31,0	16,6	16,6	100	

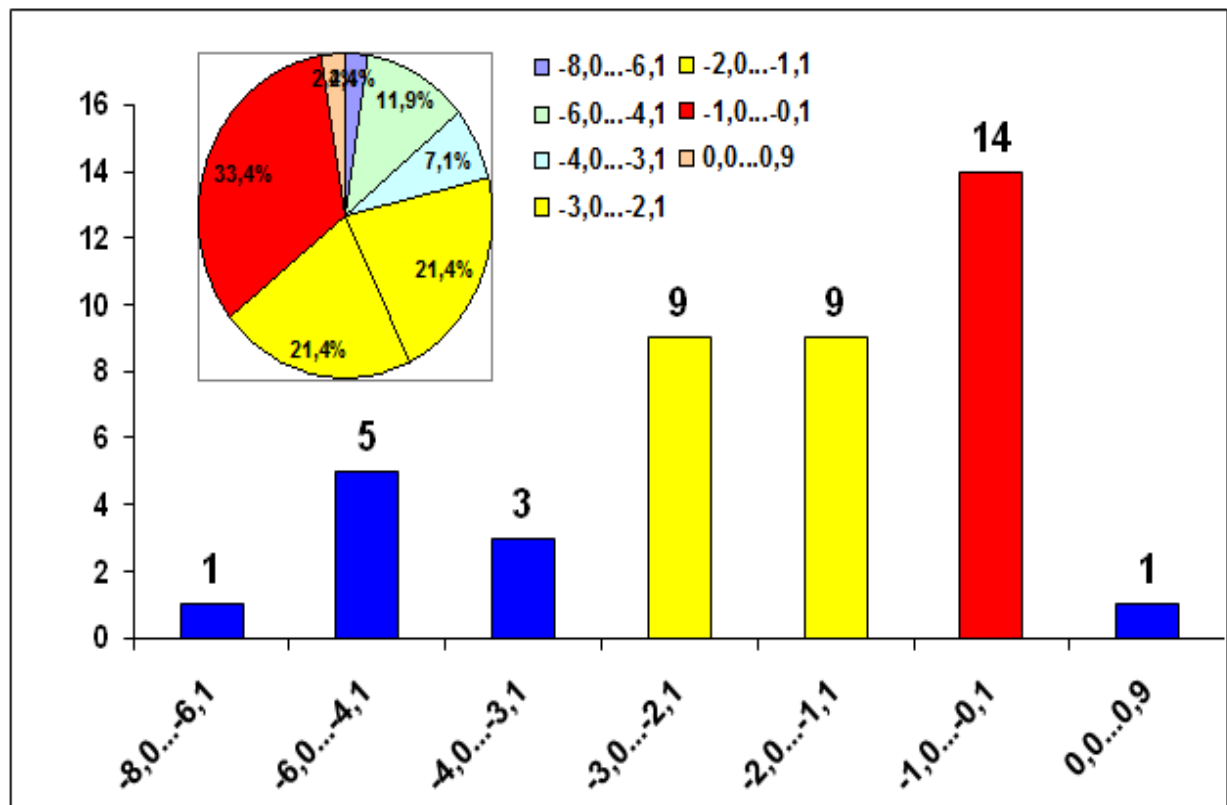


Рис. 3.2 - Повторюваність температури повітря при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

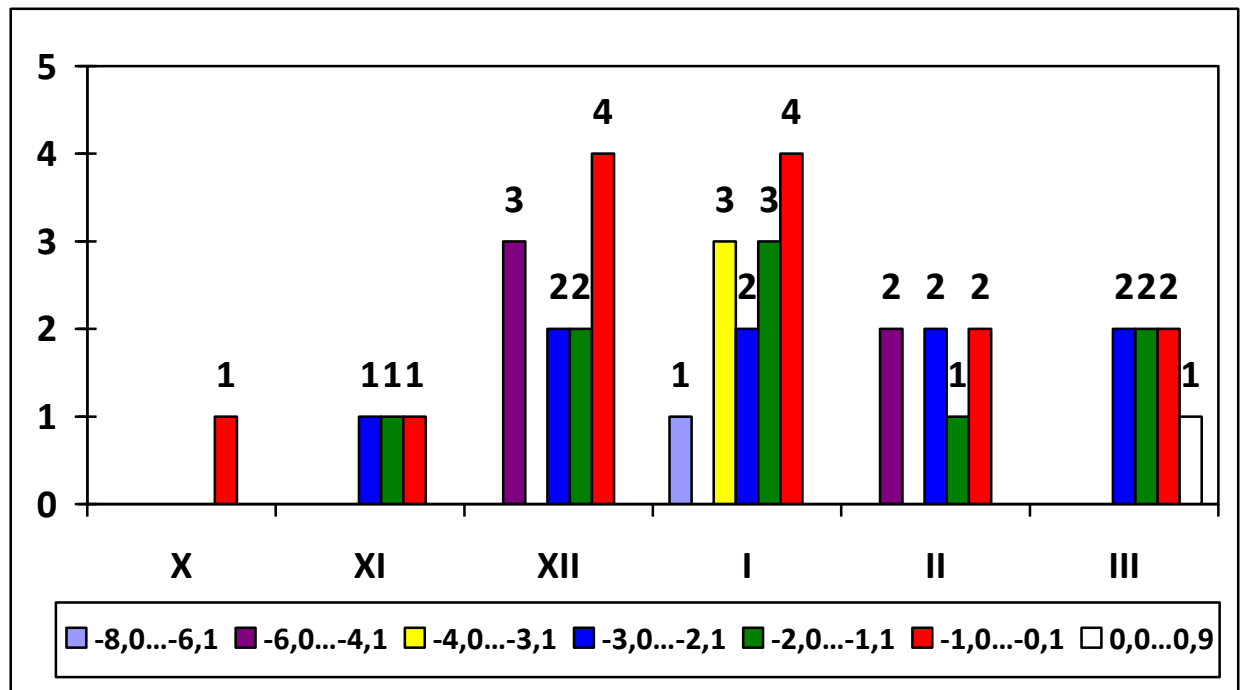


Рис. 3.2.1. Повторюваність температури повітря при утворенні ожеледі по місяцям на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

Таблиця 3.2.1 – Повторюваність напрямку вітру при утворенні ожеледі по місяцям на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

Напрямок вітру	Місяць						Всього	%
	X	XI	XII	I	II	III		
Пн			2	1		1	4	9,5
ПнСх			3	3	1	3	10	23,8
Сх	1	2	1	5	1	2	12	28,5
ПдСх			1	3	2		6	14,3
Пд			1				1	2,4
ПдЗ				1			1	2,4
З			1				1	2,4
ПнЗ		1	1	1	1	1	5	11,9
Штиль			1	1			2	4,8
Рік	1	3	11	15	5	7	42	100
%	2,4	7,1	26,2	35,7	11,9	16,7	100	

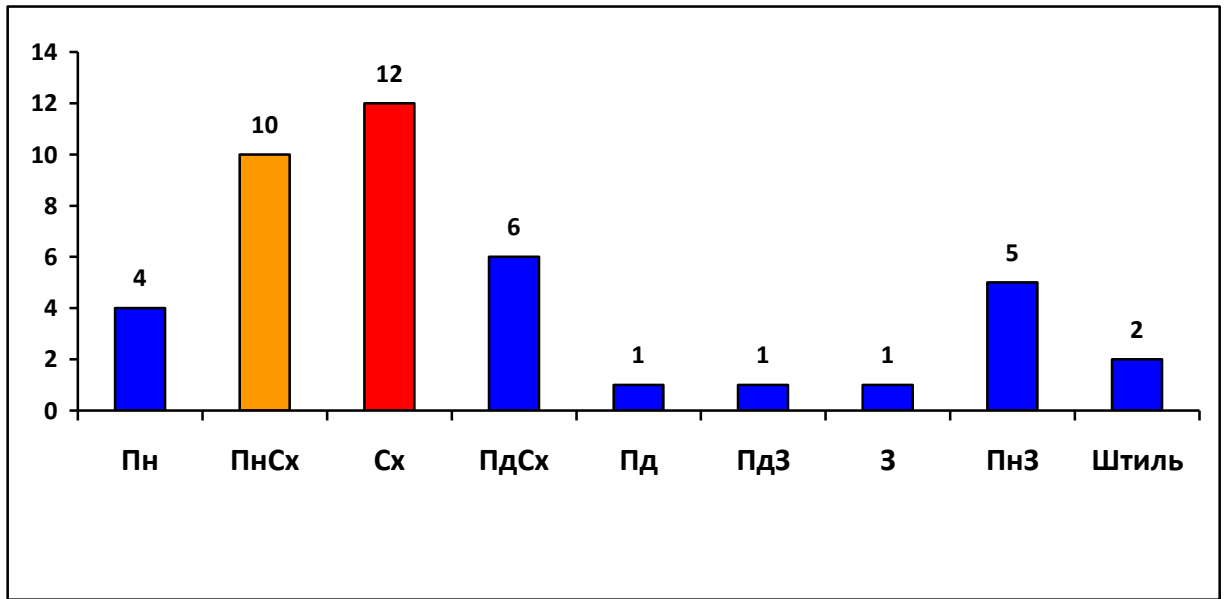


Рис. 3.2.2. Повторюваність напрямку вітру при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр

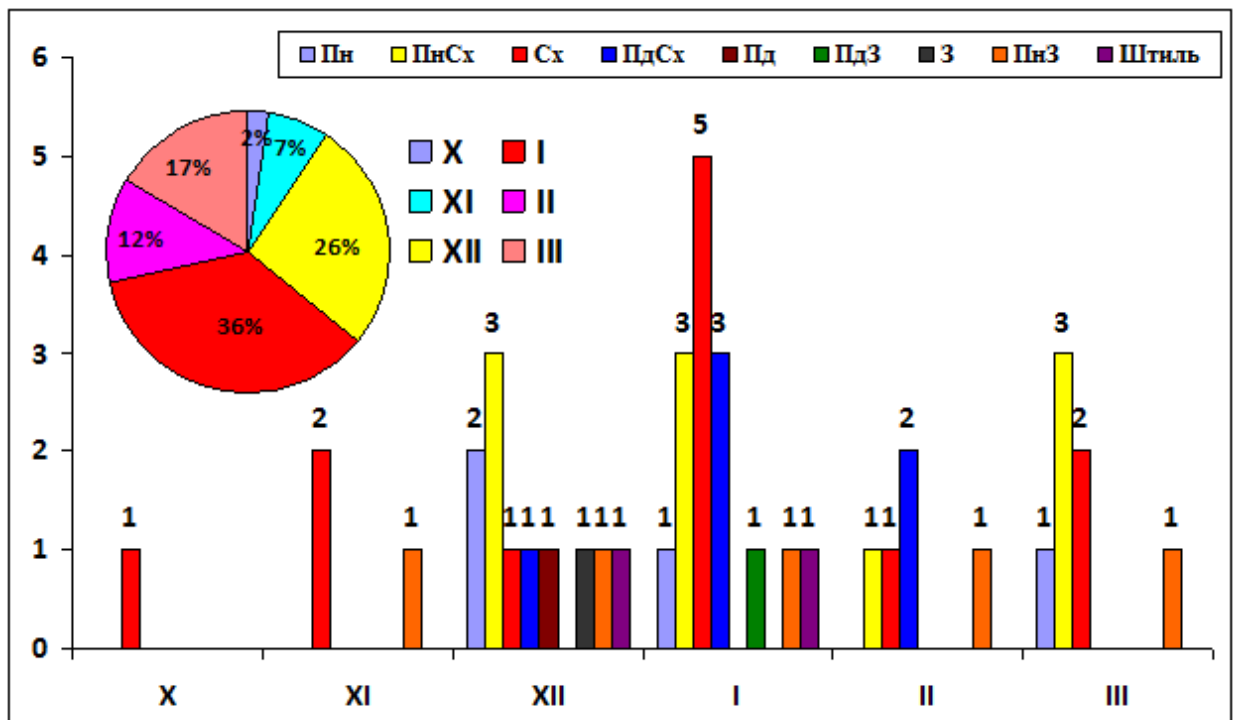


Рис. 3.2.3. Повторюваність напрямку вітру при утворенні ожеледі по місяцям на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр

Таблиця 3.2.2 – Повторюваність швидкості вітру при утворенні ожеледі по місяцям ст. на Запоріжжі за 2010-2019 рр.

Швидкість вітру	Місяць						Всього	%
	X	XI	XII	I	II	III		
1 м/с			5	4		1	10	23,8
2 м/с			1	6	1	2	10	23,8
3 м/с		2		2	1	2	7	16,7
4 м/с	1		3	2	1	2	9	21,4
5 м/с			1		2		3	7,1
6 м/с					1		1	2,4
Штиль			1	1			2	4,8
Рік	1	2	11	15	6	7	42	100
%	2,4	4,8	26,1	35,7	14,3	16,7	100	

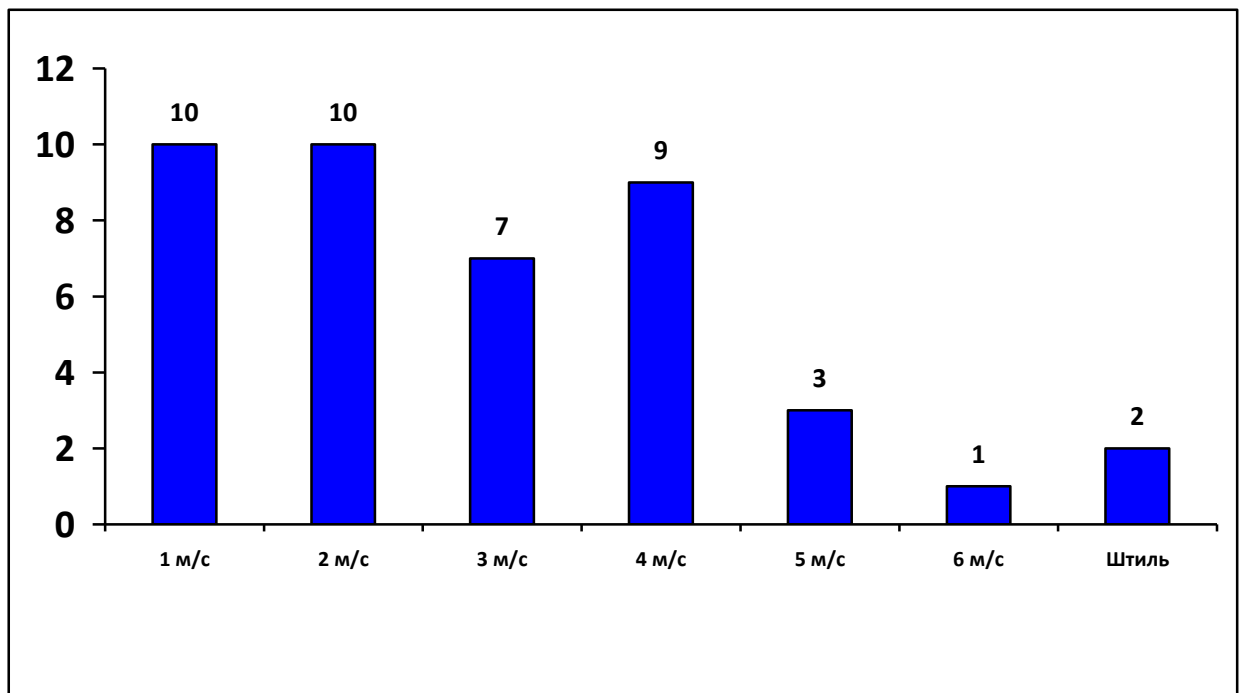


Рис. 3.2.4. Повторюваність швидкості вітру при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

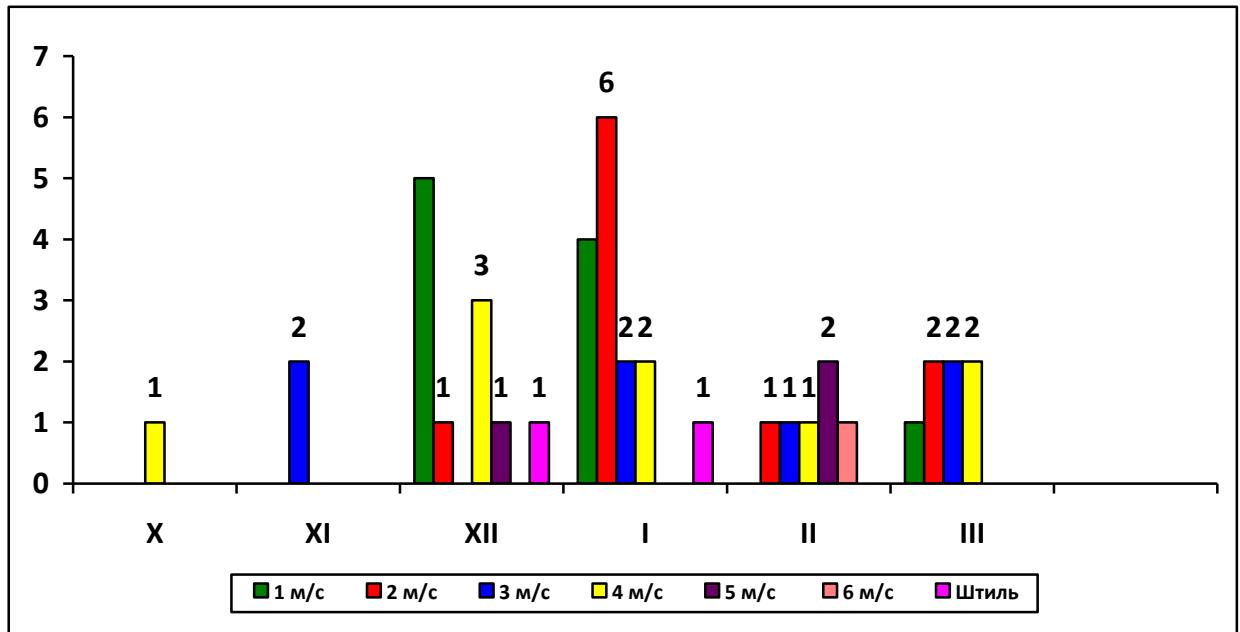


Рис. 3.2.5. Повторюваність швидкості вітру при утворенні ожеледі по місяцям на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

Таблиця 3.2.3 – Повторюваність напрямку вітру при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.

Ожеледь	Напрямок вітру									Всього
	Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Сх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	штиль	
1961-1990	13	17	14	19	9	9	4	5	10	100
%	13	17	14	19	9	9	4	5	10	100
2010-2019	4	10	12	6	1	1	1	5	2	42
%	9,5	23,7	28,6	14,3	2,4	2,4	2,4	11,9	4,8	100

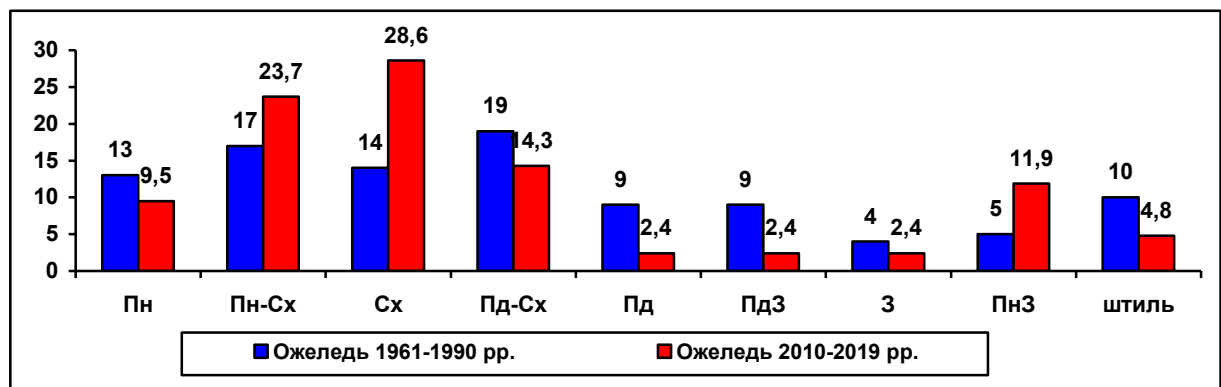


Рис. 3.2.6 – Повторюваність напрямів вітру при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.



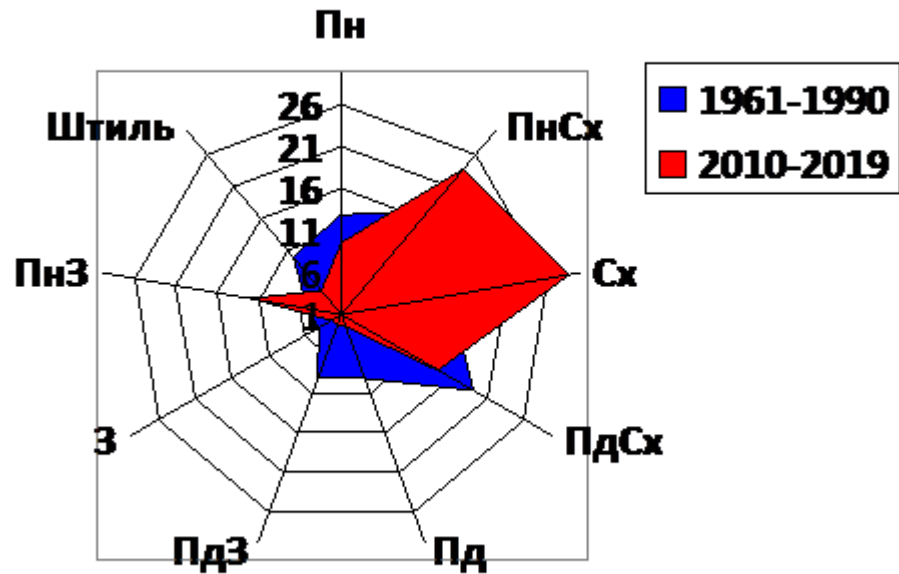


Рис. 3.2.7. Повторюваність напрямів вітру при утворенні ожеледі в % на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.

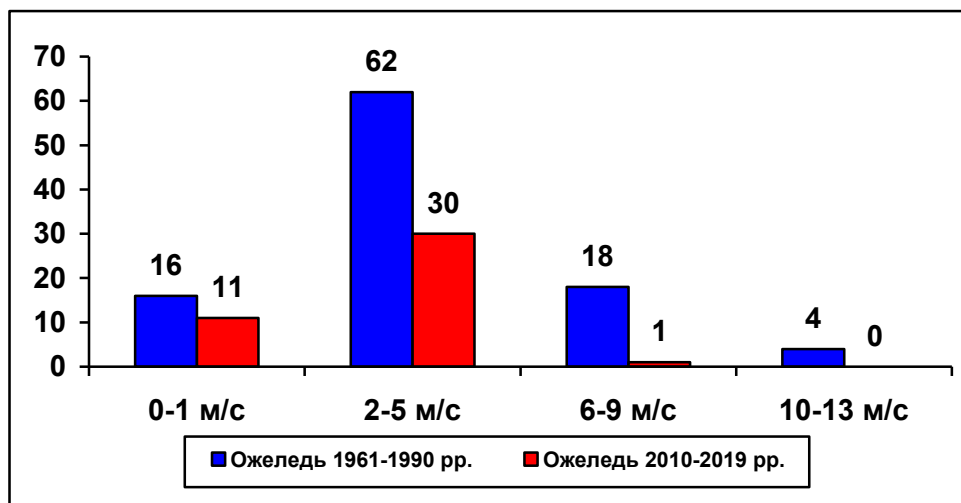


Рис. 3.2.8 – Повторюваність швидкості вітру при утворенні ожеледі на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.

В основному при виникненні ожеледно-паморозевих явищ на ст. Запоріжжя переважав східний напрямок вітру зі швидкістю 3 м/с, при температурі повітря від 0,4°C і нижче. Максимальний діаметр відкладень становив 25 мм, товщина – 11 мм (18-19.11.2014р.).

Ожеледь виникала при метеорологічних явищах:

- 9 випадків – туман з мрякою (область теплового фронту);
- 11 випадків – туман (теплий фронт, сідловина, східна периферія антициклону);
- 22 випадків – зливовий мокрий сніг, зливовий дощ (улоговина циклону з теплим фронтом).

### 3.3 Повторюваність ожеледно-паморозевих явищ за 2010-2019 роки у Запоріжжі

Величина відкладення залежить від комплексу причин:

- виду та інтенсивності опадів (від розміру переохолоджених крапель і їх кількості);
- швидкості вітру;
- кута між напрямком потоку і площиною предмета;
- тривалості наростання.

Всі ожеледно-паморозеві відкладення можна класифікувати по інтенсивності явища (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Класифікація ожеледно-паморозевих явищ по інтенсивності

Явище погоди	Товщина відкладу		
	Слабке	Помірне	Сильне
Ожеледь	5 мм і менше	6-19 мм	20 мм і більше
Паморозь	до 50 мм	більше 50 мм	—
Налипання мокрого снігу	до 10 мм	11-34 мм	35 мм і більше

За 2010-2019 рр. ст. на Запоріжжі (табл. 3.3.1) спостерігалось всього 111 випадків з ожеледно-паморозевими відкладеннями:

- з ожеледдю – 42 випадки (37,8 %);
- з налипанням мокрого снігу – 22 випадки (19,8 %);

- з кристалічною памороззю – 32 випадки (28,8 %);
- з зернистою памороззю – 15 випадків (13,6 %);

Таблиця 3.3.1 - Повторюваність ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі (2010-2019 рр.)

Тип відкладу	Роки										Всього	%
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Ожеледь	7	-	1	4	8	3	6	4	7	2	42	37,8
Налипання мокрого снігу	4	-	2	4	1	2	1	1	5	2	22	19,8
Кристалічна паморозь	4	7	1	1	4	1	6	3	4	1	32	28,8
Зерниста паморозь	-	1	3	-	1	3	-	4	3	-	15	13,6
Всього	15	8	7	9	14	9	13	12	19	5	111	100
%	13,6	7,2	6,3	8,1	12,6	8,1	11,7	10,8	17,1	4,5	100	



Рис. 3.3. Розподіл повторюваності кількості випадків ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі (2010-2019 рр.)



Рис. 3.3.1. Розподіл повторюваності кількості випадків ожеледно-паморозевих явищ по роках в % у Запоріжжі (2010-2019 рр.)

Таблиця 3.3.2 - Кількість випадків ожеледно-паморозевих явищ по місяцям на ст. Запоріжжя (2010-2019 рр.)

Вид обмерзання	Місяць						За період	%
	X	XI	XII	I	II	III		
Ожеледь	1	3	11	15	5	7	42	37,8
Налипання мокрого снігу	-	1	5	13	3	-	22	19,8
Кристалічна паморозь	-	-	3	18	8	3	32	28,8
Зерниста паморозь	-	1	3	7	3	1	15	13,6
Всього	1	5	22	53	19	11	111	100
%	0,9	4,5	19,8	47,8	17,1	9,9	100	

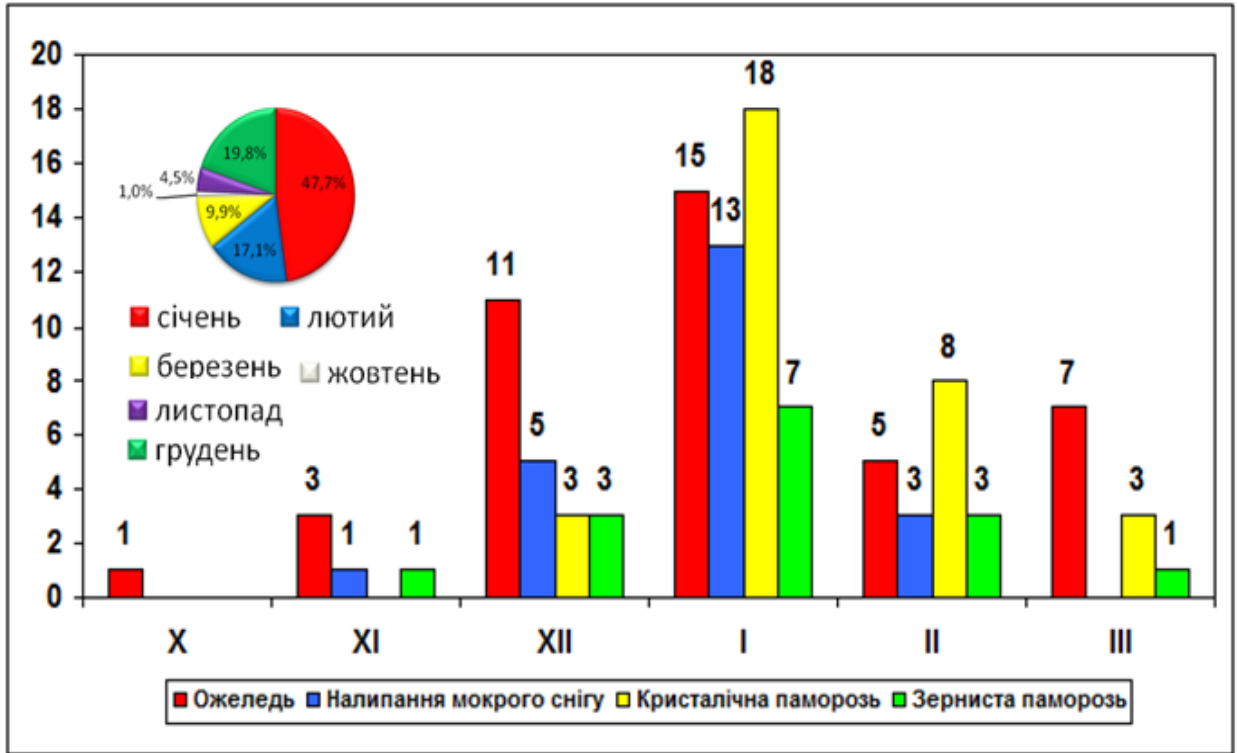


Рис. 3.3.2. Річний хід ожеледно-паморозевих явищ на ст. Запоріжжя (2010-2019 рр.)

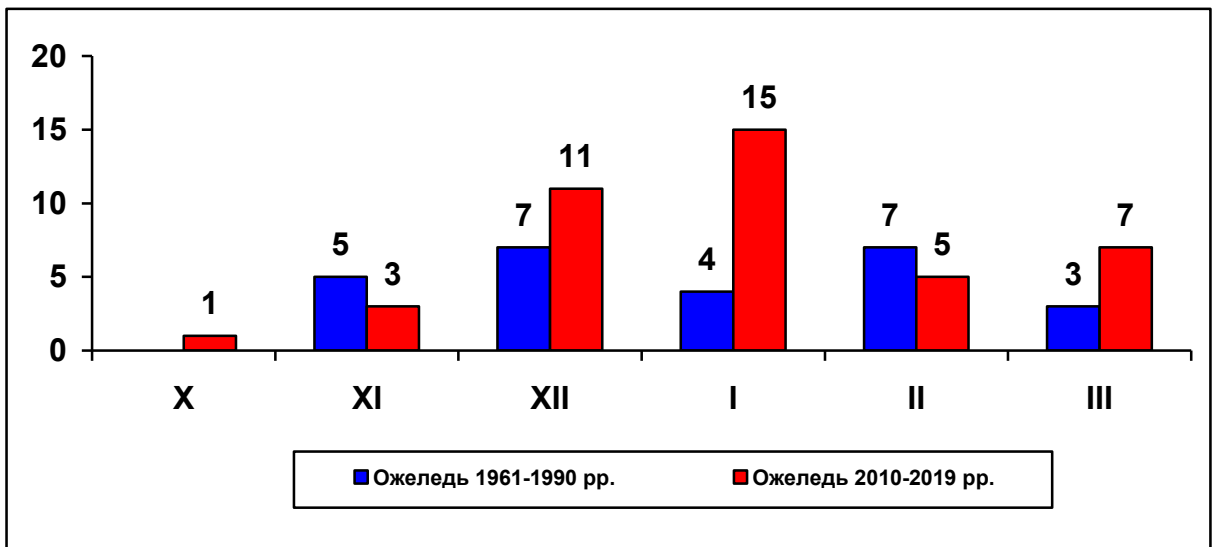


Рис. 3.3.5. Число днів з ожеледдю число на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.

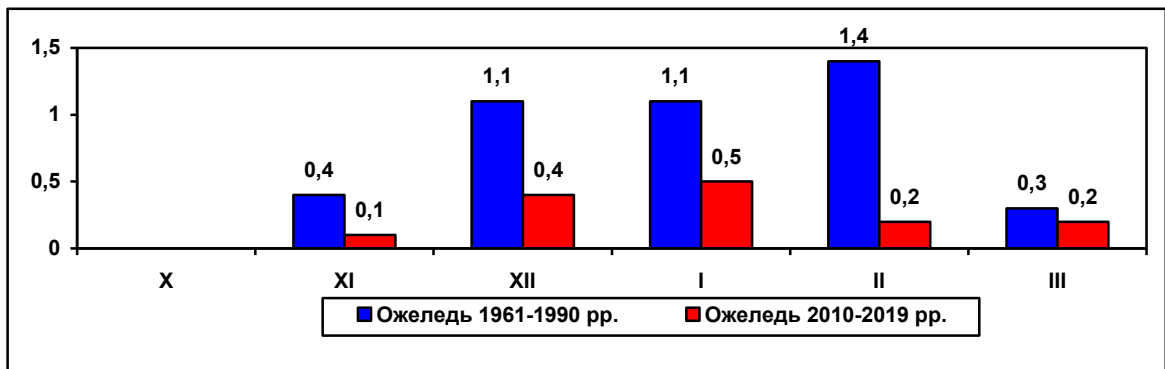


Рис. 3.3.6. Середнє число днів з ожеледдю на ст. Запоріжжя за 1961-1990 рр. та 2010-2019 рр.

Аналізуючи дані з Кадастру за 1961-1990 рр. та дані оперативних наземних спостережень за 2010-2019 рр. можна зробити наступні висновки:

1. У період 2010-2019 рр. в порівнянні з періодом 1961-1990 рр. значно послабшали не тільки ожеледоутворюючі процеси. Також знизилася і повторюваність швидкості вітру при утворенні ожеледі.

Повторюваність ожеледно-паморозевих явищ з року в рік зазнає значних коливань: спостерігається тенденція до зменшення кількості випадків атмосферного обледеніння всіх типів. Це можна пояснити загальним підвищенням температури та ослабленням швидкості вітру на території України. Розподіл повторюваності напрямків вітру при ожеледі відзеркалює особливості місцевої циркуляції в нижньому шарі атмосфери. У Запоріжжі найбільш часто при ожеледі реєструється вітер східного напрямку, що може бути обумовлено активізацією циклонічної діяльності в зимовий період.

2. Утворення ожеледі в різні місяця 2010-2019 рр. виникало при наступних метеорологічних умовах:

- у жовтні - східному напрямку вітру, швидкості вітру 4 м/с та температурі повітря  $-0,1^{\circ}\text{C}$ ;
- у листопаді - східному напрямку вітру, швидкості вітру 3 м/с та температурі повітря від  $-0,6^{\circ}\text{C}$ ;
- у грудні – північно-східному напрямку вітру, швидкості вітру 2 м/с та температурі повітря від  $-2,2^{\circ}\text{C}$ ;
- у січні - східному напрямку вітру, швидкості вітру 2 м/с та температурі повітря від  $-2,9^{\circ}\text{C}$ ;

- у лютому – південно-східному напрямку вітру, швидкості вітру 4 м/с та температурі повітря від  $-1^{\circ}\text{C}$ ;
- у березні – північно-східному напрямку вітру, швидкості вітру 3 м/с та температурі повітря від  $-1,3^{\circ}\text{C}$ .

### 3.4 Синоптичні умови утворення ожеледі ст. на Запоріжжі за 18-19.11.2014 рік

Випадок з найбільшими розмірами (діаметру та товщини) ожеледі на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр. був зареєстрований 18.11.2014 р. За аеросиноптичними даними на погоду Запоріжжя 18.11.2014 р. в строк 00 МСЧ впливала висотна улоговина.

На карті приземного аналізу 18.11.2014 р в строк 00 МСЧ (рис. 3.4, 3.4.1) у поверхні землі вісь улоговини була орієнтована з півночі Апенінського півострова на південний берег Криму. В центрі улоговини були розташовані два циклони. Центр першого циклону знаходився над територією Франції, з мінімальним тиском в центрі 1005 гПа, центр другого циклону простежувався по півночі Італії, з мінімальним тиском в центрі 1002 гПа. Це було високе баричне утворення, так як простежувалося до висоти 7 км (карта АТ-500). На північному сході від України у поверхні землі в районі Самари спостерігався Сибірський антициклон, з максимальним тиском в центрі 1038 гПа. Вісь гребеня антициклону була розташована по лінії Москва-Санкт-Петербург-центральна частина Фінляндії.

Уздовж вісі баричної улоговини 18.11.2014 р. в строк 00 МСЧ розташовувався полярний холодний фронт з хвилями. Фронт проходив по лінії Відень-Кишинів-Баку. Вершина хвилі перебувала над Кримським півостровом. Фронт зміщувався на схід, південний схід.

На карті АТ-850 18.11.2014г. за 00 МСЧ спостерігалися дві фронтальні системи: арктичний і полярний фронти. В даному випадку нас буде цікавити тільки полярний фронт. Холодна ділянка фронту проходила по лінії Белград - Крим, з вершиною хвилі в Криму, теплою ділянкою фронт проходив по лінії Крим - Анапа - Тбілісі.

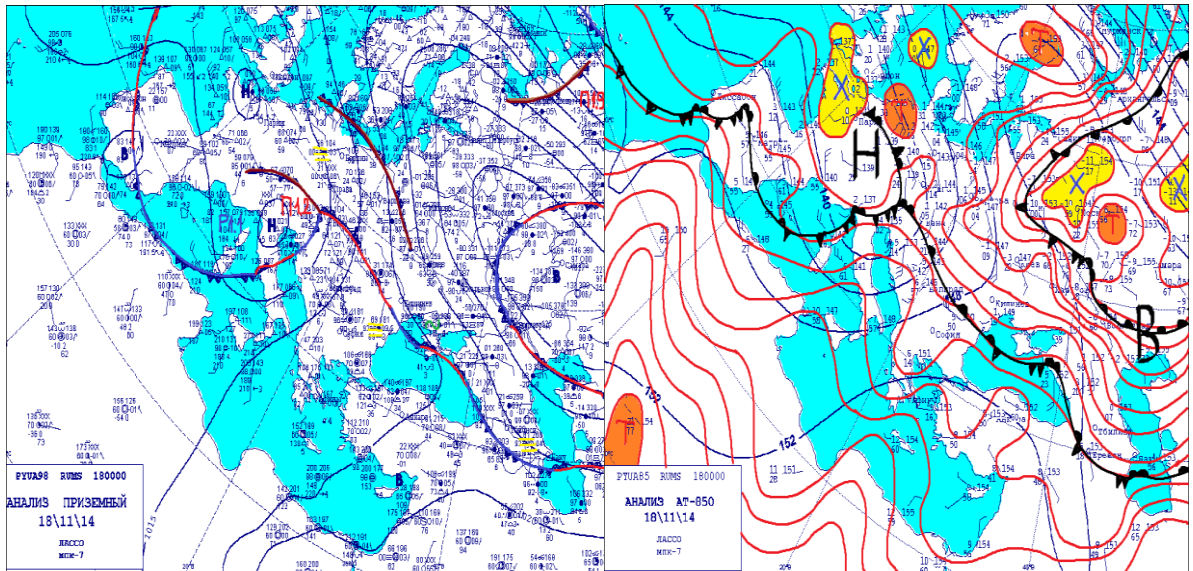


Рис. 3.4. Аналіз приземний та АТ-850 за 18.11.2014 р. (00 МСЧ)

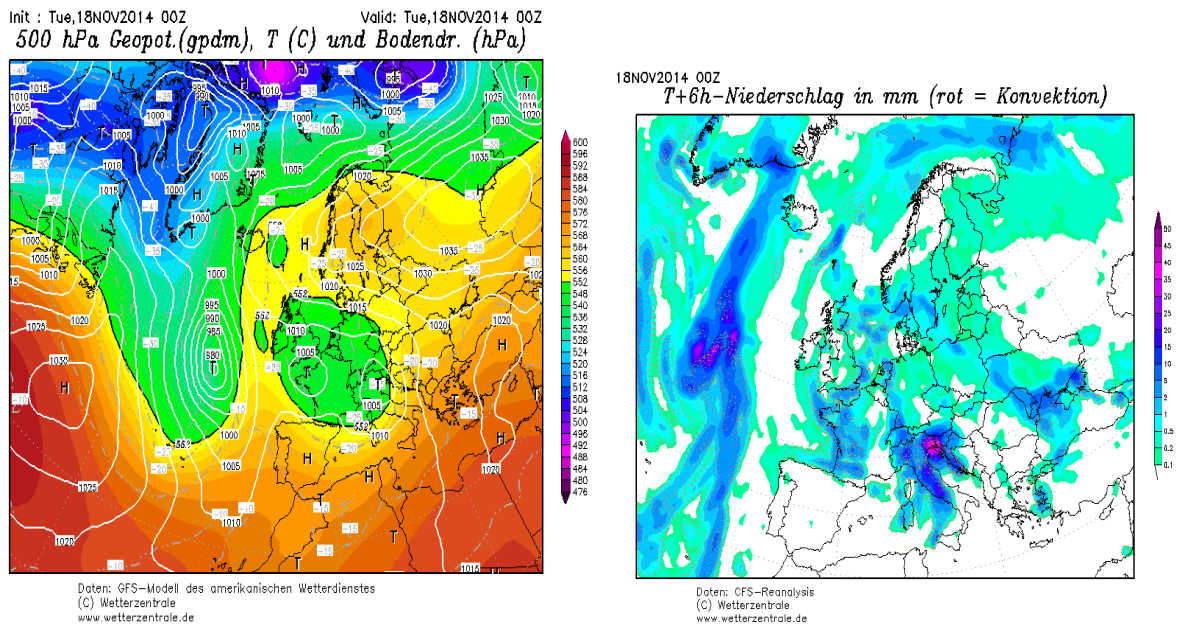


Рис. 3.4.1. Карті АТ-500 та прогнозу опадів за 18.11.2014 р. (00 МСЧ)

На приземному аналізі в строк 06 МСЧ (рис. 3.4.2) центр циклону, який був розташований над територією Франції розмився, а центр другого циклону з півночі Італії змістився на північний схід, з мінімальним тиском в центрі 1006 гПа. Також вершина хвилі змістилася на схід в район Анапи.

За типизацією макропроцесів А.Л.Каца, по карті АТ-500 з урахуванням різниць геопотенціалів в трьох точках (Лондон, Київ, Самара) спостерігалася переважно меридіональна форма циркуляції (східна її форма).



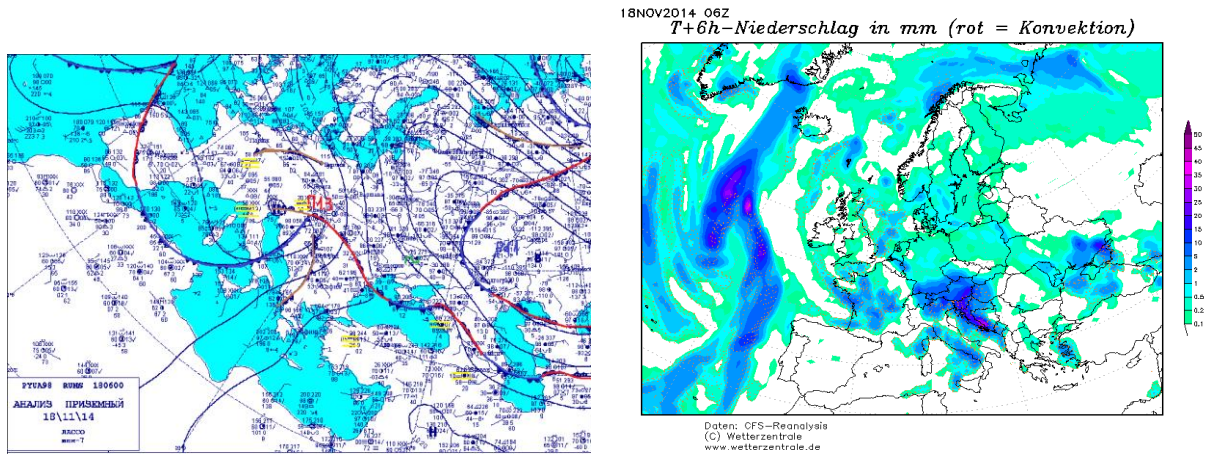


Рис. 3.4.2. Аналіз приземний та прогнозу опадів за 18.11.2014р. (06МСЧ)

Полярний фронт був малорухомиий. Це наочно бачимо на приземному аналізі 19.11.2014 р. за строк 00 МСЧ (рис. 3.4.3, 3.4.4).

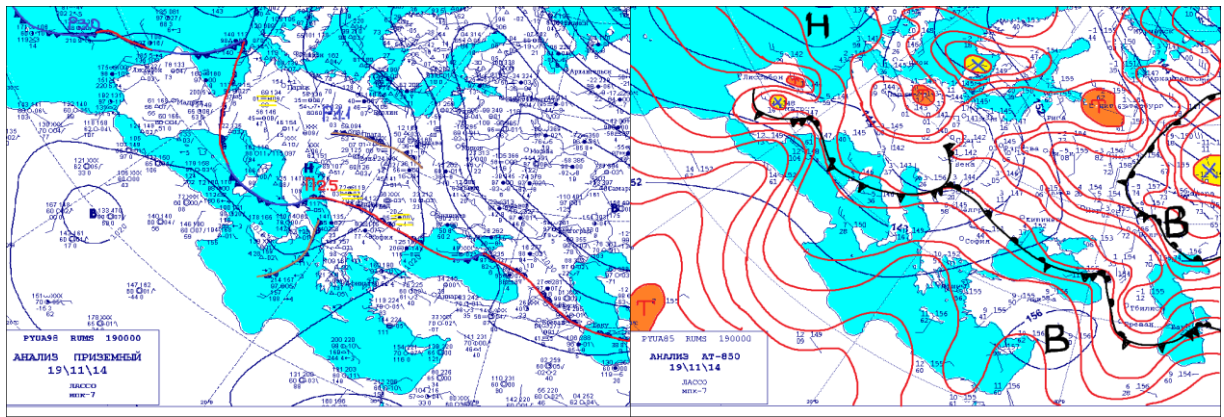


Рис. 3.4.3. Аналіз приземний та АТ-850 за 19.11.2014 р. (00 МСЧ)

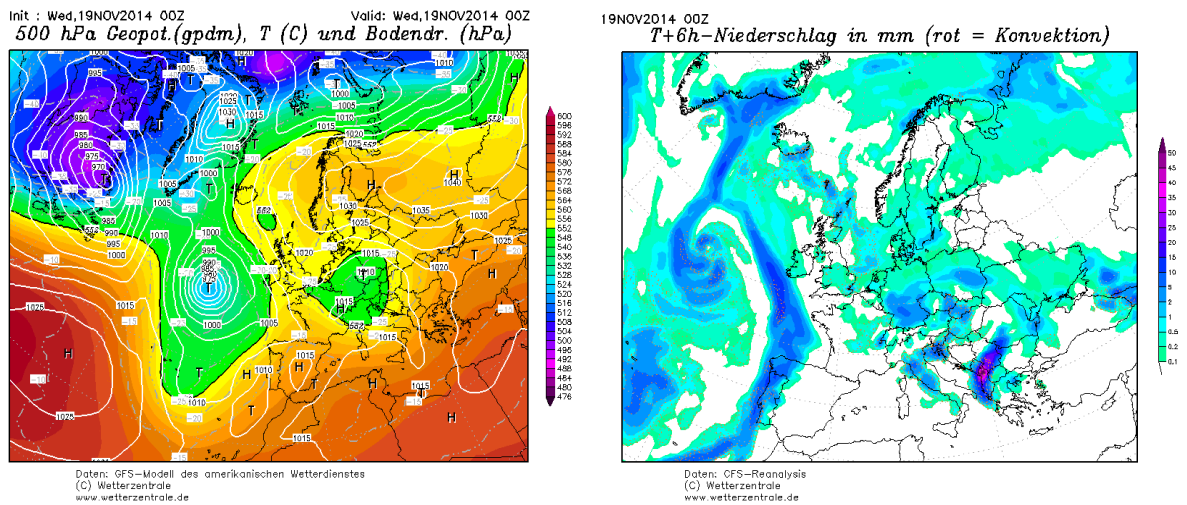


Рис. 3.4.4. Карти АТ-500 та прогнозу опадів за 19.11.2014 р. (00 МСЧ)

Умови погоди у Запоріжжі значною мірою визначалися вторгненням вологого і теплого середземноморського повітря та виходом південного циклону. Інтенсивна фронтальна ожеледь над Запоріжжям була пов'язана з теплою хвилею холодного фронту з хвилями.

18.11.2014 року в 22-20 МСЧ був зафіксований слабкий зливовий дощ, котрий тривав до 11-30 МСЧ. Появу ожеледі на ожеледному станку було зафіксовано 18.11 в 22-30 МСЧ при температурі повітря  $-1,8^{\circ}\text{C}$  і вітру східного напрямку ( $90^{\circ}$ ) швидкістю 3 м/с.

По побудованим траєкторіям за різні строки 18-19.11.2014 р. бачимо перенесення повітряних частинок з південно-західної частини Середземного моря (рис. 3.4.5). Це також наочно підтверджує вихід південного циклону на територію Запорізької області. Наростання тривало 13 годин до 11-30 МСЧ 19 листопада. Діаметр ожеледі склав 25 мм, товщина – 14 мм.

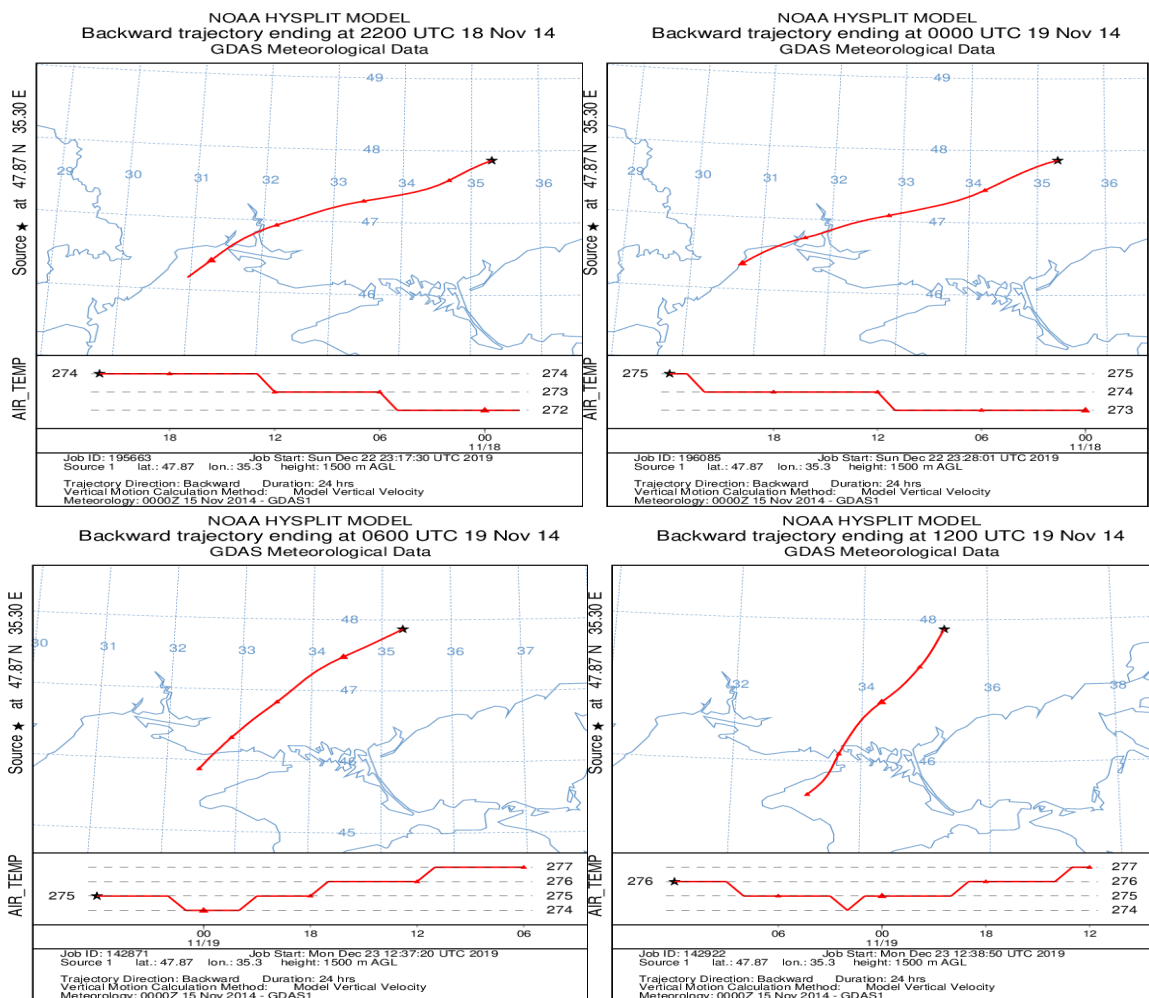


Рис. 3.4.5. Траєкторії переміщення повітряних частинок за різні строки 18-19.11.2014 р.

Утворення ожеледі супроводжується інверсійним розподілом температури в граничному шарі тропосфери. При наявності шару інверсії, нижня межа якої розташовується на висоті близько 500-1000 м, а верхня - на висоті близько 1500 м утворюються ожеледі. Найбільш сприятливі умови для ожеледі створюються тоді, коли шар хмарності розташовується в самому шарі інверсії, причому температура в інверсійному шарі повинна доходити до позитивних значень. Найчастіше відкладення ожеледі спостерігається при температурі повітря біля землі від 0 до  $-6^{\circ}\text{C}$  і від 2 до  $-10^{\circ}\text{C}$  на рівні поверхні 850 гПа. Імовірність його відкладень також залежить від рівня кристалізації, який приблизно співпадає з положенням ізотерми  $-10^{\circ}\text{C}$  (на рівні 2-3 км). Напрямок і швидкість вітру при виникненні ожеледі впливають на інтенсивність ожеледних відкладень. Утворення ожеледі звичайно відбувається при швидкості вітру від 2 до 8 м/с (70-80% випадків), при штилях і сильному (більше 12-15 м/с) вітрі вона спостерігається рідко. Відкладення ожеледі відбувається при високій відносній вологості (близько 70% всіх випадків доводиться на відносну вологість в межах 94-100%). Сумарний дефіцит точки роси в шарі земля - 850 гПа складає  $0-4^{\circ}\text{C}$ .

При аналізі аерологічної діаграми ст. Кривий Ріг 18.11.2014 р. за строк 12 МСЧ (рис. 3.4.6) можна зробити наступні висновки:

- 1) інверсія знаходиться в шарі=821-1156 м;
- 2) у поверхні землі температура повітря= $0,2^{\circ}\text{C}$ , на висоті 850 гПа= $-0,7^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) висота рівня кристалізації=3,7км (висота Н- $10^{\circ}\text{C}$ =3742 м);
- 4) швидкість вітру у поверхні землі=4 м/с;
- 5) сумарний дефіцит точки роси в шарі «земля-850 гПа»= $4,4^{\circ}\text{C}$ .

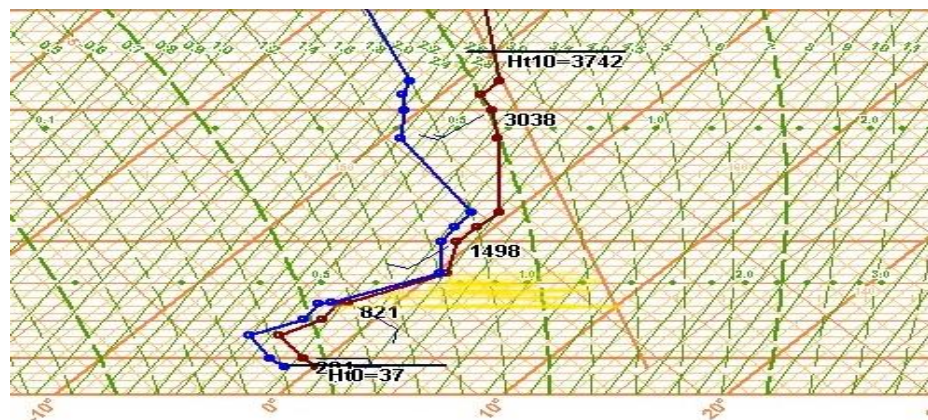


Рис. 3.4.6. Аерологічна діаграма ст. Кривий Ріг 18.11.2014 р. за (12 МСЧ)



Далі з 11-30 МСЧ до 23-30 МСЧ 18.11 2014 року ожеледь перебувала у стадії збереження 12 годин (при температурі повітря  $+0,2^{\circ}\text{C}$  і вітру  $90^{\circ}$  (Сх) 1 м/с). В 11-30 МСЧ було подано штормове оповіщення про СГЯ (рис. 3.4.7, 3.4.8).

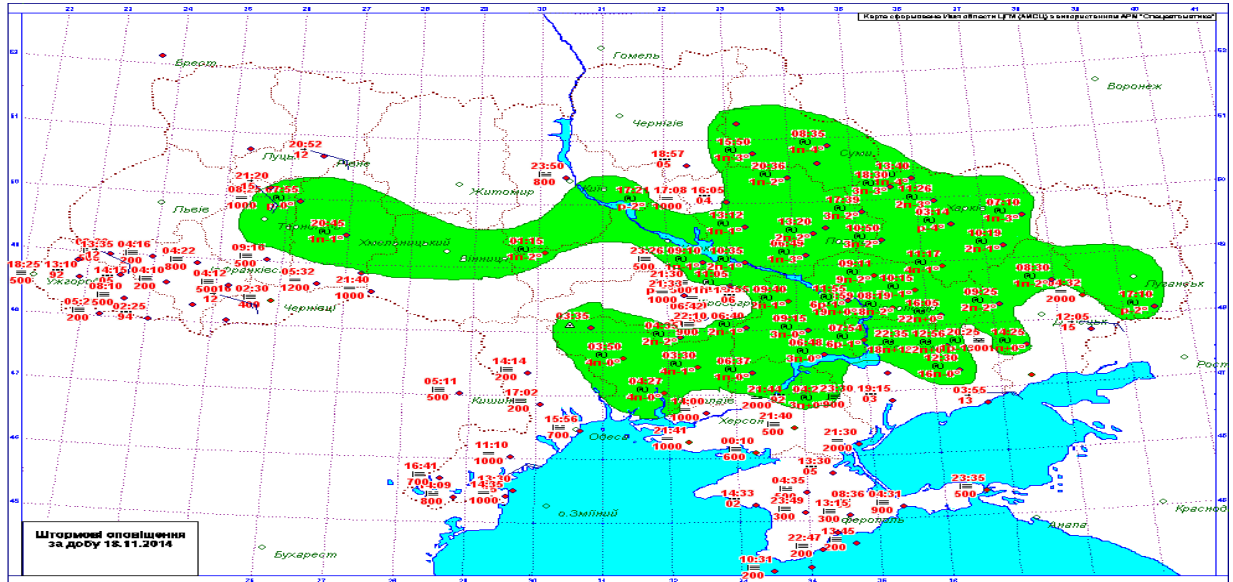


Рис. 3.4.7. Штормові оповіщення про СГЯ за добу 18.11.2014 р.

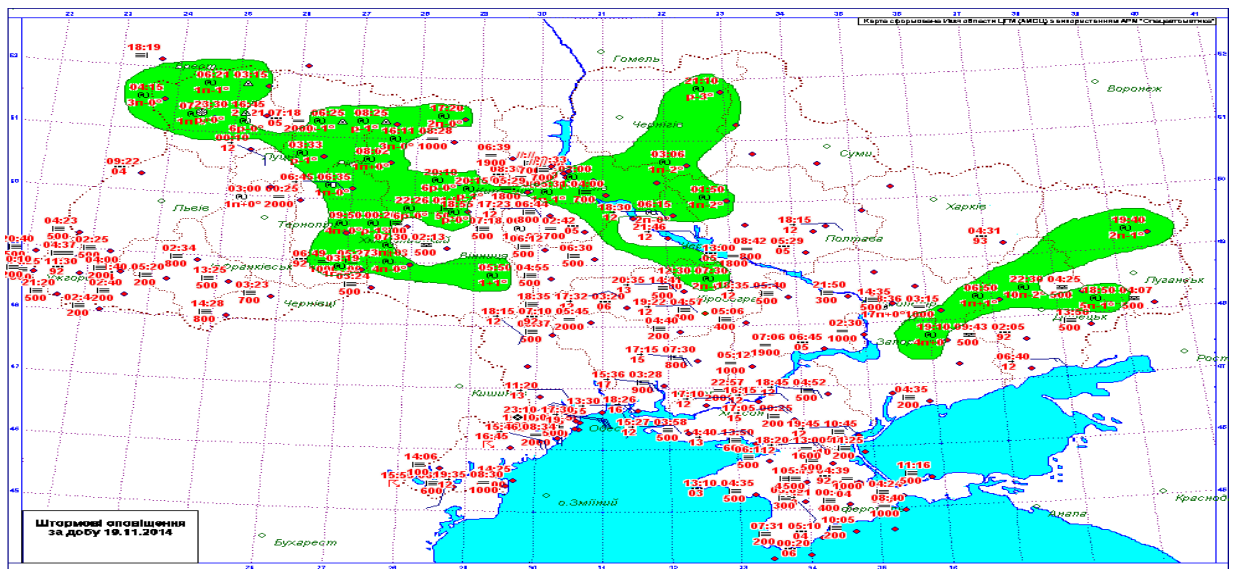


Рис. 3.4.8. Штормові оповіщення про СГЯ за добу 19.11.2014 р.

У 23-30 МСЧ 18.11.2014 року ожеледь на ожеледному станку була зруйнована, але зберігалася на деревах і предметах до 14-20 МСЧ 19.11.2014 року. Таким чином, ожеледь на ожеледному станку була тривалістю 25 годин, а як ожеледно-паморозеве явище спостерігалось 39 годин 20 хвилин.

### 3.5 Аналіз траєкторій адвекції переносу повітряних мас на початок ожеледі за 2010-2019 рр.

Зворотній траєкторія переміщення повітряних мас від пункту дослідження відображає шлях елементарної повітряної частинки в моменти часу, що передують її приходу в задану географічну точку. Іншими словами, це траєкторія повітряної маси в залежності від зворотного відліку часу. Використовують траєкторії, що приходять в пункт моніторингу поблизу поверхні Землі, на висоті 1000 гПа [3], і на висоті 700 гПа (близько 3 км над рівнем моря) використовувати траєкторії на висоті 850 гПа.

В рамках дослідження були побудовані для виявлення точного місця походження повітряної масі на початок ожеледі зворотні адвективні на 24 години з використанням модельного розрахунку трьохвимірних траєкторій HYSPLIT [37].

Пунктами для відліку траєкторії було Запоріжжя, та як видно з рис. 3.5.1-3.54 переважно ожеледньоутворюючий потік був спрямований з південного заходу, але по місяцях розташування вихідних точок траєкторії переносу відрізняється.

У жовтні з 2010 по 2019 рр. ожеледь спостерігалася лише одного разу 24 жовтня 2014 р. з відносно невеликою траєкторією з початковою точкою в районі Маріуполя.

У листопаді ожеледь фіксувалася лише трічі, та всі три траєкторії переносу відрізнялися відносно невеликою довжиною – не більше 1000 км за добу та південною орієнтацією (рис. 3.5.1). У першому випадку 18 листопаду 2014 р. початкова точка розташовувалася на території Краснодарського Краю, наступний випадок 25 листопаду 2016 р. утворився при пересуванні повітряних мас з північно-західної частини Чорного моря, а останній – з району навколо узбережжя біля Сочі.

Навесні ожеледь формувалася у Запоріжжі лише у березні та її характерною рисою було різноманітні траєкторії, які прямували до пункту дослідження з усіх напрямків крім півночі та північного сходу (рис. 3.5.2.).

У лютому, навпаки, лише п'ять випадків ожеледі, та всі траєкторії були починалися від південних районів Чорного моря.



Рис. 3.5.1. Траекторії адвекції на початок ожеледі у Запоріжжі у жовтні та листопаді 2010-2019 рр.



Рис. 3.5.2. Траекторії адвекції на початок ожеледі у Запоріжжі у лютому та березні 2010-2019 рр.



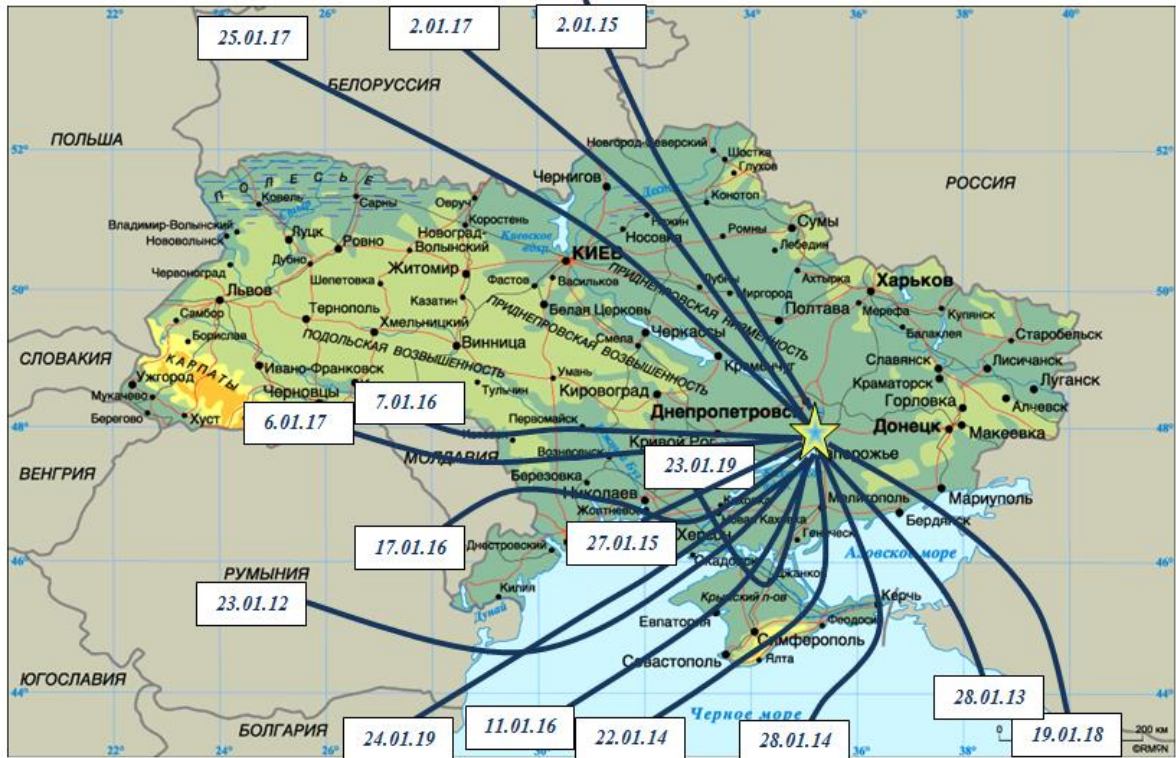


Рис. 3.5.3. Траекторії адвекції на початок ожеледі у Запоріжжі у січні 2010-2019 рр.



Рис. 3.5.4. Траекторії адвекції на початок ожеледі у Запоріжжі у грудні 2010-2019 рр.

Найбільша частка всіх випадків ожеледі у Запоріжжі спостерігалася у січні, та більша їх частина формувалася при пересуванні повітря з південного заходу та сходу з районів Чорного моря. Третина ожеледі утворилася при західному переносі з районів Буковини та Молдови, та лише три випадки виникли при північно-західних траєкторіях адвекції з території Білорусі.

У грудні ожеледь утворювалася переважно при південно західному переносі, а більшість точок адвекції розташовувалася над західною частиною Чорного моря. Трічі ожеледь формувалася при східному переносі, та одного разу – при північному.

Траєкторії адвекції повітряних мас підтверджують наявність інтенсивної адвекції з північного заходу за останні 24 години на всіх рівнях модельного розрахунку, крім 5000 м.

Ожеледно-паморозеві явища спостерігалися за умови:

а) виходу на територію України південно-західних і південних циклонів або їх взаємодії з холодним фронтом з хвилями із заходу чи північного заходу;

б) наявності блокуючого процесу, що гальмує рух циклонів, при якому має місце як їх стаціонування, так і аномальне переміщення. Часто траєкторії адвекції мали петлеподібний рух, що зумовлювало посилення опадів та обледеніння.



## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи отримані наступні висновки:

1. За період 2010-2019 роки у Запоріжжі спостерігалось всього 111 випадки з ожеледно-паморозевими відкладеннями, з яких частіше фіксувалася ожеледь - 42 випадки, що становить 37,8 %. Менш за все утворювалася зерниста паморозь – 15 випадків, що становить 13,6 %.

2. Найчастіше ожеледь спостерігалася у січні та грудні – 47,8 та 19,8 %. Утворення ожеледно-паморозевих явищ має чітко виражений добовий хід: виникнення ожеледі частіш за все спостерігається під ранок (03-06 МСЧ) і у вечірні строки (18-21 МСЧ), коли найбільш інтенсивно знижується температура повітря і загострюються теплі фронти.

3. Повторюваність ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі з року в рік зазнає значних коливань: спостерігається тенденція до зменшення кількості випадків атмосферного обледеніння всіх типів. Це пояснюється загальним підвищенням температури та ослабленням швидкості вітру на території України. Розподіл повторюваності напрямків вітру при ожеледі відзеркалює особливості місцевої циркуляції в нижньому шарі атмосфери. У Запоріжжі найбільш часто при ожеледі реєструється вітер східного та північно-східного напрямку вітру зі швидкістю 3 м/с, при температурі повітря нижче 1,5°C. Максимальний діаметр відкладень становив 25 мм, товщина – 14 мм, можливо через активізацію циклонічної діяльності в зимовий період.

4. При утворенні ожеледно-паморозевих явищ слід виділити чотири основні синоптичні ситуації:

- східна та північно-східна периферія середземноморських циклонів;
- південна та південно-східна периферія скандинавських циклонів;
- західна та південно-західна периферія антициклонів з центром над Східною Європою;
- східний, північно-східний та південно-східний сектори антициклону, центр якого розміщується над Західною Європою.

Виявлено, що замерзаючі опади більш характерні для циклонічних полів та активних атмосферних фронтів. Умови погоди у Запоріжжі значною мірою

визначаються вторгненням вологого і теплого середземноморського повітря та виходом середземноморських циклонів.

5. Антициклональна кривизна ізогіпс при ожеледно-паморозевих явищах у Запоріжжі спостерігається значно частіше, ніж циклонічна. Ожеледь у Запоріжжі спостерігається як фронтальна так і внутрішньомасова. Для виникнення внутрішньомасової ожеледі сприятливими умовами є адвекція тепла, а також теплий сектор циклону. Фронтальна ожеледь спостерігається перед теплим фронтом, рідше – перед хвильовим обуренням на холодному фронті, або перед фронтом оклюзії. У порівнянні з внутрішньомасовою фронтальна ожеледь більш інтенсивна.

6. Частіше ожеледь виникала при зливових опадах (зливовий мокрий сніг, зливовий дощ) під впливом улоговини циклону з теплим фронтом – 22 випадків. Незначно менше (11 випадків) ожеледь утворювалася при тумані, що виникав при проходженні теплого фронту, під дією баричної сідловини або східної периферії антициклону. Менш за все (9 випадків) ожеледь виникала в області теплого фронту при тумані з мрякою.

7. Випадок з найбільшими розмірами (діаметру та товщини) ожеледі у Запоріжжі за 2010-2019 роки був зареєстрований 18.11.2014 року в улоговині циклону під час проходження хвилі теплого фронту.

8. Найбільш інтенсивна ожеледь (за діаметром відкладень) пов'язана із вираженими теплими фронтами із значним контрастом температур, її утворення також можливе перед розмитими фронтами та фронтами оклюзій по типу теплого фронту. Особливо небезпечні відкладення ожеледі (СМЯ) здебільшого утворюються при виході південних циклонів – 78% випадків, на групу західних та північно-західних траєкторій припадає до 25%, а на північну до 1%. Відкладення ожеледі категорії СМЯ спостерігається значно частіше при проходженні теплих фронтів (із південного заходу), а також в зоні стаціонарних фронтів та фронтів із хвилями – 71% випадків.

9. Переважно ожеледь у Запоріжжі утворювалася при південно-західному та південно-східному переносі повітряних мас, північно-східні траєкторії не спостерігалися жодного разу.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бучинский В.Е. Атлас обледенения проводов. Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 114 с.
2. Бучинский В.Е. Гололед и борьба с ним. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 192 с.
3. Вербицкая С.Н. Условия образования и развития сильного отложения гололеда / С.Н. Вербицкая, А.И. Снитковский // Анализ и прогноз особо опасных явлений погоды: Труды Гидрометцентра СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969. Вып. 56. с. 71-83.
4. Волеваха Н.М. К методике краткосрочного прогноза гололеда. Труды УкрНИГМИ, Вып. 7, 1957.
5. Волеваха В.А. Фронтальные гололеды на Украине. Труды УкрНИГМИ, Вып. 25, 1961.
6. Волеваха В.А. Фронтальные гололеды на Украине / В.А.Волеваха // Тр. УкрНИГМИ. 1961. Вып. 25. с. 3-15.
7. Волеваха В.А. О возможности прогнозирования интенсивности отложения гололеда / В.А. Волеваха, Н.К. Волконская, Л.Е Баппсирова // Вопросы анализа и прогноза погоды: Труды УкрРНИИ. М.: Гидрометеиздат, 1986. Вып. 219. с. 58-67.
8. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.:Гидрометеиздат, 1991. 616 с.
9. Гуляев Ю.Н. Синоптические условия образования, сохранения и разрушения гололедно-изморозевых отложений большой продолжительности // Мет. прогнозы: Межвуз. сб. науч. тр. Л.: ЛГМИ, 1989. Вып. 102. с. 141-145.
10. Драневич Е.П. Гололед и изморозь. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 227 с.
11. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 711 с.
12. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручн. Одеса: ТЕС, 2012. 407 с.
13. Івус Г.П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди. Одеса, Екологія, 2008. 322 с.

14. Клімат України. За редакцією В.М. Липинського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко / Видавництво Раєвського. Київ, 2003. 343 с.
15. Клинов Ф.Я. Изморозь и гололед в нижнем 500-метровом слое атмосферы. М.: Гидрометеиздат, 1990. – 138 с.
16. Кошенко А.М. Некоторые характеристики внутримассовых гололедов на Украине / А.М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. 1972. Вып. 113. с. 9-18.
17. Кошенко А.М. Погодные условия при гололеде на территории Украины / А.М. Кошенко, М.Ю. Кулаковская // Труды УкрНИГМИ. 1971. Вып. 111. с. 38-43.
18. Кошенко А.М. Некоторые характеристики фронтальных гололедов на Украине / А.М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. 1941. Вып. 108. с. 103-108.
19. Кошенко А.М. Синоптико-аэрологические особенности фронтальных гололедов на Украине / А.М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. 1974. с. 83-94.
20. Кошенко А.М. Гололеды смешанного происхождения / А.М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. 1974. Вып. 126. с. 64-76.
21. Кошенко А.М. Особо опасные гололеды на Украине / А.М. Кошенко // Труды УкрНИГМИ. 1976. Вып. 134. с. 79-91.
22. Логвінов К.Т. Бабіченко В.Н. Опасные явления погоды на Украине.– Гидрометеиздат, 1972. 236 с.
23. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3, частина 1: Метеорологічні спостереження на станціях / Державна гідрометеорологічна служба. К.: Ніка-Центр. 2011. 279 с.
24. Положення про порядок складання та передачі попереджень і донесень про виникнення стихійних явищ. Київ, 1994. 38 с.
25. Прохоренко М.М. Распределение и условия возникновения особо опасных отложений атмосферного льда на территории Украины / М.М. Прохоренко, А.Н. Раевский // Труды УкрНИГМИ. 1973. Вып. 124. с. 84-90.
26. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, Ч. 1. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 702 с.
27. Справочник по климату СССР. Гололедно-изморозевые явления и обледенение проводов. К.: 1973. 569 с.

28. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє десятиріччя (1986–2005 рр.) / За ред. В.М.Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М.Бабіченко. К.: Ніка–Центр, 2006. 312 с.

29. Стихийные метеорологические явления на Украине и в Молдавии. Климатическое пособие. Под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. 224 с.

30. Умови і механізми утворення замерзаючих опадів й ожеледно-паморозевих явищ над територією України: монографія / Хоменко І.А.; Одеса: ТЭС, 2018. 108 с.

31. Хоменко И.А. Режим замерзающих осадков в Одесском регионе // Метеорология, климатология та гідрологія, 2002. Вип. 46. с. 114 – 122.

32. Хоменко І. А. Метеорологічні умови утворення ожеледно-паморозевих та снігових відкладень в Україні // Фізична географія та геоморфологія. 2015. Вип. 4(2). с. 5-7.

33. Шакина Н.П., Скриптунова Е.Н., Иванова А.Р., Хоменко И.А., Хоменко Г.В. Условия выпадения замерзающих осадков в некоторых аэропортах России и СНГ. III. Аэропорт Одесса // Метеорология и гидрология, 2005. № 9. с. 5 – 18.

34. Farzaneh, M., Ed., Atmospheric Icing of Power Networks, Springer, Berlin, ISBN 9781402085307, August 2008, 320 p.

35. Jeck R., 1996: Representative values of icing-related variables aloft in freezing rain and freezing drizzle. Tech. Rep. DOT/FAA/AR-TN95/119, US Dept. Transport., FAA Technical Center, Atlantic City, New Jersey.

36. Khomenko I.A., Ivanova A.R., Chakina N.P., Skriptunova E.N., Zavyalova A.A. Freezing precipitation in Russia and the Ukraine. Adv. Geosci., 2007, 10, pp. 25–29.

37. [https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT\\_traj.php](https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT_traj.php) (дата звернення 10.12.2019 р.).

38. <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (дата звернення 10.12.2019 р.).

39. [https://meteo.gov.ua/ua/34601/climate/climate\\_stations/143/22/](https://meteo.gov.ua/ua/34601/climate/climate_stations/143/22/) (дата звернення 10.11.2019 р.).

40. [https://rp5.ua/Архив\\_погоды\\_в\\_Запорожье\\_\(аэропорт\)](https://rp5.ua/Архив_погоды_в_Запорожье_(аэропорт)) (дата звернення 10.11.2019 р.).

## Додаток А

## Довідка

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

Овсяник Ірини Володимирівни

Тема магістерської кваліфікаційної роботи:  
«Утворення ожеледно-паморозевих явищ у Запоріжжі»

Тема магістерської кваліфікаційної роботи обрана згідно з запитом Запорізького обласного центру з гідрометеорології через потребу в дослідженні сучасних процесів формування ожеледі на АМСЦ Запоріжжя з метою практичного використання в оперативній роботі для метеорологічного обслуговування цивільної авіації.

Кваліфікаційна магістерська робота виконана в рамках науково-дослідних робіт «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532) та за запитом Запорізького ЦГМ.

В. о. завідувачий кафедрою  
метеорології та кліматології

доц. Прокоф'єв О.М.

## Додаток Б

Таблиця Б.1 - Ожеледно-паморозеві явища на ст. Запоріжжя за 2010-2019 рр.

Рік	Дата	Вид обмерзання	Час, МСЧ	Тривалість, ч	Температура, °С	Вітер	Діаметр, мм	Товщина, мм	Явища	Синоптична ситуація
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010	05.01.	Кристалічна паморозь	2,30-7,50	5	-11,3	Штиль	2	0		
	06.01.	Кристалічна паморозь	21-6	9	-10,3	Штиль	1	0		
	15.01.	Налипання мокрого снігу	20,25-10,55	15	+0,2	20° (Пн) 2 м/с	3	1		
	16.01.	Налипання мокрого снігу	18,30-11	17	-0,1	340° (Пн) 3 м/с	4	4		
	26.01.	Кристалічна паморозь	23,30-8,30	9	-20,5	Штиль	2	0		
	30.01.	Налипання мокрого снігу	19,15-23,45	5	-3,1	Штиль	1	0		
	04.02.	Ожеледь	23,50-5,50	6	-1,3	50° (Пн-Сх) 2 м/с	1	0	Серпанок, мряка	Улоговина циклону
	08-10.02.	Ожеледь	17,45-6	36	-2,2	90° (Сх) 5 м/с	4	2	Зливовий дощ, льодяний дощ	Теплий фронт
	12-13.02.	Ожеледь	16,10-9,30	17	-2,5	140° (Пд-Сх) 6 м/с	0	0	Серпанок, зливовий дощ, крижаний дощ	Теплий фронт
	13.02.	Ожеледь з налипанням мокрого снігу	15-1,30	11	-0,7	120° (Пд-Сх) 4 м/с	2	0	Серпанок, зливовий дощ, зливовий мокрий сніг	Область теплового фронту



Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2010	16.02.	Ожеледь з налипанням мокрого снігу	2-6,30	5	-0,1	300° (Пн-З) 5 м/с	0	0	Серпанок, мряка, мокрий сніг	Фронт оклюзії
	16.03.	Ожеледь	20,30-3,50	7	-1,6	340° (Пн) 3 м/с	0	0	Серпанок, мряка, дощ	Улоговина циклону з теплим фронтом
	19.03.	Кристалічна паморозь	23,30-6,50	7	-4,0	Штиль	1	0		
	02-03.12.	Ожеледь	11,30-8,35	21	-4,7	60° (Пн-Сх) 4 м/с	2	1	Серпанок, мряка	Теплий фронт
	10.12.	Налипання мокрого снігу	11,50-16,10	4	-0,5	320° (Пн-З) 4 м/с	0	0		
2011	12.01.	Зерниста паморозь	6,15-11,30	5	-3,6	110° (Сх) 3 м/с	1	0		
	25.01.	Кристалічна паморозь	20,45-10,55	14	-11,8	Штиль	3	3		
	26.01.	Кристалічна паморозь	20,45-8,40	12	-14,4	350° (Пн) 1 м/с	4	3		
	26-27.01.	Кристалічна паморозь	17,45-9,30	16	-15,1	Штиль	3	3		
	28.01.	Кристалічна паморозь	3,30-9,05	6	-15,6	Штиль	1	0		
	17.02.	Кристалічна паморозь	0,05-7,40	8	-17,2	Штиль	4	1		
	18.02.	Кристалічна паморозь	20,40-9,10	13	-15,3	Штиль	3	3		

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2011	03.03.	Кристалічна паморозь	0,10-7,25	7	-15,0	Штиль	3	3		
2012	15.01.	Налипання мокрого снігу	21-5,30	9	+0,0	220° (Пд-З) 1 м/с	3	1		
	16.01.	Зерниста паморозь	4,10-12,50	9	-3,7	210° (Пд-З) 1 м/с	1	1		
	17.01.	Зерниста паморозь	20,40-8,50	12	-4,7	330° (Пн-З) 1 м/с	2	1		
	23.01.	Налипання мокрого снігу	12,20-13,20	1	+0,3	120° (Пд-Сх) 3 м/с	3	1		
	23-24.01.	Ожеледь	15,40-8,30	17	-0,1	150° (Пд-Сх) 3 м/с	2	0	Серпанок, зливовий мокрий сніг, зливовий сніг	Фронт оклюзії
	12.02.	Кристалічна паморозь	23-8	9	-17,8	Штиль	2	1		
	25-26.12.	Зерниста паморозь	14,40-0,15	10	-4,2	110° (Сх) 2 м/с	1	1		
2013	08-09.01.	Налипання мокрого снігу	13,35-9,05	20	-0,2	30° (Пн-Сх) 2 м/с	1	1		
	24.01.	Налипання мокрого снігу	0,50-6,40	6	-1,4	300° (Пн-З) 1 м/с	3	1		
	28-29.01.	Ожеледь з налипанням мокрого снігу	19,45-5,20	10	-3,4	90° (Сх) 2 м/с	4	4	Серпанок, льодяний дощ, сніг	Теплий фронт

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	01.02.	Налипання мокрого снігу	18,55-23,40	5	+0,1	200° (Пд) 1 м/с	3	0		
2013	09.03.	Ожеледь	23,30-2,30	3	+0,0	60° (Пн-Сх) 3 м/с	0	0	Серпанок, дощ	Улоговина циклону
	24.03.	Ожеледь	21,30-7,30	10	-2,5	300° (Пн-З) 4 м/с	1	0	Серпанок, зливовий дощ, льодяний дощ, мокрий сніг	Фронт оклюзії
	03.12.	Ожеледь	19,45-1,30	6	-1,3	350° (Пн) 4 м/с	1	1	Серпанок, зливовий мокрий сніг	Східна периферія антициклону
	10.12.	Налипання мокрого снігу	18,50-2,20	8	+0,0	240° (Пд-З) 3 м/с	1	1		
	12.12.	Кристалічна паморозь	5,15-8	3	-10,7	340° (Пн) 1 м/с	1	0		
2014	22-25.01.	Ожеледь	4,20-7,40	75	-4,0	80° (Сх) 3 м/с	3	3	Зливовий дощ, мряка, снігова крупа, зливовий сніг	Теплий фронт
	28.01.	Ожеледь	22-6,25	8	-6,2	80° (Сх) 4 м/с	1	1	Зливовий дощ, снігова крупа, зливовий сніг	Теплий фронт
	04.02.	Кристалічна паморозь	2-7,20	5	-14,0	100° (Сх) 1 м/с	0	0		
	05.02.	Кристалічна паморозь	22-7,50	10	-13,0	Штиль	0	0		
	06.02.	Кристалічна паморозь	20,30-9,20	13	-11,0	Штиль	1	0		
	06-07.02.	Зерниста паморозь	16,30-14	22	-5,2	130° (Пд-Сх) 1 м/с	4	4		

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2014	24.10.	Ожеледь	1,50-9,35	8	-0,1	90° (Сх) 4 м/с	1	0	Зливовий дощ, льодяний дощ	Улоговина циклону з теплим фронтом
	18-19.11.	Ожеледь	22,30-23,30	25	-1,8	90° (Сх) 3 м/с	25	14	Зливовий дощ	Улоговина циклону з теплим фронтом
	29-30.11.	Налипання мокрого снігу	10,30-5,30	19	-0,4	90° (Сх) 1 м/с	15	5		
	02.12.	Кристалічна паморозь	2-9,30	8	-13,5	Штиль	1	0		
	14.12.	Ожеледь	5,35-8,50	3	-0,8	Штиль	0	0	Туман	Теплий сектор циклону
	15-16.12.	Ожеледь	18,10-1	7	-0,5	190° (Пд) 1 м/с	1	0	Туман	Теплий сектор циклону
	28.12.	Ожеледь	23,20-8	9	-4,3	10° (Пн) 1 м/с	1	0	Льодяний дощ	Улоговина циклону з теплим фронтом
	30.12.	Ожеледь	18,10-11,20	17	-4,6	30° (Пн-Сх) 4 м/с	3	1	Льодяний дощ, сніг	Улоговина циклону з теплим фронтом
2015	01.01.	Кристалічна паморозь	19-10	15	-17,9	300° (Пн-З) 1 м/с	1	0		
	02.01.	Ожеледь	3,40-12,20	9	-5,3	20° (Пн) 2 м/с	3	0	Туман, мряка	Область теплового фронту
	10.01.	Налипання мокрого снігу	5,30-7,10	2	-0,3	190° (Пд) 1 м/с	1	0		
	14.01.	Зерниста паморозь	1-7,20	6	-2,6	200° (Пд) 1 м/с	1	0		
	27-28.01.	Ожеледь	6,10-5,30	23	-0,4	Штиль	3	0	Туман	Теплий фронт

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2015	03-04.02.	Налипання мокрого снігу	17,45-20,45	3	+0,3	Штиль	2	2		
	14.02.	Зерниста паморозь	0,45-9,25	9	-4,9	30° (Пн-Сх) 1 м/с	2	1		
	15.02.	Зерниста паморозь	21,30-7	10	-3,8	30° (Пн-Сх) 1 м/с	1	0		
	12.12.	Ожеледь	3,30-6	3	-1,9	30° (Пн-Сх) 1 м/с	5	2	Туман	Сідловина
2016	03.01.	Кристалічна паморозь	21,30-10,20	13	-15,8	90° (Сх) 1 м/с	2	2		
	07.01.	Ожеледь	6,30-13,20	7	-4,6	90° (Сх) 1 м/с	2	1	Туман	Область теплового фронту
	11.01.	Ожеледь	2-3,15	1	-0,5	110° (Сх) 1 м/с	1	0	Туман	Теплий сектор циклону
	17.01.	Налипання мокрого снігу	3,30-11,35	8	+0,0	40° (Пн-Сх) 3 м/с	1	0		
	17-18.01.	Ожеледь	12,10-15,30	27	-0,5	30° (Пн-Сх) 2 м/с	2	1	Зливовий дощ, зливовий мокрий сніг	Улоговина циклону
	22.01.	Кристалічна паморозь	4-9,15	5	-13,0	Штиль	1	1		
	23.01.	Кристалічна паморозь	4-9,20	5	-13,0	330° (Пн-З) 3 м/с	0	0		
	24.01.	Кристалічна паморозь	22-8	10	-15,0	10° (Пн) 1 м/с	0	0		
	25.01.	Кристалічна паморозь	2-10	8	-18,9	320° (Пн-З) 1 м/с	2	2		

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2016	25.11.	Ожеледь	20,50-8	11	-2,1	300° (Пн-З) 3 м/с	2	2	Туман, мряка	Теплий сектор циклону
	03.12.	Ожеледь	7-14,50	8	-1,0	300° (Пн-З) 2 м/с	1	0	Туман	Теплий фронт
	17.12.	Кристалічна паморозь	19-10	15	-10,2	300° (Пн-З) 1 м/с	1	1		
	19.12.	Ожеледь	21,40-8	10	-2,1	270° (З) 1 м/с	2	0	Туман	Східна периферія антициклону
2017	01.01.	Зерниста паморозь	1,30-15	14	-4,5	270° (Зх) 1 м/с	1	0		
	02.01.	Ожеледь	20,30-8,40	12	-2,5	210° (Пд-З) 1 м/с	1	0	Серпанок, мряка	Теплий сектор циклону
	06.01.	Зерниста паморозь	20,30-10	14	-2,9	Штиль	1	0		
	06-09.01.	Ожеледь	13,55-5,30	64	-3,6	30° (Пн-Сх) 1 м/с	5	4	Серпанок, зливовий дощ, зливовий сніг	Область теплового фронту
	12.01.	Налипання мокрого снігу	2,25-4,15	2	+0,3	160° (Пн-Сх) 1 м/с	3	1		
	20.01.	Кристалічна паморозь	19,30-8,30	13	-10,8	220° (Пд-З) 1 м/с	3	1		
	25.01.	Ожеледь	21,20-4,50	8	-1,8	320° (Пн-З) 2 м/с	0	0	Мряка	Сідловина
	01.02.	Кристалічна паморозь	23-8,30	10	-16,4	Штиль	2	0		
	17.02.	Кристалічна паморозь	4-7,30	4	-11,1	Штиль	0	0		
	17.03.	Зерниста паморозь	2-6,30	5	-1,6	Штиль	1	1		

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2017	17.11.	Зерниста паморозь	4-7,30	4	-1,7	Штиль	0	0		
	29-30.11.	Ожеледь	19,05-20,30	25	-1,0	110° (Сх) 3 м/с	4	3	Зливовий дощ	Східна периферія антициклону
2018	11.01	Зерниста паморозь	2-8,30	7	-3,9	340° (Пн) 1 м/с	1	0		
	16.01	Кристалічна паморозь	1-8,30	8	-12,0	100° (Сх) 1 м/с	1	1		
	19.01	Ожеледь	8,20-17,30	9	-2,3	130° (Пд-Сх) 2 м/с	0	0	Серпанок, зливовий дощ, снігова крупа, зливовий сніг	Фронт оклюзії
	21.01	Налипання мокрого снігу	2-13	11	0,5	230° (Пд-З) 1 м/с	1	0		
	25.01	Кристалічна паморозь	23,30-11,30	12	-12,0	90° (Сх) 2 м/с	0	0		
	26.01	Кристалічна паморозь	1-11,30	11	-14,0	40° (Пн-Сх) 1 м/с	1	0		
	6-7.02	Налипання мокрого снігу	13-9,20	20	-1,2	80° (Сх) 1 м/с	2	0		
	1.03	Ожеледь	19,10-23,30	4	-3,0	50° (Пн-Сх) 4 м/с	0	0	Серпанок, зливовий сніг, льодяна крупа, сніг	Фронт оклюзії
	2.03	Кристалічна паморозь	2-6,20	4	-13,0	240° (Пд-З) 1 м/с	1	0		
	18-20.03	Ожеледь	22,40-9,10	35	-0,3	30° (Пн-Сх) 2 м/с	3	1	Серпанок, льодяна крупа, зливовий мокрий сніг, дощ, сніг	Улоговина циклону з теплим фронтом
	20-21.03	Ожеледь	13-23	10	-1,5	80° (Сх) 2 м/с	3	0	Серпанок, зливовий дощ	Сідловина

Продовження табл. Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2018	21.03	Ожеледь	23-11,50	13	-0,2	120° (Сх) 1 м/с	9	4	Серпанок, туман, зливовий дощ, зливовий мокрый сніг, зливовий сніг	Теплий фронт
	1.12	Ожеледь	22,50-16,20	18	-2,7	70° (Сх) 5 м/с	1	0	Серпанок, льодяна крупа, зливовий дощ, мряка, сніг	Улоговина циклону
	3.12	Зерниста паморозь	0,15-10,45	11	-8,0	100° (Сх) 1 м/с	1	0		
	15-16.12	Зерниста паморозь	17,40-20,40	3	-1,4	340° (Пн) 1 м/с	0	0		
	22.12	Ожеледь	0,05-6,30	7	-0,3	140° (Пд-Сх) 1 м/с	1	0	Серпанок, туман, мряка, сніг	Фронт оклюзії
	24-25.12	Налипання мокрого снігу	17,30-20,10	3	0,5	140° (Пд-Сх) 1 м/с	1	0		
	28-29.12	Налипання мокрого снігу	15,30-21,20	6	1,1	180° (Пд) 1 м/с	1	0		
	30.12	Налипання мокрого снігу	19,50-12,50	17	0,3	40° (Пн-Сх) 1 м/с	1	0		
2019	21.01	Налипання мокрого снігу	10,30-16,10	6	-0,1	310° (Пн-З) 1 м/с	1	0		
	22-23.01	Кристалічна паморозь	15,30-23,30	8	-9,0	50° (Пн-Сх) 1 м/с	1	1		
	23.01	Ожеледь	14,30-17,20	3	-2,0	130° (Пд-Сх) 4 м/с	2	1	Серпанок, льодяна крупа, зливовий дощ	Західна периферія антициклону
	24-25.01	Ожеледь	16,40-23,50	7	-1,1	30° (Пн-Сх) 2 м/с	1	0	Серпанок, зливовий дощ	Теплий сектор циклону



## Додаток В

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 00 час 46 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1800461 50 031022=  
ОЯ - Гололед 3мм стабилизир. Температура = -2°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 01 час 52 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1801521 50 031021=  
ОЯ - Гололед 3мм увелич. Температура = -2°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 03 час 22 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1803221 50 041022=  
ОЯ - Гололед 4мм стабилизир. Температура = -2°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 04 час 43 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1804431 50 041011=  
ОЯ - Гололед 4мм увелич. Температура = -1°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 07 час 54 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1807541 50 061011=  
ОЯ - Гололед 6мм увелич. Температура = -1°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM) время: 10 час 20 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1810201 50 061012=  
ОЯ - Гололед 6мм стабилизир. Температура = -1°C

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----  
Отмечен КОНЕЦ ОЯ (AVIA) время: 23 час 53 мин по МСВ.  
>>> WAREP 34601 1823531 50=  
ОЯ - Гололед - разруш. Полностью

---

Рис. В.1. Декодирование телеграм WAREP (повідомлення про НЯ) за 18.11.2014 по ст. Запоріжжя

```

----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 00 час 46 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1800461 50 031022=
ОЯ - Г слопед 3мм стабилизир. Температура = -2°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 01 час 52 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1801521 50 031021=
ОЯ - Г слопед 3мм увелич. Температура = -2°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 03 час 22 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1803221 50 041022=
ОЯ - Г слопед 4мм стабилизир. Температура = -2°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 04 час 43 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1804431 50 041011=
ОЯ - Г слопед 4мм увелич. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34606 - Гуляй Поле -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 04 час 50 мин по МСВ.
>>> WAREP 34606 1804501 50 011011=
ОЯ - Г слопед 1мм увелич. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34606 - Гуляй Поле -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 06 час 40 мин по МСВ.
>>> WAREP 34606 1806401 50 061011=
ОЯ - Г слопед 6мм увелич. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 07 час 54 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1807541 50 061011=
ОЯ - Г слопед 6мм увелич. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 10 час 20 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1810201 50 061012=
ОЯ - Г слопед 6мм стабилизир. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34606 - Гуляй Поле -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 11 час 44 мин по МСВ.
>>> WAREP 34606 1811441 53 211011=
ОЯ - Г слопед 21мм увелич. Температура = -1°С
-----
----- Станция 34606 - Гуляй Поле -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 12 час 56 мин по МСВ.
>>> WAREP 34606 1812561 53 220002=
ОЯ - Г слопед 22мм стабилизир. Температура = +0°С
-----
----- Станция 34606 - Гуляй Поле -----
Отмечено НАЧАЛО ОЯ (STORM)          время: 22 час 35 мин по МСВ.
>>> WAREP 34606 1822351 53 180012=
ОЯ - Г слопед 18мм стабилизир. Температура = +1°С
-----
----- Станция 34601 - Запоріжжя -----
==Отмечен КОНЕЦ ОЯ (AVIA)          время: 23 час 53 мин по МСВ.
>>> WAREP 34601 1823531 50=
ОЯ - Г слопед - разруш. полностью

```

Рис. В.2. Декодування телеграм WAREP (повідомлення про НЯ) за 18.11.2014 по Запорізької області

## Додаток Д

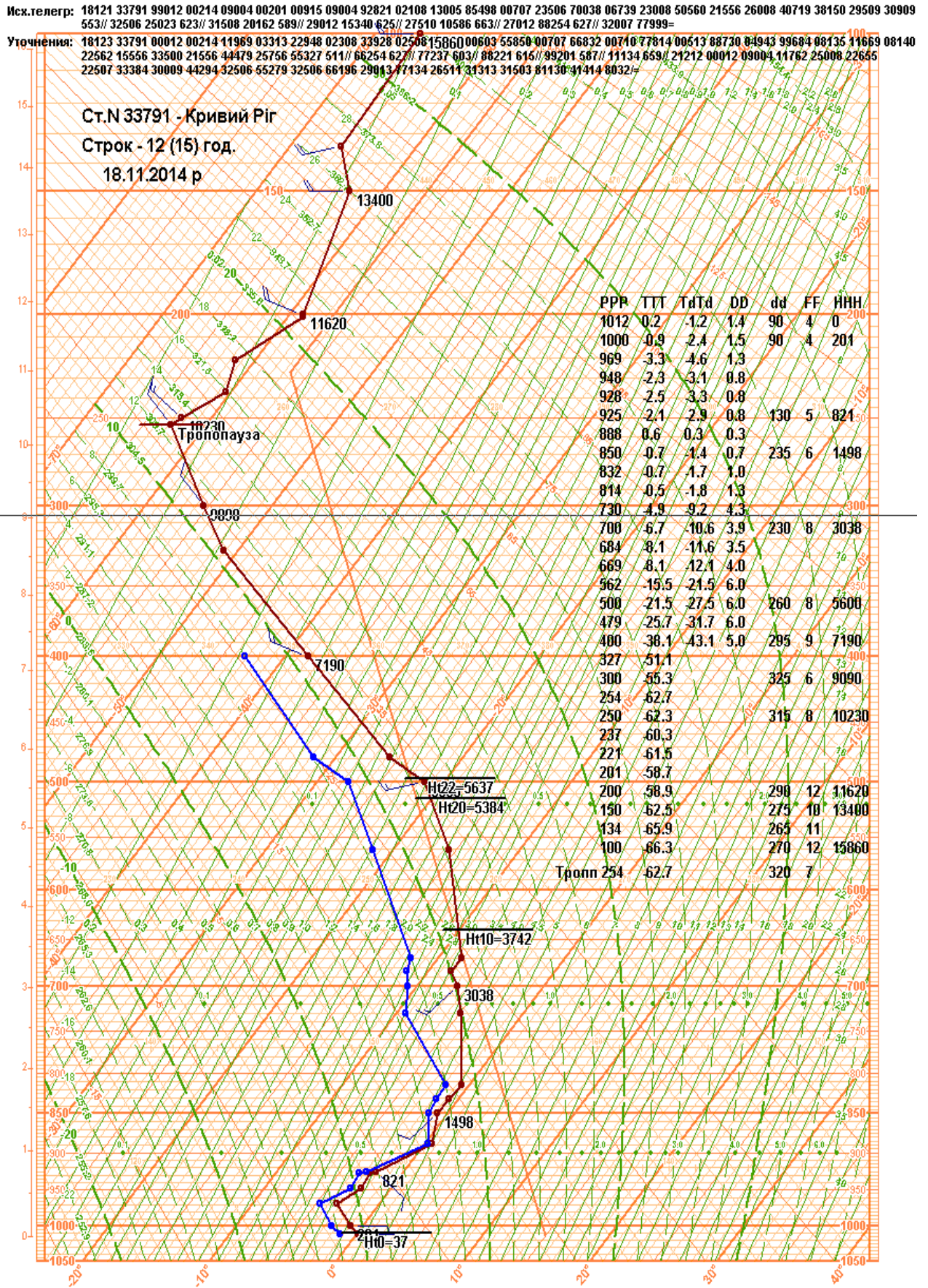


Рис. Д.1 - Дані радіозондування ст. Кривий Ріг за 18.11.2014 (12 МСЧ)



## 33791 Kryvyi Rih Observations at 12Z 18 Nov 2014

PRES	HGHT	TEMP	DWPT	RELH	MIXR	DRCT	SKNT	THTA	THTE	THTV
hPa	m	C	C	%	g/kg	deg	knot	K	K	K
1012.0	124	0.2	-1.2	90	3.48	90	8	272.4	282.0	273.0
1000.0	201	-0.9	-2.4	90	3.22	90	8	272.2	281.1	272.8
969.0	452	-3.3	-4.6	91	2.82	106	9	272.3	280.1	272.8
948.0	626	-2.3	-3.1	94	3.22	117	9	275.0	284.0	275.6
928.0	795	-2.5	-3.3	94	3.24	128	10	276.5	285.6	277.0
925.0	821	-2.1	-2.9	94	3.35	130	10	277.2	286.6	277.7
888.0	1147	0.6	0.3	98	4.42	181	11	283.2	295.8	284.0
850.0	1498	-0.7	-1.4	95	4.08	235	12	285.4	297.2	286.1
832.0	1669	-0.7	-1.7	93	4.08	238	12	287.1	299.0	287.9
814.0	1844	-0.5	-1.8	91	4.14	241	13	289.2	301.3	289.9
762.0	2368	-3.2	-6.3	79	3.15	250	16	291.8	301.3	292.3
730.0	2709	-4.9	-9.2	72	2.62	240	16	293.5	301.5	293.9
700.0	3038	-6.7	-10.6	74	2.45	230	16	295.0	302.6	295.5
684.0	3218	-8.1	-11.6	76	2.31	228	15	295.4	302.6	295.8
669.0	3391	-8.1	-12.1	73	2.27	227	14	297.3	304.4	297.7
655.0	3553	-9.0	-13.2	71	2.11	225	14	298.1	304.8	298.5
562.0	4727	-15.5	-21.5	60	1.23	245	15	303.8	307.9	304.0
500.0	5600	-21.5	-27.5	58	0.80	260	16	306.8	309.6	306.9
479.0	5914	-25.7	-31.7	57	0.57	267	16	305.4	307.4	305.5
400.0	7190	-38.1	-43.1	59	0.21	295	17	305.4	306.2	305.4
384.0	7463	-40.7				300	17	305.5		305.5
327.0	8536	-51.1				316	14	305.6		305.6
300.0	9090	-55.3				325	12	307.3		307.3
294.0	9217	-56.2				325	12	307.8		307.8
279.0	9544	-58.5				325	12	309.1		309.1
254.0	10132	-62.7				320	14	311.3		311.3
250.0	10230	-62.3				315	16	313.3		313.3
237.0	10562	-60.3				309	17	321.2		321.2
221.0	10996	-61.5				301	20	325.8		325.8
201.0	11589	-58.7				291	23	339.2		339.2
200.0	11620	-58.9				290	23	339.3		339.3
196.0	11745	-59.1				290	25	340.9		340.9
150.0	13400	-62.5				275	19	362.2		362.2
134.0	14089	-65.9				265	21	368.0		368.0
100.0	15860	-66.3				270	23	399.4		399.4
73.0	17766	-66.1				275	27	437.4		437.4
72.5	17808	-66.1						438.2		438.2

## Station information and sounding indices

Station number: 33791  
 Observation time: 141118/1200  
 Station latitude: 48.03  
 Station longitude: 33.21  
 Station elevation: 124.0  
 Showalter index: 9.47  
 Lifted index: 21.44  
 LIFT computed using virtual temperature: 21.53  
 SWEAT index: 38.85  
 K index: 15.50  
 Cross totals index: 20.10  
 Vertical totals index: 20.80  
 Totals totals index: 40.90  
 Convective Available Potential Energy: 0.00  
 CAPE using virtual temperature: 0.00  
 Convective Inhibition: 0.00  
 CINS using virtual temperature: 0.00  
 Bulk Richardson Number: 0.00  
 Bulk Richardson Number using CAPV: 0.00  
 Temp [K] of the Lifted Condensation Level: 269.58  
 Pres [hPa] of the Lifted Condensation Level: 960.38  
 Mean mixed layer potential temperature: 272.73  
 Mean mixed layer mixing ratio: 3.08  
 1000 hPa to 500 hPa thickness: 5399.00  
 Precipitable water [mm] for entire sounding: 14.78

TTAA 18121 33791 99012 00214 09004 00201 00915 09004 92821 02108 13005 85498 00707  
 23506 70038 06739 23008 50560 21556 26008 40719 38150 29509 30909 553// 32506 25023  
 623// 31508 20162 589// 29012 15340 625// 27510 10586 663// 27012 88254 627// 32007 77999  
 TTBB 18123 33791 00012 00214 11969 03313 22948 02308 33928 02508 44888 00603 55850  
 00707 66832 00710 77814 00513 88730 04943 99684 08135 11669 08140 22562 15556 33500  
 21556 44479 25756 55327 511// 66254 627// 77237 603// 88221 615// 99201 587// 11134 659//  
 21212 00012 09004 11762 25008 22655 22507 33384 30009 44294 32506 55279 32506 66196  
 29013 77134 26511 31313 31503 81130 41414 8032/

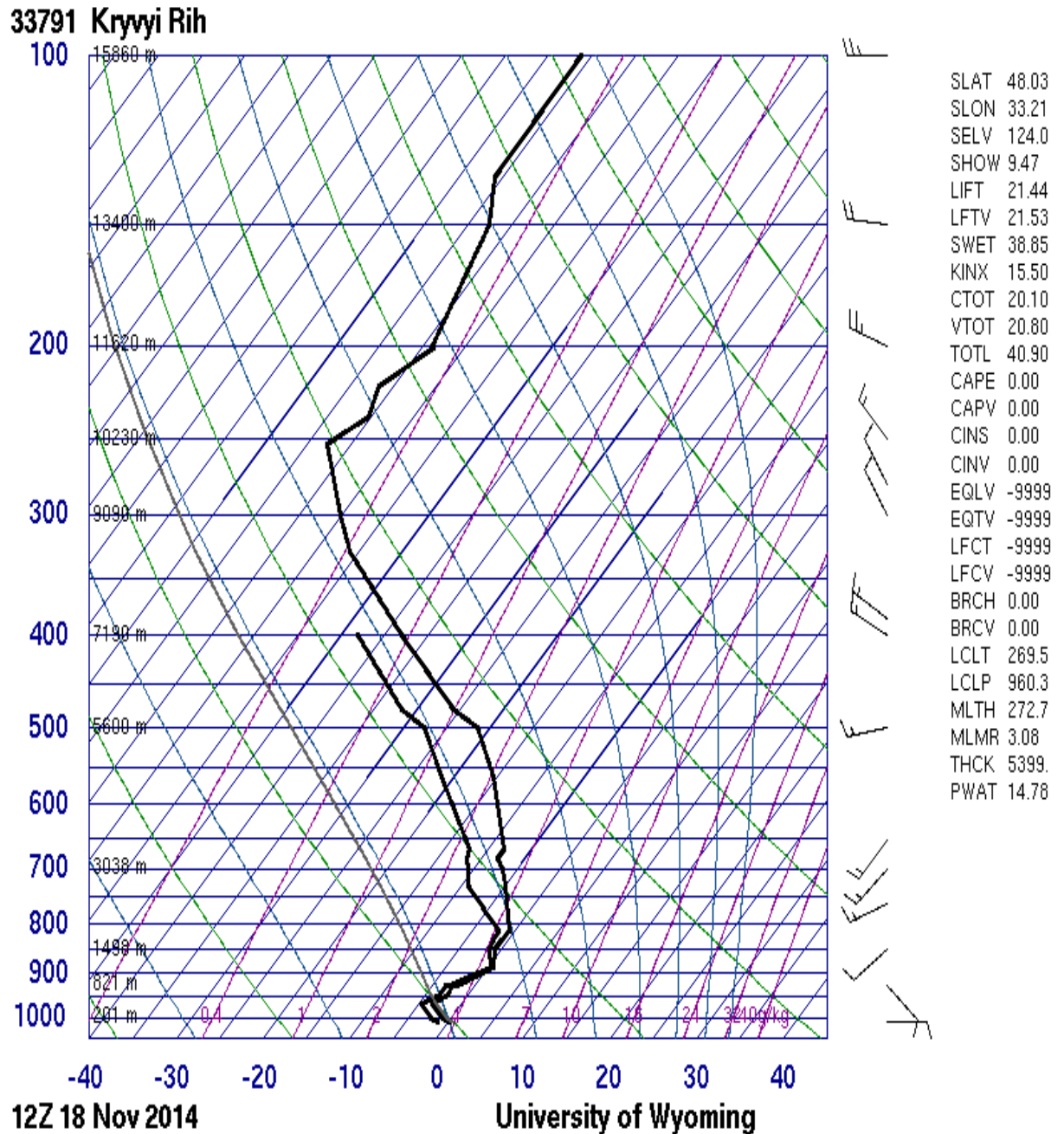
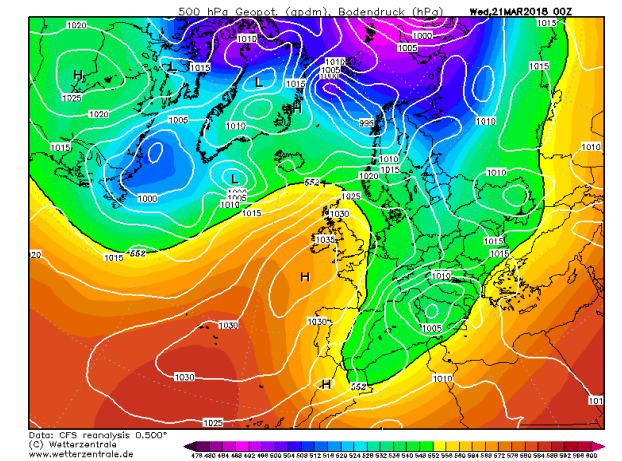
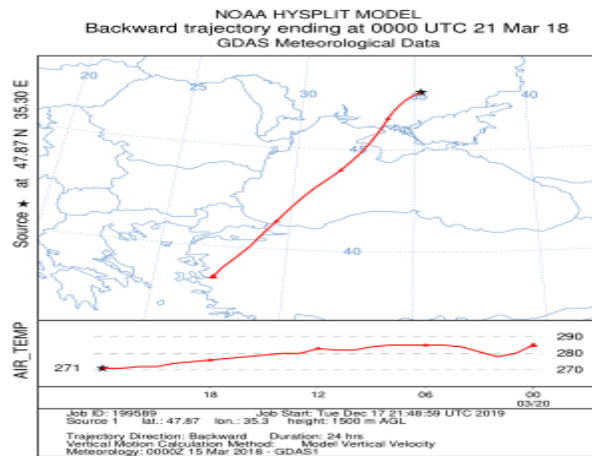
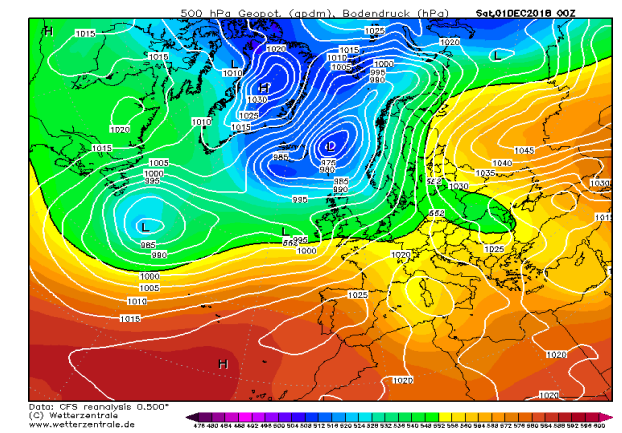
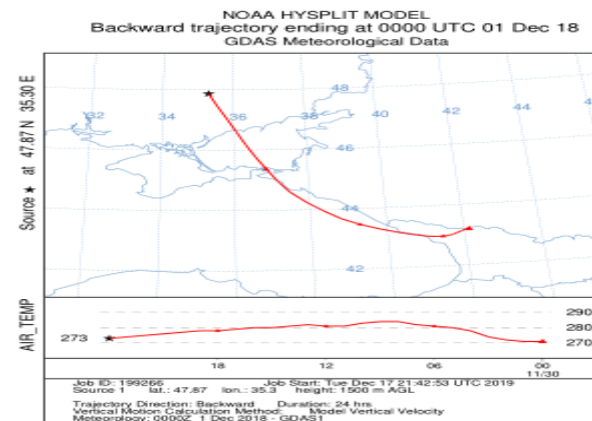
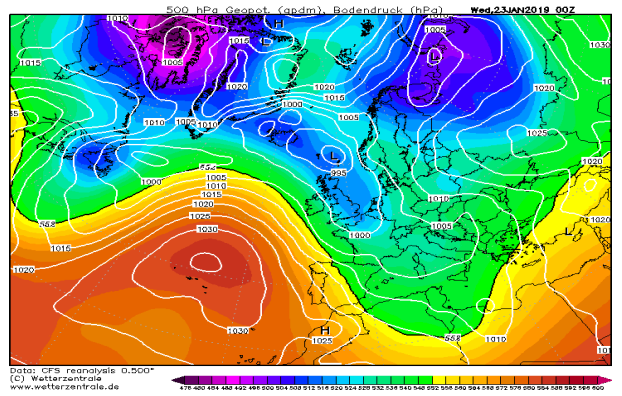
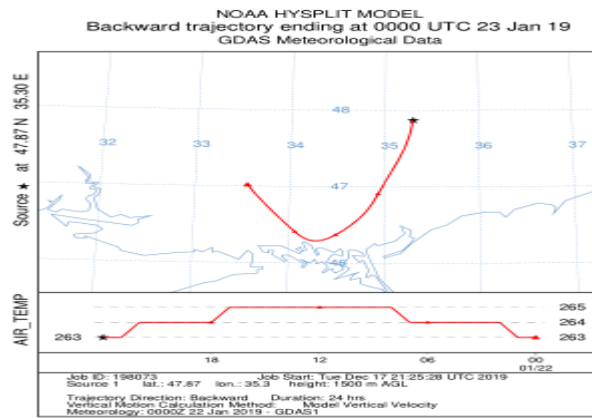
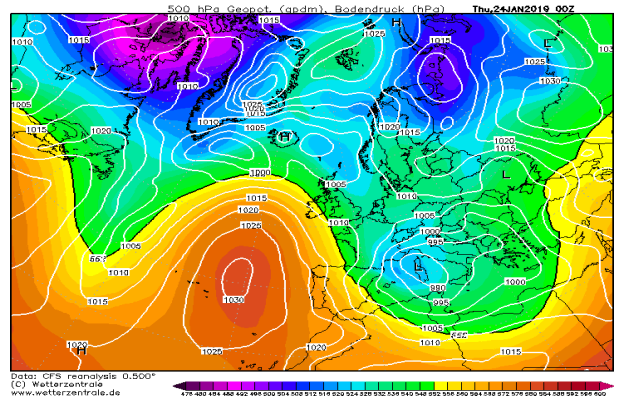
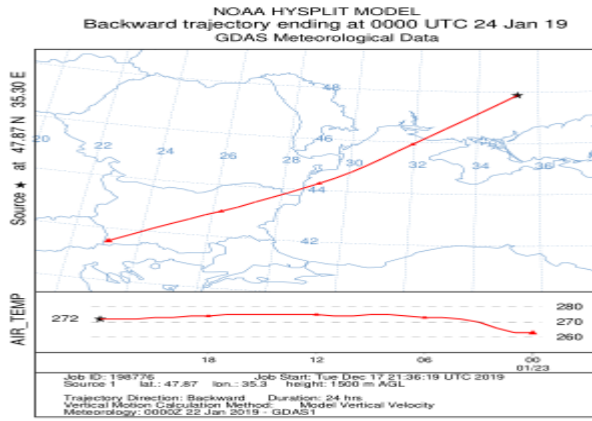
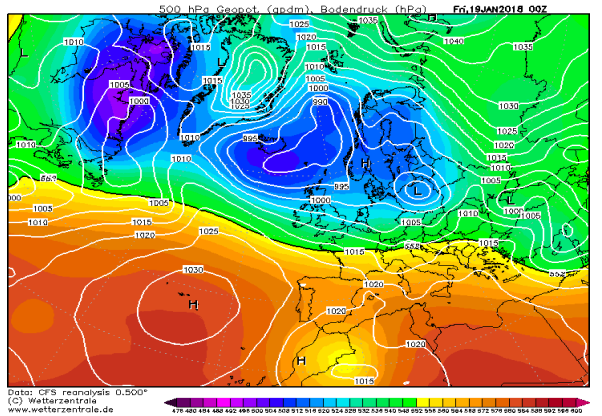
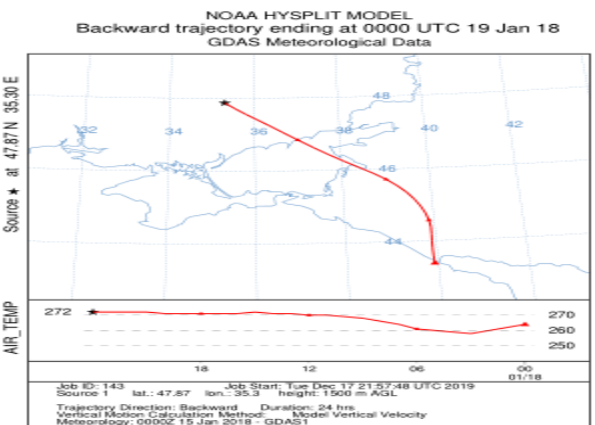
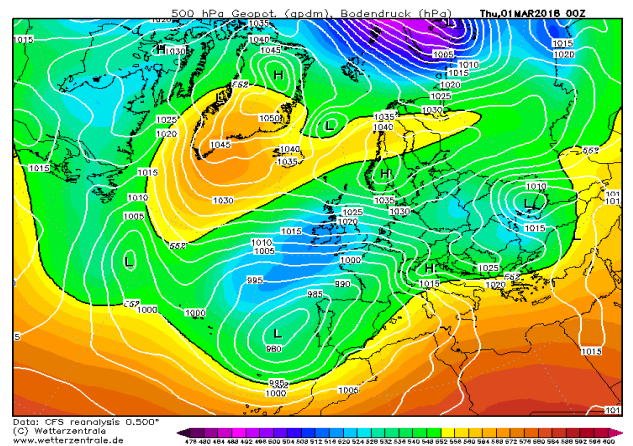
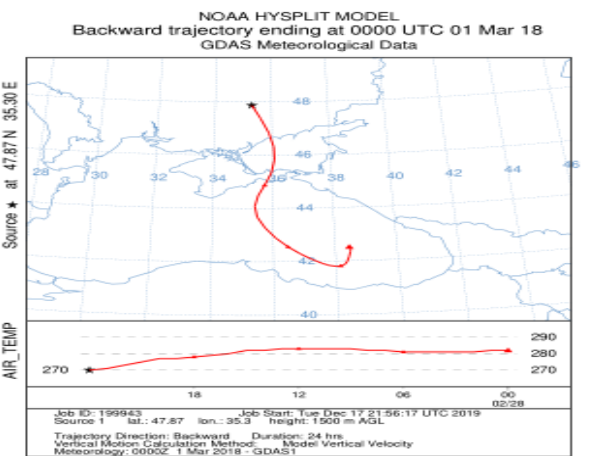
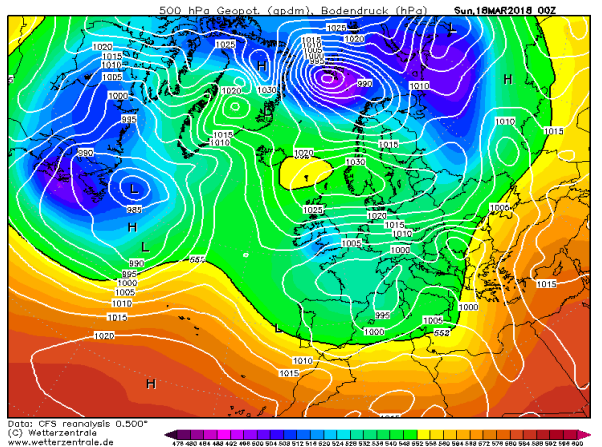
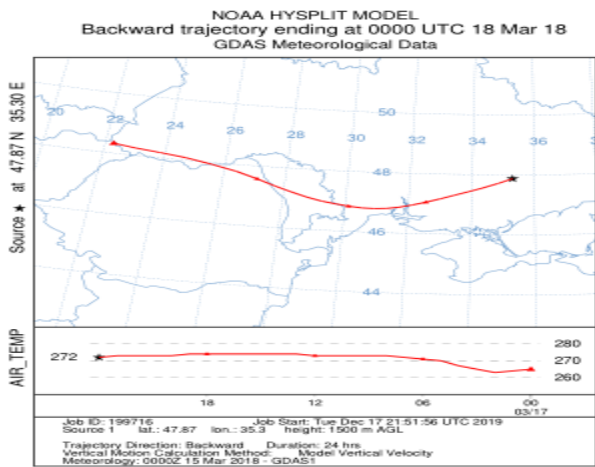
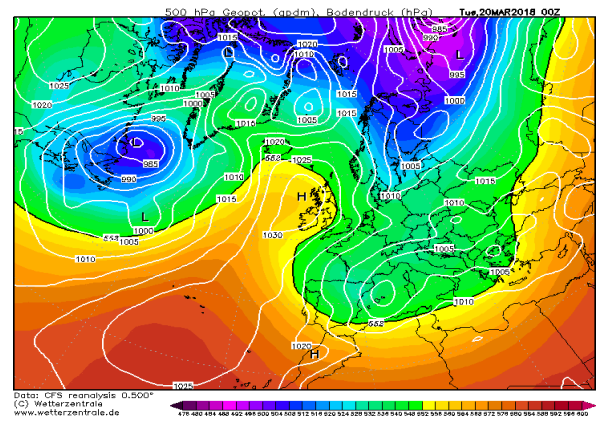
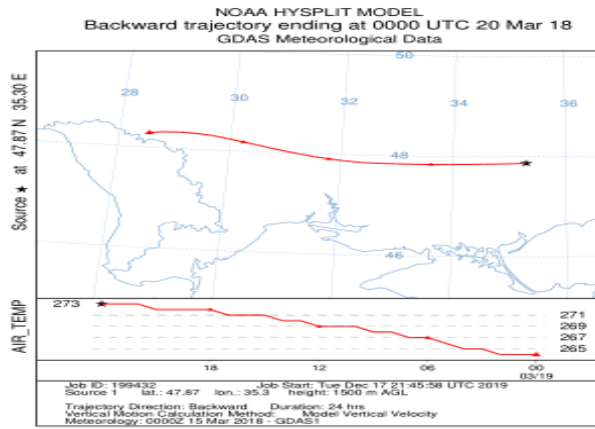


Рис. Д.1 - Дані радіозондування Вайомінг для ст. Кривий Ріг за 18.11.2014 (12 МСЧ)

## Додаток Е

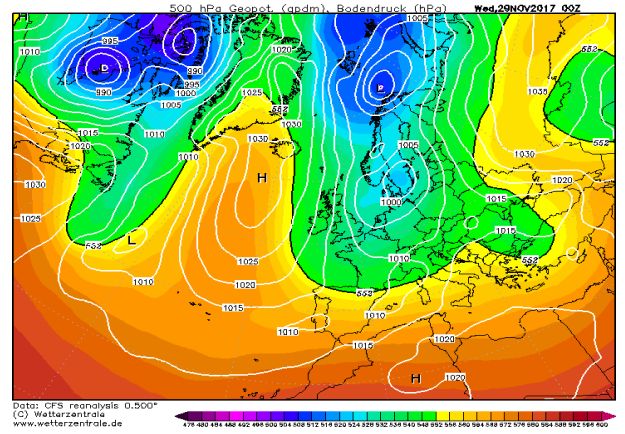
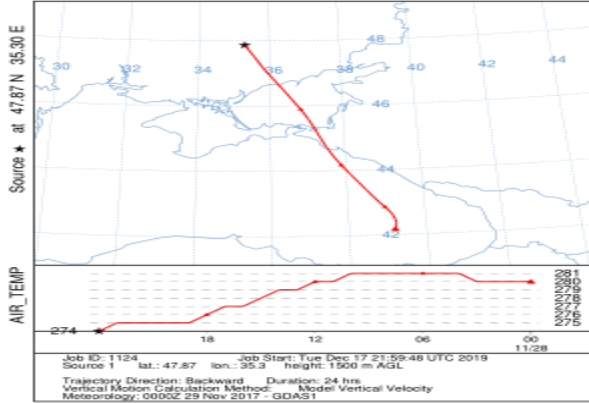




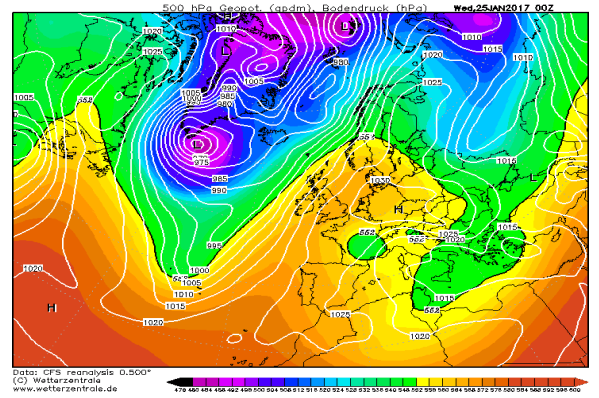
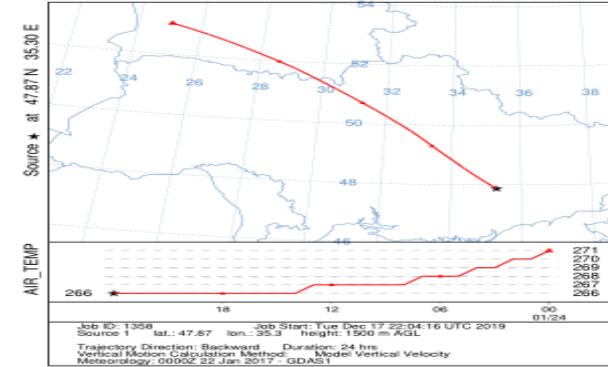




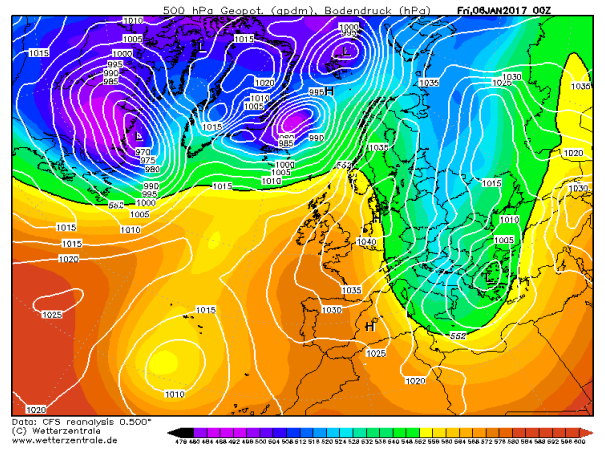
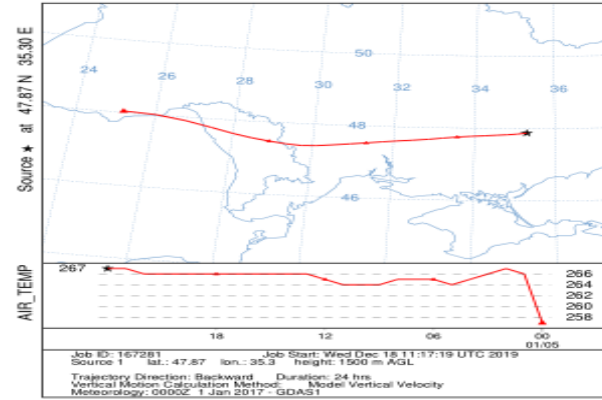
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 0000 UTC 29 Nov 17  
GDAS Meteorological Data



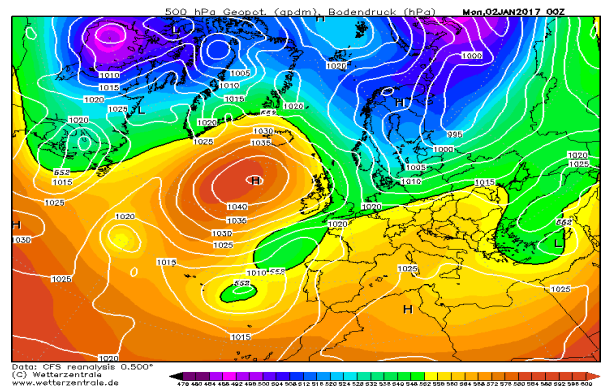
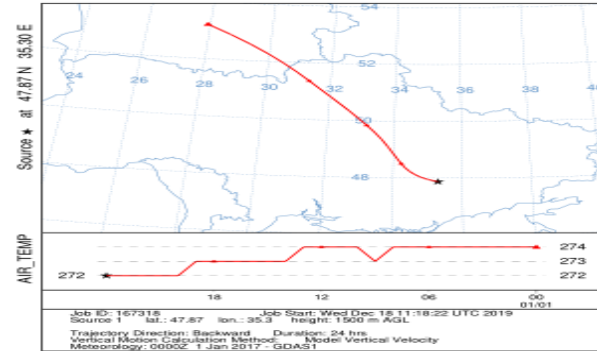
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 0000 UTC 25 Jan 17  
GDAS Meteorological Data

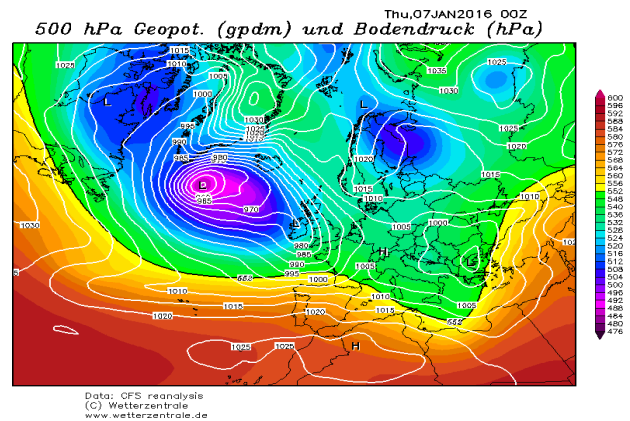
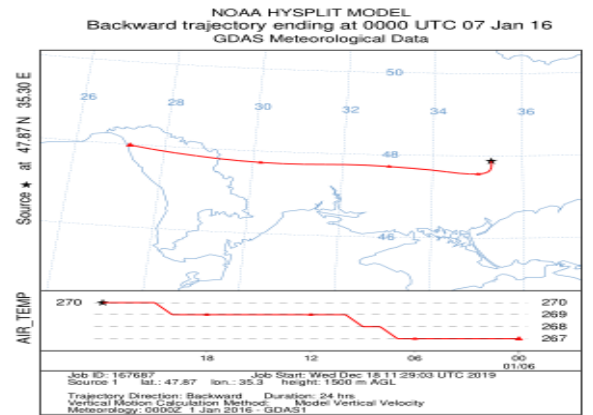
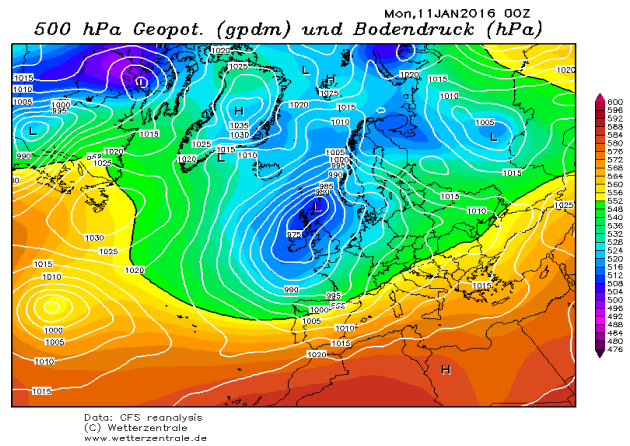
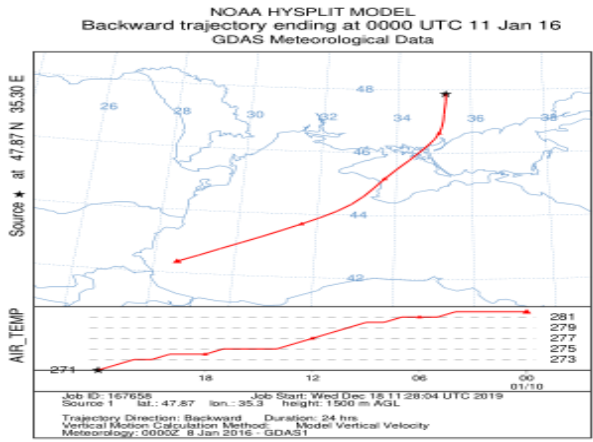
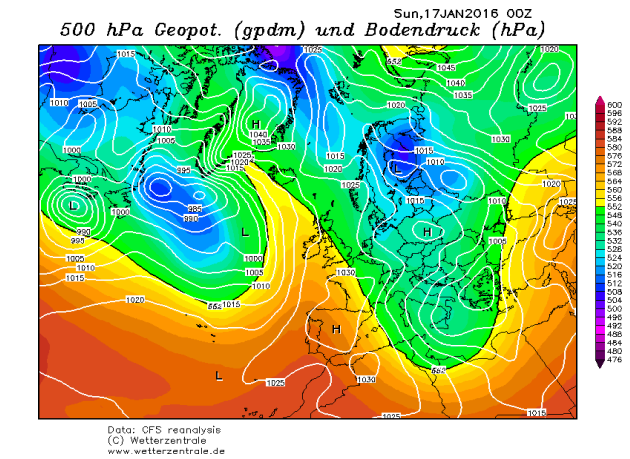
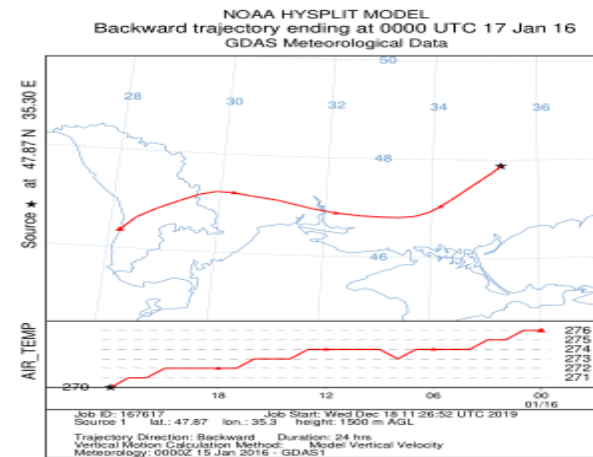
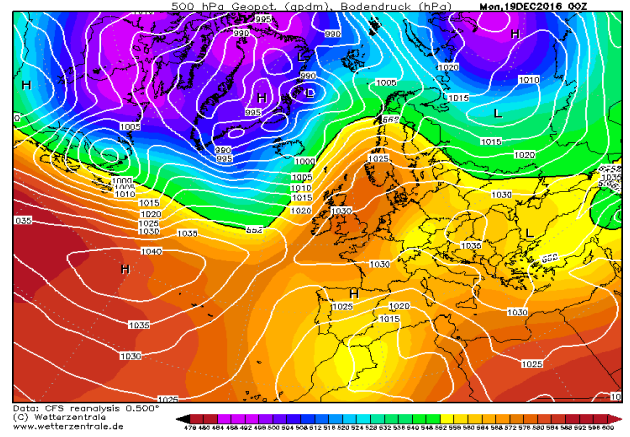
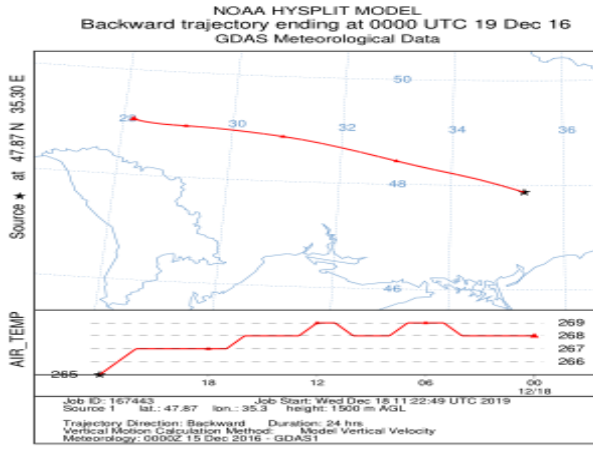


NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 0000 UTC 06 Jan 17  
GDAS Meteorological Data

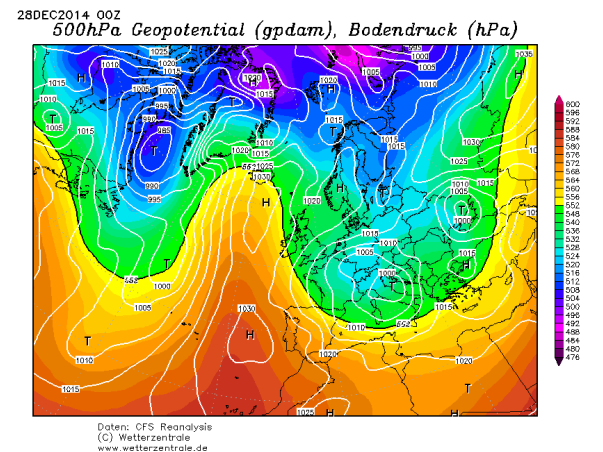
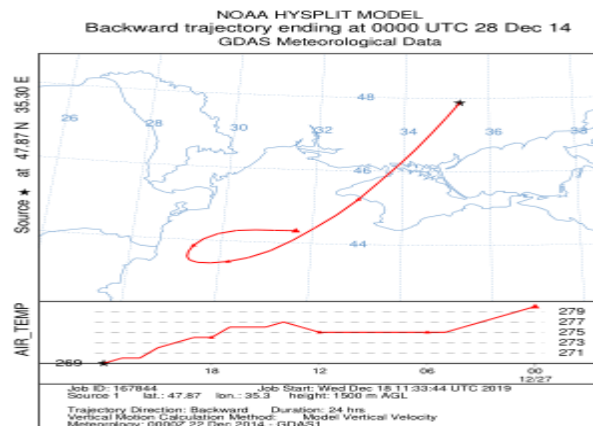
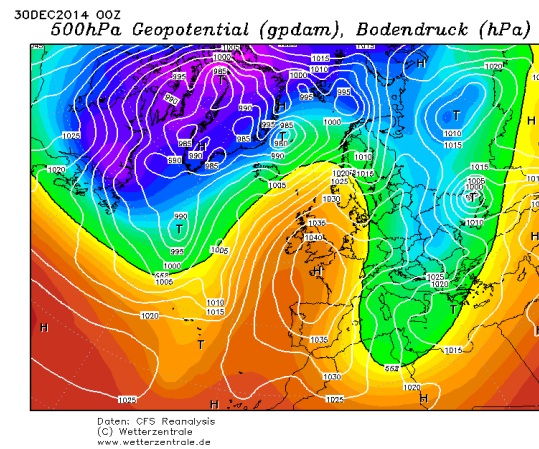
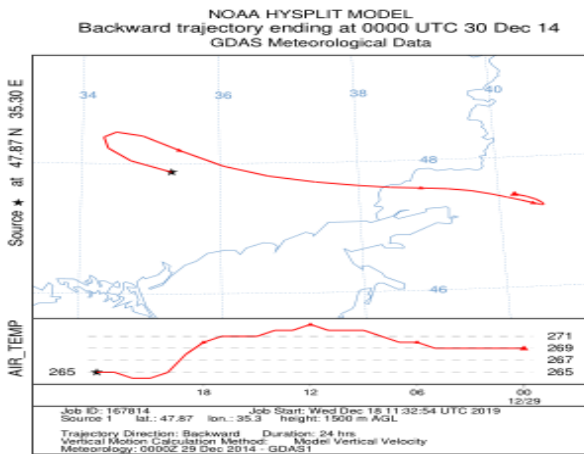
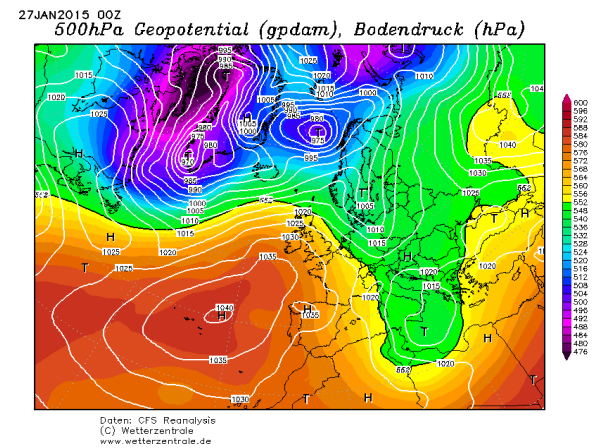
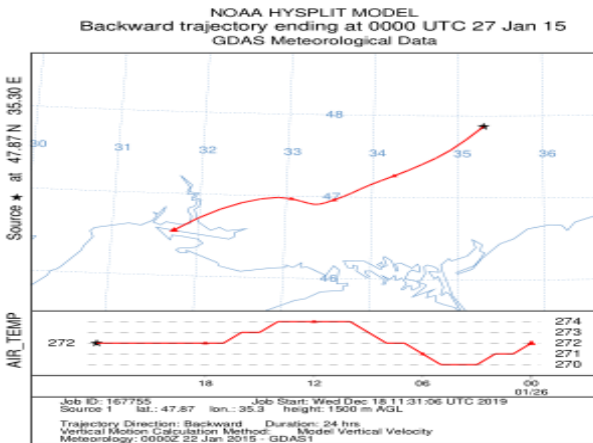
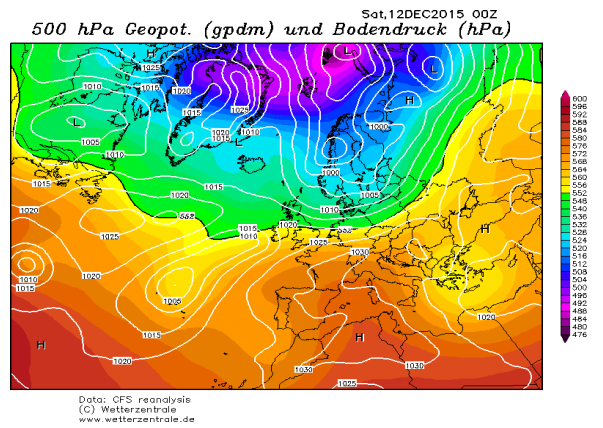
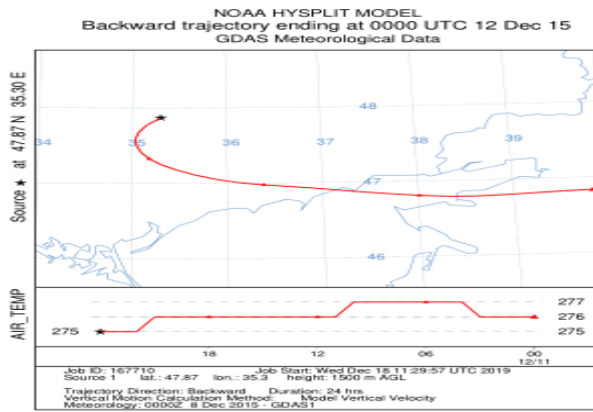


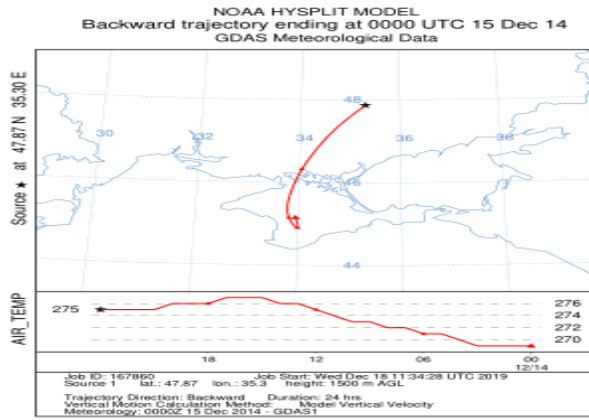
NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectory ending at 0000 UTC 02 Jan 17  
GDAS Meteorological Data



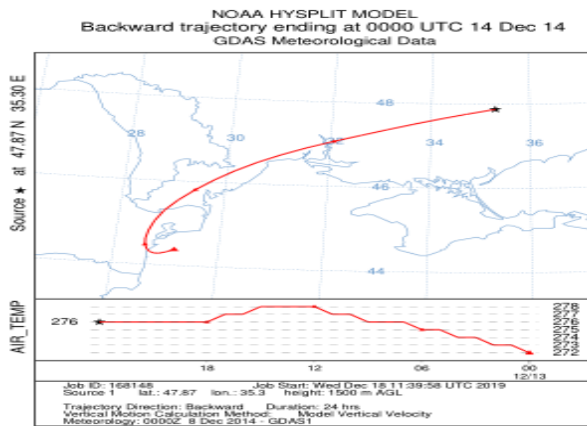
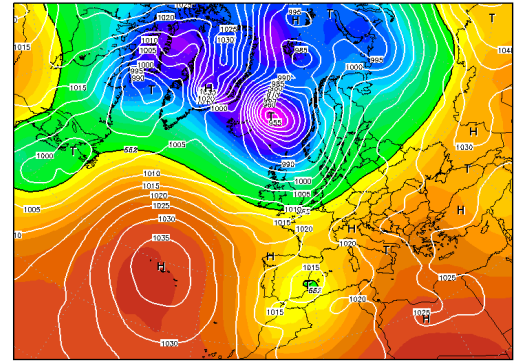




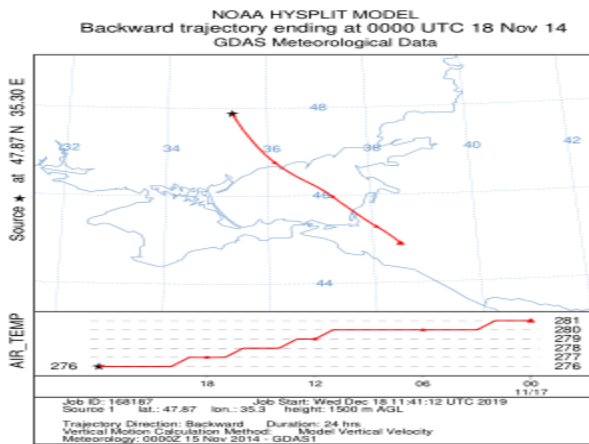
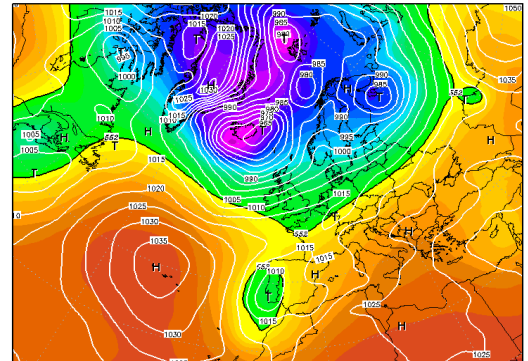




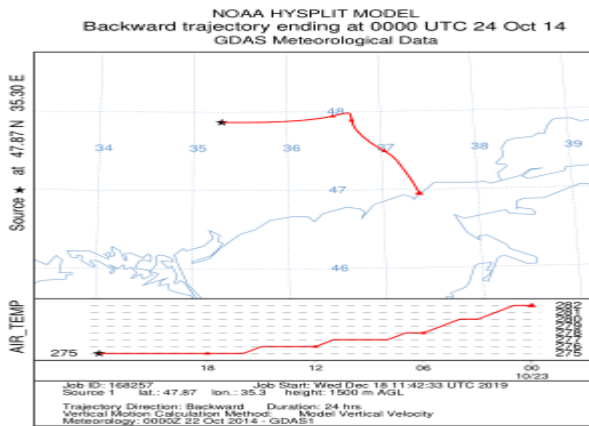
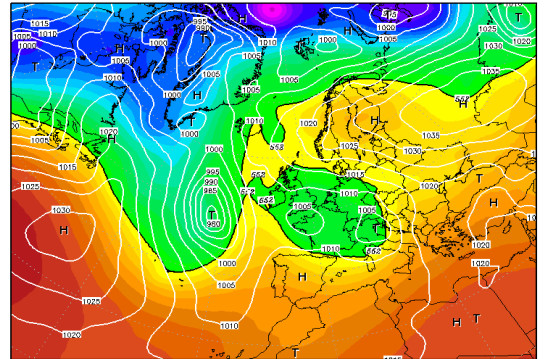
15DEC2014 00Z  
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



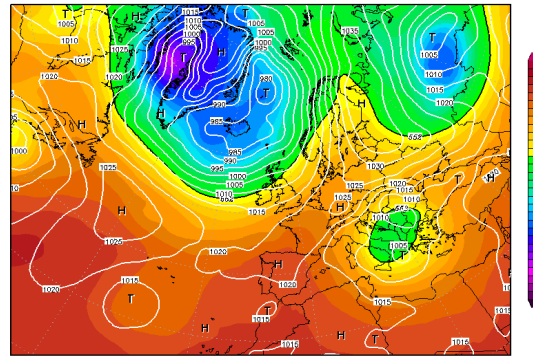
14DEC2014 00Z  
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



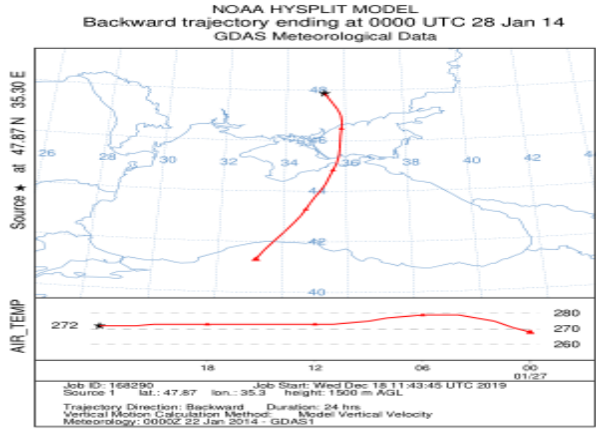
18NOV2014 00Z  
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



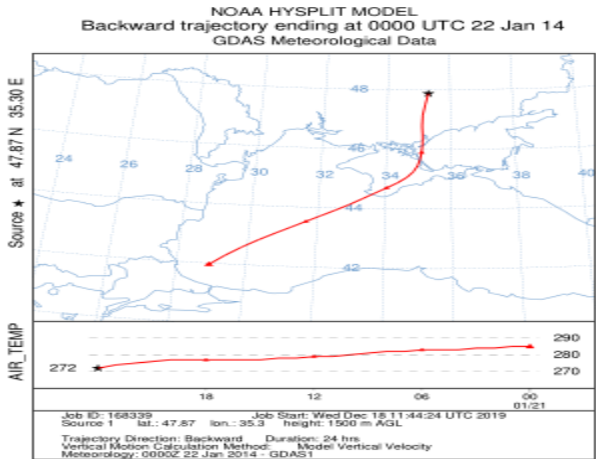
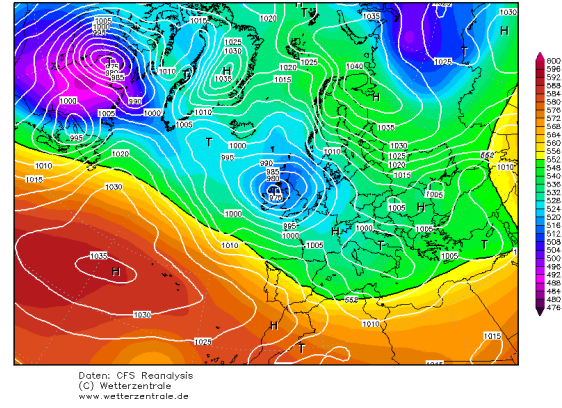
24OCT2014 00Z  
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



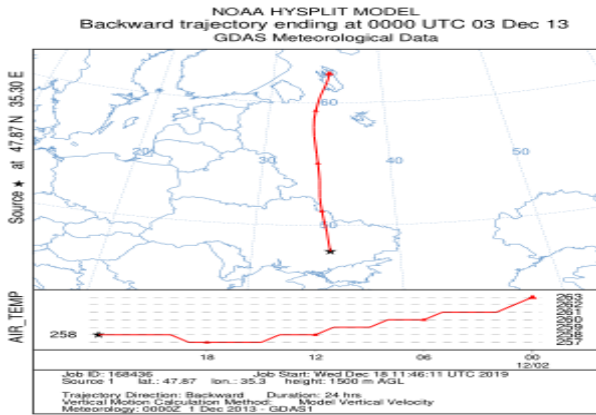
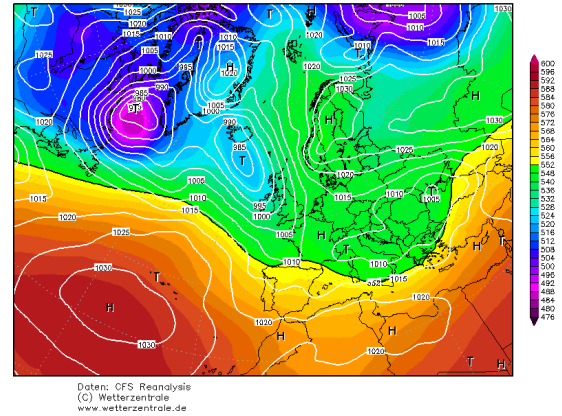




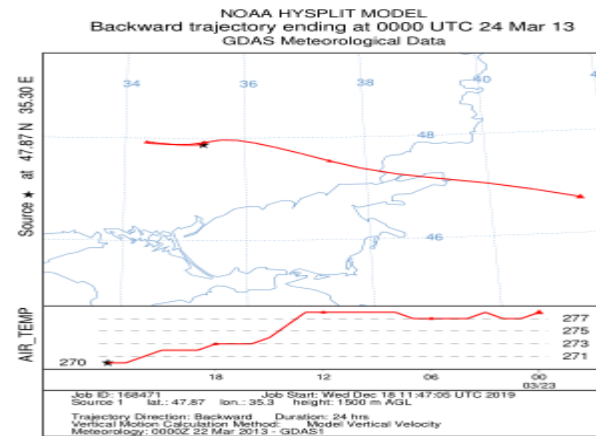
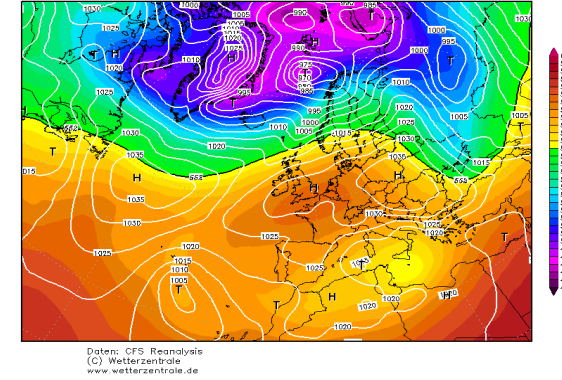
28JAN2014 00Z  
500hPa Geopotential (gdam), Bodendruck (hPa)



22JAN2014 00Z  
500hPa Geopotential (gdam), Bodendruck (hPa)



03DEC2013 00Z  
500hPa Geopotential (gdam), Bodendruck (hPa)



24MAR2013 00Z  
500hPa Geopotential (gdam), Bodendruck (hPa)

